



## **EKSPONERING FOR OLJEDAMP OG OLJETÅKE FRA OLJEBASERT BORESLAM**

---

Utvikling i eksponering fram til 2020, og endringer i lys av  
nye kriterier for vurdering av måleresultater



WORLDWIDE REACH. HUMAN TOUCH.

UNIVERSITETET I BERGEN



# Eksponering for oljedamp og oljetåke fra oljebasert boreslam

Utvikling i eksponering fram til 2020, og endringer i lys av  
nye kriterier for vurdering av måleresultater

Magne Bråtveit, Bjørg Eli Hollund, Jorunn Kirkeleit og

Hilde Ridderseth, Universitetet i Bergen

Knut S. Grove, International SOS

Arbeids- og miljømedisin

Institutt for global helse og samfunnsmedisin

Universitetet i Bergen

Rapport nr. 1/2021

ISBN 978-82-692241-1-5



## Innholdsfortegnelse

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FORORD .....                                                                                | 5  |
| SAMMENDRAG.....                                                                             | 6  |
| INNLEDNING .....                                                                            | 7  |
| MÅLSETTING.....                                                                             | 8  |
| MATERIALE OG METODER .....                                                                  | 9  |
| ORGANISERING .....                                                                          | 9  |
| DATAINNSAMLING .....                                                                        | 9  |
| OPPBYGGING AV DATABASE .....                                                                | 9  |
| UTVALG OG BEARBEIDING AV MÅLEDATA.....                                                      | 9  |
| KVALITETSVURDERING AV MÅLERAPPORTER .....                                                   | 10 |
| VURDERING ETTER KRITERIENE I NS-EN 689 OG ARBEIDSTILSYNETS GUIDE .....                      | 11 |
| VURDERING ETTER ARBEIDSTILSYNETS BESTILLINGSNUMMER 450 .....                                | 12 |
| DATAANALYSE .....                                                                           | 13 |
| RESULTATER.....                                                                             | 14 |
| RESULTAT FRA RIGGSKJEMAET .....                                                             | 14 |
| RESULTAT FRA MÅLERAPPORTENE .....                                                           | 14 |
| PERSONLIGE VS STASJONÆRE PRØVER.....                                                        | 14 |
| RESULTAT FRA PERSONLIG PRØVETAKING.....                                                     | 15 |
| FASTE OG FLYTTBARE INNRETNINGER.....                                                        | 15 |
| JOBBTITLER.....                                                                             | 15 |
| EKSPONERING BLANT BOREDEKKSARBEIDERE.....                                                   | 16 |
| RESULTAT FRA STASJONÆR PRØVETAKING .....                                                    | 22 |
| ENDRINGER I EKSPONERING I PERIODEN 1985 TIL 2020 .....                                      | 23 |
| KVALITETSVURDERING AV MÅLERAPPORTENE .....                                                  | 25 |
| INNLEDNING – ULIKE LESERGRUPPER .....                                                       | 25 |
| RESULTATER FRA VURDERING AV MÅLERAPPORTENE .....                                            | 25 |
| VURDERING AV HOVEDPUNKTENE MED FORSLAG TIL FORBEDRING .....                                 | 26 |
| SAMMENLIGNING AV KONTEKSTUELL INFORMASJON I RAPPORTENE FRA 2012-<br>2020 OG 1979-2009 ..... | 29 |
| VURDERING ETTER NS-EN 689 OG ARBEIDSTILSYNETS GUIDE .....                                   | 30 |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| TEST AV SAMMENLIGNBAR EKSPONERT GRUPPE (SEG) OG HOMOGEN EKSPONERT GRUPPE (HEG)..... | 30        |
| STATISTISK TEST AV FORDELING .....                                                  | 31        |
| MÅLINGER UNDER DETEKSJONSGRENSEN .....                                              | 31        |
| VURDERING ETTER KRITERIENE I NS-EN 689 OG AT GUIDE OPP MOT AT 450 .....             | 32        |
| SAMMENLIGNING AV ANBEFALING OM PERIODISKE MÅLINGER.....                             | 34        |
| ENDRET FORSTÅELSE AV HELSERISIKO VED EKSPONERING FOR OLJEDAMP OG OLJETÅKE .....     | 34        |
| <b>SAMLET VURDERING .....</b>                                                       | <b>35</b> |
| MÅLINGER I SAMLET RISIKOVURDERING OG SOM GRUNNLAG FOR TILTAK.....                   | 35        |
| OMRÅDER MED FORBEDRINGSPOTENSIAL .....                                              | 36        |
| PRØVETAKINGSSTRATEGI OG VURDERING MOT GRENSEVERDI .....                             | 36        |
| MÅLINGER – VEKTING I EN SAMLET RISIKOVURDERING .....                                | 37        |
| RAPPORTERING.....                                                                   | 37        |
| FAKTORER SOM KAN REDUSERE EKSPONERINGEN .....                                       | 37        |
| <b>REFERANSER.....</b>                                                              | <b>38</b> |
| <b>VEDLEGG.....</b>                                                                 | <b>40</b> |
| VEDLEGG 1. PTIL-BREV TIL SELSKAPENE/KONTRAKTØRENE.....                              | 40        |
| VEDLEGG 2. OPPSUMMERING AV KVALITET - ENKELTSPØRSMÅL.....                           | 42        |
| VEDLEGG 3. SVAR PÅ RIGGSKJEMAET SOM BLE FYLT UT AV RIGGEIERNE. ....                 | 45        |
| VEDLEGG 4. PERSONLIG EKSPONERING FOR BOREDEKKSARBEIDER, 2012-2020.....              | 46        |
| VEDLEGG 5. STASJONÆRE PRØVER I SHAKERROM, 2012-2020.....                            | 47        |

## FORORD

Denne rapporten er en sammenfatning av et oppdrag Arbeids- og miljømedisin, Institutt for global helse og samfunnsmedisin, Universitetet i Bergen har utført for Petroleumstilsynet (Ptil). International SOS har vært samarbeidspartner i prosjektet. Rapporten er basert på yrkeshygieniske målerapporter og relevant tilleggsinformasjon som bransjen har gjort tilgjengelig via Ptil. Vi vil takke alle i oljebransjen som har bidratt til å dele denne informasjonen. En stor takk til Petroleumstilsynet som har finansiert og ellers lagt til rette for å gjennomføre prosjektet. Vi setter også stor pris på diskusjonene vi har hatt med Ptil og med Hans Thore Smedbold i prosjektperioden.

Bergen, mars 2021

Forfattere:

Magne Bråtveit, Bjørg Eli Hollund, Jorunn Kirkeleit og Hilde Ridderseth, Universitetet i Bergen

Knut S. Grove, International SOS

# SAMMENDRAG

## Bakgrunn

Operatører innenfor boring i petroleumsindustrien offshore er eksponert for boreslam. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp ble redusert fra perioden 1985-97 til 1998-2009, men i sistnevnte periode var det fortsatt overskridelser av grenseverdiene i flere måleserier. Etter 2009 har ikke måledata vært samlet systematisk inn og sammenstilt, og dagens eksponering er derfor usikker. Ny vurderingspraksis for å sammenligne måleresultatene med grenseverdiene (NS-EN 689) vil trolig føre til strengere eksponeringsvurderinger. På oppdrag av Petroleumstilsynet (Ptil) er dette prosjektet gjennomført av Universitetet i Bergen, med International SOS som samarbeidspartner.

## Målsetting

Målsettingen var å vurdere eksponeringsmålinger for oljedamp og oljetåke for 2018-2020. Boredekkarbeidernes eksponering og faktorer som påvirket nivået skulle undersøkes. I tillegg skulle vi vurdere ny praksis for å sammenligne måleresultater med grenseverdiene, evaluere kvaliteten av målerapportene, og beskrive områder med forbedringspotensial.

## Metoder

Ptil samlet inn målerapporter for 2018-2020, evt. den sist gjennomførte. Det ble også samlet inn riggskjema med nøkkelopplysninger relevant for vurderingene. Eksponering for oljetåke og oljedamp ble beskrevet blant annet mht. innretningstype, alder og teknologi. Måleseriene ble vurdert opp mot grenseverdiene etter kriteriene i NS-EN 689 og Arbeidstilsynets nye guide. Kvaliteten på rapportene ble vurdert basert på veiledninger fra Arbeidstilsynet og Norsk Yrkeshygienisk Forening.

## Resultat

Målerapportene var fra 44 innretninger, 17 faste og 27 flyttbare, som var bygget i 1976-2019. Rapportene inneholdt 305 personlige og 489 stasjonære målinger av oljetåke og oljedamp fra 2012-2020. Det var flest målinger i den siste treårsperioden. Dette skyldes ikke nødvendigvis at det ble utført færre målinger siden selskapene ble bedt om å sende inn målinger fra de siste to årene, evt. den siste målerapporten. Eksponering for oljetåke blant boredekkarbeidere var lavere i 2012-2020 enn i 1998-2009, men det var ingen endring for oljedamp. Det var høyere eksponering på flyttbare enn på faste installasjoner. Nyere installasjoner (byggeår 2018-2020) er hovedsakelig flyttbare. Mange faktorer ble vist å bidra til redusert eksponering, bl.a. lavere mudflow, baseoljer med lavere viskositet, innelukkede shakere, og ulike kombinasjoner av tekniske tiltak. I 2018-2020 var median og gjennomsnitt for oljetåke og oljedamp lavere enn grenseverdiene. Ifølge nye vurderingskriterier ville 41% av alle måleserier medført direkte krav til tiltak. Utfra tidligere kriterier i Arbeidstilsynets best.nr. 450 medførte 10% av alle måleserier (alle gjelder oljedamp) krav til tiltak. Målerapportene hadde generelt god til svært god kvalitet, men et fåtall var av svak kvalitet.

## Forbedringspotensial

Det bør legges opp til en prøvetakingsstrategi/eksponeringsvurdering som gir et bedre estimat for fullskift eksponering. Beste praksis bør diskuteres i bransjen. Utvikling av målemetode for oljetåke og oljedamp med prøvetakingstid opp mot fullskift vil muliggjøre målinger som dekker fullskift. Eksponeringsvurdering for andre helsefarlige komponenter i boreslam, spesielt benzen, vil være nødvendig i en samlet risikovurdering. Ved etablering av nye tiltak, som for eksempel ny shakerteknologi, bør det gjennomføres eksponeringsmålinger på en systematisk måte for å undersøke i hvilken grad dette bidrar til å redusere eksponeringen. Forbedringspotensial for målerapportene er spesielt foreslått for kapitlene sammendrag og resultat.

## INNLEDNING

Det har siden 80-tallet vært fokus på eksponering for oljetåke og oljedamp i slambehandlingsområdene både fra boreoperatørene og fra tilsynsmyndighetene. Ifølge Petroleumstilsynets (Ptils) RNNP-rapporter er det operatører på boreinstallasjoner som angir mest eksponering for kjemiske forbindelser i offshore-bransjen (Petroleumstilsynet, 2020).

Eksponeringsmålinger blant operatører i slambehandlingsområdene har hovedsakelig vært tatt av oljedamp og oljetåke. I 2010 rapporterte UiB at personlig eksponering for oljetåke og oljedamp ved arbeid i slambehandlingsområdene i perioden 1998-2009 var høyere på flyttbare enn på faste installasjoner både for oljetåke (median; 0,38 og 0,22 mg/m<sup>3</sup>) og oljedamp (median; 18 og 11 mg/m<sup>3</sup>) (Bråtveit et al., 2010). Disse verdiene er lavere enn dagens 12-timers grenseverdi på 0,6 mg/m<sup>3</sup> for oljetåke og 30 mg/m<sup>3</sup> for oljedamp. Det var en synkende tendens i målte verdier på begge typene installasjoner sammenlignet med perioden 1985-1997. Dette sammenfaller med tekniske og prosessmessige endringer i slambehandlingsområdene. STAMI rapporterte for perioden 2007-2009 en noe lavere personlig eksponering for henholdsvis oljetåke (median=0,17 mg/m<sup>3</sup>, min=0,02, maks=55) og oljedamp (median=10 mg/m<sup>3</sup>, min=0,07, maks=240) (Bakke et al., 2013). Det har ikke vært samlet inn måldata for oljedamp og oljetåke på en systematisk måte etter 2009, og det er derfor usikkert hvordan dagens eksponering er i slambehandlingsområdene.

Vurdering av yrkeshygieniske målinger har fram til nå hovedsakelig blitt gjort i tråd med Arbeidstilsynets bestillingsnummer 450 som foreslo at gjennomsnittet av en måleserie skulle sammenlignes med grenseverdien (Arbeidstilsynet, 2008). I 2018-19 fikk vi NS-EN 689 (Standard Norge, 2019) og i 2020 kom Arbeidstilsynets guide til denne (Arbeidstilsynet, 2020). Sannsynligvis vil den nye vurderingspraksisen føre til en strengere vurdering, dvs. at flere måleserier vil vise uakseptable eksponeringer enn ved tidligere praksis, og at eksponeringsreducerende tiltak dermed er nødvendig.

Dagens standard prøvetakingsmetode for oljetåke og oljedamp, som ble utviklet i 1989, består av en seriekobling mellom et glassfiberfilter og et kullrør. Denne metoden er ikke anbefalt for en prøvetakingstid lengre enn 2 timer. Dette har bidratt til at prøvetakingen i slambehandlingsområdene hovedsakelig har foregått når arbeidstakerne har oppholdt seg i shakerområdene. For personlig prøvetaking blant boredekkarbeidere betyr dette at måleverdiene i rapportene ikke nødvendigvis er representative for 12 timers-eksponeringen for arbeidstakerne siden de normalt ikke oppholder seg i shakerområdene hele skiftet. I denne rapporten har vi slik som bransjen selv vanligvis gjør, likevel valgt å sammenligne 2-timers målingene som er utført med grenseverdiene for 12-timers eksponering.

## Målsetting

Målsettingen for dette prosjektet er i tråd med Petroleumstilsynets beskrivelse av oppdraget:

- *Prosjektet skal bidra til å øke kunnskap om helserisiko for sentrale arbeidstakergrupper innenfor bore- og brønnområdet. I tillegg skal prosjektet bidra til å forbedre kvaliteten av målinger som grunnlag for helserisikovurderinger.*
- *Kunnskap som prosjektet bidrar med skal brukes aktivt i formidlingsarbeid og skal kunne brukes av industrien for å forbedre systematisk forebyggende arbeid.*
- *Prosjektet skal bidra med informasjon som Petroleumstilsynet kan anvende for risikobasert prioritering og samt utvikling av oppfølgingsstrategi.*

*Disse målsettingene skal oppnås ved å:*

- *I samarbeid med Ptil innhente målerapporter for oljedamp og oljetåke for siste to år (2018 og 2019) for faste og flyttbare innretninger samt nødvendige nøkkelopplysninger knyttet til måleseriene. Dersom det ikke er gjort målinger siste to år, skal den nyeste rapporten sendes inn.*
- *Vurdere og kategorisere måleserier/nøkkelinformasjon etter faglige kvalitetskriterier.*
- *Gjennomgå og vurdere måleseriene etter kriteriene i NS-EN 689 og Arbeidstilsynets veiledning til denne. Sammenligne med tidligere vurderingspraksis gitt i Arbeidstilsynets bestillingsnummer 450.*
  - *Vurdere i hvilken grad ny vurderingspraksis endrer forståelsen av helserisiko knyttet til eksponering for oljedamp og oljetåke*
- *Analysere mønstre og trender i materialet. Aktuelle variabler kan være innretningstype, teknologi, innretningens alder mv.*
- *Gjøre grove vurderinger av utviklingstrekk i forhold til tidligere kunnskap, f.eks. gjennomganger gjort i regi av «Kjemikalieprosjektet»:*
- *Med utgangspunkt i innsamlet informasjon, gjøre en grov vurdering av hvilken betydning målinger av oljedamp og oljetåke tillegges i den samlede risikovurderingen og hvor gyldige målinger er som beslutningsgrunnlag for tiltak.*
- *Identifisere og beskrive områder med forbedringspotensial.*

## Avgrensning av prosjektet

- Ved undersøkelse av eventuelle sammenhenger mellom målt eksponeringsnivå og ulik innretningstype, teknologi, vernetiltak, innretningens alder mv. er det svært mange andre faktorer som kan påvirke eksponeringen, og som det må tas hensyn til i analysene. Slike analyser ligger ikke innenfor rammene for det foreliggende prosjektet.
- Vår vurdering av målerapportene ut fra gitte faglige kvalitetskriterier er gjort på bakgrunn av at de skal kunne dekke behovene for flere lesergrupper (ledere, ansatte, fagforeningsrepresentanter, myndigheter, arbeidsmedisinske avdelinger, yrkeshygienikere og forskere, mv). Noen av punktene vi har sett etter kan derfor synes å være for detaljerte for noen lesergrupper. En vurdering ut fra ulike leserbehov ligger imidlertid utenfor rammene av dette prosjektet.

# MATERIALE OG METODER

## Organisering

Prosjektgruppen bestod av:

Magne Bråtveit (prosjektleder), Bjørg Eli Hollund, Jorunn Kirkeleit og Hilde Ridderseth fra Forskningsgruppe for arbeids- og miljømedisin, Universitetet i Bergen  
Knut S. Grove, International SOS

I prosjektperioden har prosjektgruppen hatt digitale møter hver uke/hver annen uke. Petroleumstilsynet har arrangert et oppstartsmøte med prosjektgruppen for avklaringer før prosjektet startet, to statusmøter og et avsluttende møte for gjennomgang av rapporten.

## Datainnsamling

Ptil samlet inn to ulike sett av data til dette prosjektet, målerapporter og nøkkelopplysninger om installasjonene der målingene hadde blitt utført (Vedlegg 1: Brev fra Ptil).

Selskapene og borekontraktørene ble bedt om å sende inn alle målerapporter som inkluderte eksponering for oljedamp og oljetåke ved håndtering av boreslam/kaks fra 1.1.2018 til dags dato (Vedlegg 1). Dersom det bare fantes måledata i form av en laboratorierapport ble de bedt om å sende denne. Dersom det ikke hadde blitt gjort målinger de siste to årene, skulle den nyeste rapporten sendes inn. Ptil ba om at rapportene ble sendt så raskt som mulig og senest innen 12.11.2020. UiB mottok de siste rapportene fra Ptil 27.11. 2020.

I samarbeid med Ptil utviklet UiB et digitalt spørreskjema for å samle inn supplerende informasjon om utforming av innretningene og utstyr der målingene var utført. Utfylte skjema gikk direkte til UiB via en lenke som Ptil vurderte som sikker. Innhold i dette skjemaet er angitt i Tabell 1.

## Oppbygging av database

Måledata og tilhørende kontekstuell informasjon fra de innsamlede målerapportene ble lagt inn i en database. I forbindelse med tidligere prosjekter hadde UiB en database over målinger av oljetåke/damp på norsk sokkel fra perioden 1985-2009 som inneholder en rekke variabler som er hentet fra tilsvarende målerapporter. Den eksisterende databasen med måledata inntil år 2009 har tidligere blitt benyttet til å lage en oversikt over historisk eksponering og til å modellere eksponering for oljetåke og oljedamp fram til 2009 (Bråtveit et al., 2009; 2010).

## Utvalg og bearbeiding av måledata

I denne rapporten inngår både personlige og stasjonære målinger der det er benyttet mineraloljebaserte baseoljer. Kun de personlige målingene har blitt benyttet til å sammenligne og vurdere måleseriene etter kriteriene i NS-EN 689 og Arbeidstilsynets veiledning til denne.

Begge settene er benyttet til å analysere mønster og trender i materialet, dvs til å lage en oversikt over eksponering for oljetåke/damp gruppert bl.a. på;

- Faste/flytende innretninger
- Innretningenes alder

- Slambehandlingsteknologi
- Baseolje, temperatur, seksjon, ventilasjon etc

Resultatene er også sammenlignet med tilsvarende vurderinger Universitetet i Bergen utførte på målerapporter på oljedamp/tåke fra perioden 1985 til 2009 (Bråtveit et al., 2010) for å vurdere utviklingstrekk fram til nå med hensyn til eksponeringsnivå. Dette er gjort ved å koble databasen med dagens målinger med den eksisterende databasen med tilsvarende informasjon fra målinger utført i perioden 1985-2009.

## Kvalitetsvurdering av målerapporter

Kvalitetsvurderingen ble utført av tre uavhengige deltakere fra UiB i prosjektgruppen, personer som i perioden målerapportene dekker, ikke har deltatt i prøvetakingen eller er ansatt i bedrifter som har gjennomført målingene og/eller skrevet målerapportene.

Alle målerapportene har blitt vurdert med hensyn til et sett av kvalitetskriterier. I denne evalueringen er det lagt til grunn hva en målerapport bør inneholde av nøkkelinformasjon, både om selve målingen og tilhørende kontekstuell informasjon. Til dette arbeidet laget vi en egen sjekkliste (Vedlegg 2) med nøkkelinformasjon, basert på retningslinjer for yrkeshygieniske målerapporter fra;

- Rapport etter kartlegging og måling av kjemisk eksponering (Arbeidstilsynet): (<https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/kartlegging-eksponering-for-kjemikalier/rapport/>)
- God og presis rapportskrivning: veiledning for yrkeshygienikere (Hirst et al., 2011): ([https://nyf.no/images/God\\_og\\_presis\\_rapportskrivning\\_-\\_veiledning\\_for\\_yrkeshygienikere\\_norsk\\_oversettelse\\_av\\_BOHS\\_Guide\\_to\\_Report\\_Writing\\_Version\\_1\\_1.pdf](https://nyf.no/images/God_og_presis_rapportskrivning_-_veiledning_for_yrkeshygienikere_norsk_oversettelse_av_BOHS_Guide_to_Report_Writing_Version_1_1.pdf))
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (2006) Data quality. A strategy for assessing and managing occupational exposures, Third edition. Chapter 9. Recordkeeping and reporting

Den endelige sjekklisen som ble benyttet i kvalitetsvurderingen av målerapportene består av en generell del for krav til målerapporter, og en del som går spesifikt på nøkkelinformasjon med hensyn til slambehandling.

Sjekklisen hadde følgende hovedgrupper og antall sjekkpunkter (se Vedlegg 2):

- |                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| • Bakgrunn            | 5 punkter – totalt 10 poeng  |
| • Sammendrag          | 8 punkter – totalt 17 poeng  |
| • Metode              | 33 punkter – totalt 30 poeng |
| • Resultat            | 12 punkter – totalt 25 poeng |
| • Diskusjon           | 1 punkter – totalt 10 poeng  |
| • Anbefalinger/tiltak | 2 punkter – totalt 7 poeng   |
| • Konklusjon          | 2 punkter – totalt 6 poeng   |
| • Referanser/vedlegg  | 2 punkter – totalt 3 poeng   |

Maksimal skår for de ulike punktene varierte i området 0,5 til 6 poeng. Vi har sett på kapitlet *Sammendrag* som en selvstendig enhet, dvs at vi har forventet å finne alle de 7

underpunktene oppgitt under kapitlet *Sammendrag*. For de andre hovedkapitlene har vi gitt full uttelling på sjekkpunkter uavhengig av i hvilket hovedkapittel vi har funnet de i målerapportene.

For hvert av disse hovedpunktene ble prosent av maksimalskår beregnet. For eksempel vil en skår på 7 poeng for *Bakgrunn* gi 70% for dette hovedpunktet, og en skår på 7 poeng for *Anbefalinger/tiltak* gi 100% for dette hovedpunktet. Sumskår for hver målerapport ble beregnet som gjennomsnitt av skår (i %) av alle 8 hovedpunktene som angitt ovenfor. Alle disse hovedpunktene har derfor blitt vektlagt likt ved beregningen av totalskår for målerapporten, uavhengig av antall sjekkpunkter under hvert hovedpunkt.

Målerapportene (n=51) ble delt i tre grupper, hver med 17 rapporter. Rapportene i hver av disse gruppene ble vurdert av to personer som gjorde hver sin individuelle skåring i sjekklisten. Den endelige skåren for hver rapport ble gjort ved konsensusdiskusjon mellom de to personene. Resultatene fra vurderingen ble lagt inn i en egen database. Målerapportene ble beskrevet på basis av sumskåren som svært god, god, middels, svak/ikke tilfredsstillende. Forbedringspunkter ble identifisert i hver av disse gruppene.

### Vurdering etter kriteriene i NS-EN 689 og Arbeidstilsynets guide

Hver måleserie ble vurdert etter kriteriene gitt i NS-EN 689 (Standard Norge, 2019) og Arbeidstilsynets guide; basert på denne (Arbeidstilsynet, 2020). Vi har vurdert resultatene i måleseriene som om 2-timers målingene er representative for 12 -timers skiftet. Måleseriene ble gruppert etter hensikten med målingene, dvs om de som angitt i NS-EN 689/ Arbeidstilsynets guide kan regnes som en forenklet undersøkelse eller som en detaljert undersøkelse.

Vurdering etter kriteriene gitt i NS-EN 689 kap 5.5.2 og Arbeidstilsynet (AT) sin guide;  
Vurdering av resultater fra måling av kjemiske forurensinger, forenklet undersøkelse:

Måleserier med 3-5 målinger i en «Sammenlignbar eksponert gruppe» (SEG) ble regnet som en forenklet undersøkelse og eksponeringen ble vurdert som akseptabel etter kriteriene;

3 målinger: maksimumsverdien  $\leq$  10 % av grenseverdi

4 målinger: maksimumsverdien  $\leq$  15 % av grenseverdi

5 målinger: maksimumsverdien  $\leq$  20 % av grenseverdi

Eksponeringen for en SEG anses som uakseptabel hvis:

3 målinger: maksimumsverdi  $>$  10 % av grenseverdi

4 målinger: maksimumsverdi  $>$  15 % av grenseverdi

5 målinger: maksimumsverdi  $>$  20 % av grenseverdi

Hvis eksponeringen for SEG er uakseptabel må det gjennomføres tiltak eller bli utført detaljert undersøkelse slik at totalt antall målinger blir minst 6. Dersom eksponeringen er over grenseverdi skal det etter NS-EN 689 gjennomføres tiltak.

Måleserier med minst 6 målinger i en SEG ble regnet som en detaljert undersøkelse og ble vurdert ved statistiske beregninger for å avgjøre om eksponeringen var akseptabel eller ikke ved å bestemme Estimert øvre konsentrasjon (EØK), dvs øvre 70 prosent konfidensgrense til 95 prosenttilen. EØK skal være lavere enn grenseverdien. Se NS-EN 689 kap. 5.5.3 og

Arbeidstilsynets guide; vurdering av resultater fra måling av kjemiske forurensinger, detaljert undersøkelse.

YH Hjelp (<https://yrkeshygiene.no/kb/yh-hjelp/>) er et Excel-verktøy som er bygget på et regneark (IH-STAT) utviklet av Jan Mulhausen for American Industrial Hygiene Association, og som i den norske versjonen også kan benyttes til å estimere EØK (Smedbold et al., 2021). Kvaliteten av dette verktøyet ble kontrollert ved å beregne EØK matematisk basert på formler gitt i Arbeidstilsynets guide.

Før beregning av EØK ble det undersøkt om hver måleserie representerer en SEG, eller om den måtte deles i flere SEG. Dette ble gjort med metodikk som beskrevet i Annex E, NS-EN 689. Vi testet statistisk om hver SEG var normal- eller log-normal fordelt i tilfelle av at dette ville påvirke beregningen av EØK.

### Vurdering etter Arbeidstilsynets bestillingsnummer 450

Måleseriene ble også sammenlignet med tidligere vurderingspraksis for detaljert undersøkelse gitt i Arbeidstilsynets bestillingsnummer 450. I denne vurderingen ble først tommelfingerregelen gitt i 450 og gjentatt i gjeldende guide fra Arbeidstilsynet benyttet for å vurdere om måleserien representerer en SEG eller HEG (homogen eksponert gruppe): Hvis laveste måleverdi er mindre enn halvparten av gjennomsnittet og høyeste måleverdi er mer enn dobbel så stor som gjennomsnittet av målingene bør man prøve å finne årsaken til den store spredningen og eventuelt gjennomføre re-gruppering. Deretter vurderte vi gjennomsnittet (AM) mot grenseverdien, daværende Administrativ norm (ADN) som angitt av Arbeidstilsynet:

- 1)  $AM > ADN$ : Nødvendige tiltak for å bedre situasjonen må iverksettes. Eksponeringsvurderingen skal gjentas etter at tiltak er gjennomført.
- 2)  $AM < 1/4 ADN$  og den vil sannsynlig holde seg der over en lengre periode. Eksponeringen er akseptabel. Regelmessige målinger er ikke nødvendig.
- 3)  $AM > 1/4 ADN$ , men ikke over ADN. Periodiske målinger er påkrevd, og tiltak må vurderes.

I hver målerapport så vi dessuten på hvilken vurdering mot grenseverdien som er gjort av leverandøren av rapportene utfra eventuelle egne bedriftsinterne krav, og sammenlignet dette med våre vurderinger her.

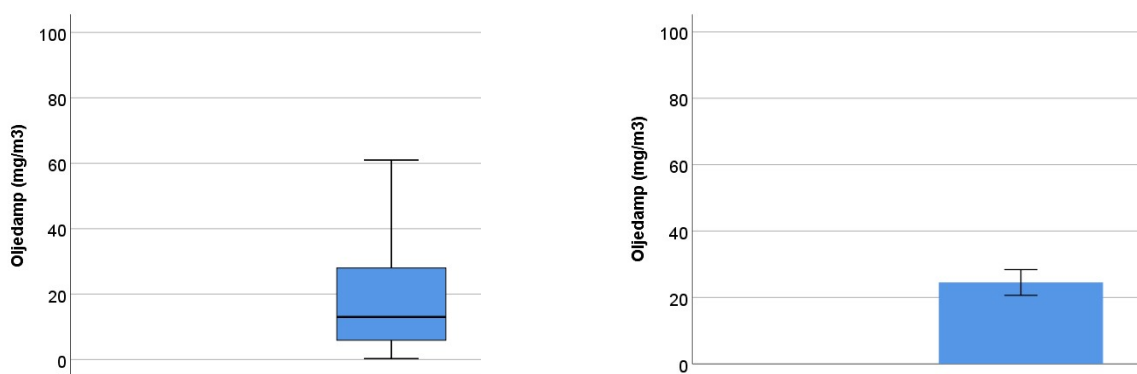
For periodiske målinger er anbefalinger utfra NS-EN 689 og YH Hjelp verktøy sammenlignet med Arbeidstilsynets gamle best.nr. 450. Forslag til hyppighet av periodiske målinger er i Annex I (informativ del) i NS-EN 689 for forenklet undersøkelse basert på geometrisk middelverdi eller aritmetisk middelverdi for henholdsvis log normal og normal fordeling. For detaljert undersøkelse er anbefalingene basert på J-verdi for måleserien, tilsvarende EØK-verdi/GV.

Vi har gitt en systematisk oversikt over disse vurderingene/sammenligningene, og noen av hovedpunktene er presentert i form av figurer. Vi har også vurdert i hvilken grad ny vurderingspraksis kan endre forståelsen av helserisiko knyttet til eksponering for oljedamp og oljetåke.

## Dataanalyse

For de fleste figurer som viser eksponeringsnivå har vi valgt å benytte box-plot (Figur 1, venstre del) der linjen inne i boksen viser medianverdien mens øvre og nedre del av boksen representerer henholdsvis øvre og nedre kvartil (25 persentil og 75 persentil) og betegnes gjerne som interkvartilrange (IQR). Dette vil si at 50% av antall målte verdier ligger innenfor boksen. Boksen har linjer som strekker seg vertikalt og kalles «whiskers», og disse strekker seg oppover til den høyeste målte verdien, men som er mindre enn 1,5x bokslengden (IQR), og tilsvarende nedover. I box-plot blir eventuelle målinger som er mer enn 1.5 ganger bokslengden (IQR) unna bokskanten regnet som «outliers» eller ekstremverdier, og er ikke tatt med i figurene i denne rapporten. 95 persentilen ( $97 \text{ mg/m}^3$ ) vises heller ikke i figuren, men representerer den verdien som 95% av eksponeringene er mindre enn eller lik.

Alternativt kunne vi ha vist resultatene i stolpediagram som til sammenligning er vist i høyre del av Figur 1. I et stolpediagram representerer toppen av boksen aritmetisk gjennomsnitt, mens spredningen er vist som vertikale «whiskers». Spredningen kan angis på forskjellig måte, f.eks som 95% konfidensintervall som vist i Figur 1 (høyre del) eller som standardavvik.



*Figur 1. Boxplot (venstre figur) og stolpediagram (høyre) som viser resultat fra personlige eksponeringsmålinger i slambehandlingsområdet. Streken i midten av boksen i box-plottet i venstre figur viser medianverdien ( $13 \text{ mg/m}^3$ ). Øvre og nedre del av boksen representerer øvre og nedre kvartil (25 persentil og 75 persentil), og betegnes gjerne som interkvartilrange (IQR). Toppen av stolpen i stolpediagrammet i høyre figuren viser aritmetisk gjennomsnitt. ( $24 \text{ mg/m}^3$ ). For nærmere forklaring av disse figurene vises til avsnittet ovenfor.*

Til tross for at vi framstiller resultatene i box-plot og presenterer sentraltendens som median, har vi valgt å benytte parametrisk statistikk for å sammenligne eksponeringsnivå mellom grupper. Uavhengig t-test eller ANOVA er benyttet til å analysere forskjell i eksponering mellom henholdsvis to eller mellom flere enn to grupper. Grunnet skjevfordelte data har disse analysene blitt gjort på ln-transformerte data.

Blant de personlige målingene var 60 (19,5%) av oljetåkemålingene og ingen av oljedampmålingene under deteksjonsgrensen (LOD). Blant de stasjonære målingene var 130 (26,3%) av oljetåke- og 7 (1,4%) av oljedampmålingene under LOD. I oppsummeringen av resultatene i tabeller og figurer er verdier  $< \text{LOD}$  erstattet med  $\text{LOD}/2$  (Hornung & Reed, 1990). For oljetåke var LOD oppgitt i rapportene til å være i området  $0,013\text{--}0,70 \text{ mg/m}^3$ . For oljedamp varierte LOD i området  $1,0\text{--}6,3 \text{ mg/m}^3$ .

## RESULTATER

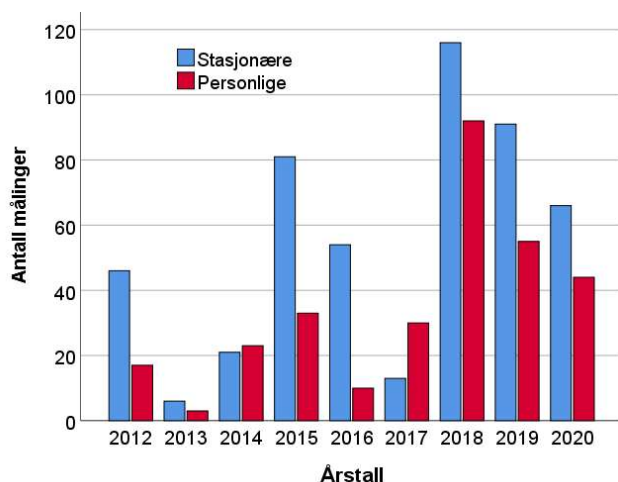
### Resultat fra riggskjemaet

Det ble samlet inn 50 utfylte riggskjema fra eierne. Vi mottok målerapporter fra 44 av disse innretningene, 17 faste og 27 flyttbare som var bygget i perioden 1976-2019. Det var 3 til 8 shakere av ulike modeller installert i perioden 1999-2020 på disse innretningene. Vedlegg 3 gir en oversikt over svarene på alle spørsmål i riggskjemaet som ble samlet inn digitalt. Eksempelvis var det blant de 44 innretningene vi fikk målinger fra 61% som hadde lukket eller integrert shaker, 50% hadde lukket slamrenner i shakerrom, 25% automatisk vektanalyse og 43% hadde mudkjøler som var i bruk. En kilde til usikkerhet i resultatene fra riggskjema er at enkelte spørsmål kan ha blitt oppfattet ulikt av ulike respondenter.

### Resultat fra målerapportene

Det ble samlet inn 51 målerapporter som omhandlet eksponering for oljedamp og oljetåke fra oljebasert boreslam i slambehandlingsområdet. Målingene var utført i perioden 2012-2020 på 44 installasjoner fra 13 selskaper. Av disse 44 installasjonene var det 17 faste, 16 flytende og 11 jackups.

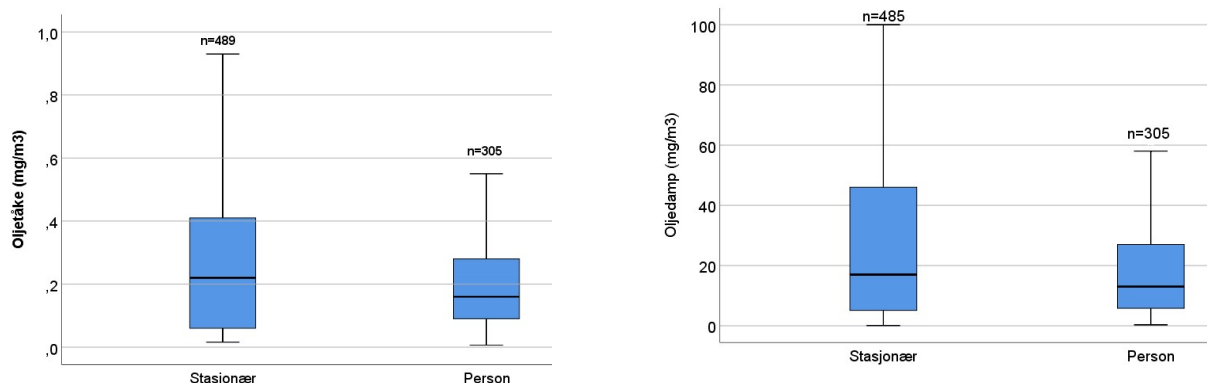
Målerapportene inneholdt totalt 794 målinger av oljetåke og 790 av oljedamp, og av disse var 305 personlige og 489 stasjonære. som fordelte seg over perioden 2012-2020 (Figur 2). Det var flest målinger i den siste treårsperioden. **Dette skyldes ikke nødvendigvis at det ble utført færre målinger per år tidligere siden det i brevet til selskapene/kontraktørene ble spurt om å få tilsendt målinger fra de siste to årene, evt. den siste målerapporten.**



Figur 2. Antall personlige og stasjonære målinger fordelt på prøvetakingsår.

### Personlige vs stasjonære prøver

Stasjonære prøver tatt i slambehandlingsområdene viste generelt høyere konsentrasjoner og større variasjon enn de personlige prøvene både for oljetåke og oljedamp (Figur 3). En stor del av de stasjonære prøvene er tatt foran eller mellom shakerne.



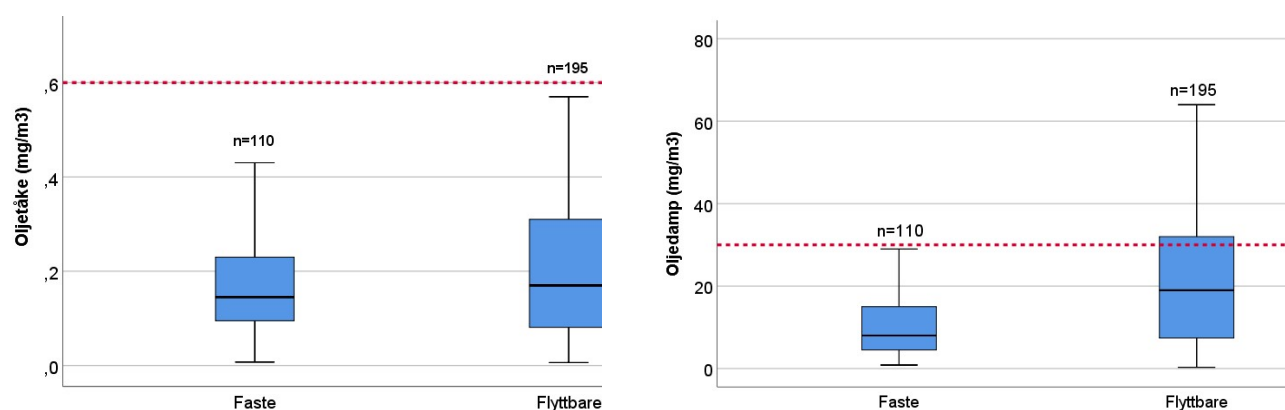
Figur 3. Konsentrasjon av oljetåke (venstre) og oljedamp (høyre) ved stasjonær og personlig prøvetaking.

## Resultat fra personlig prøvetaking

I denne framstillingen er resultatene hovedsakelig gitt i box-plot figurer. Hovedresultatene er også gitt i tabellform i Vedlegg 4.

### Faste og flyttbare innretninger

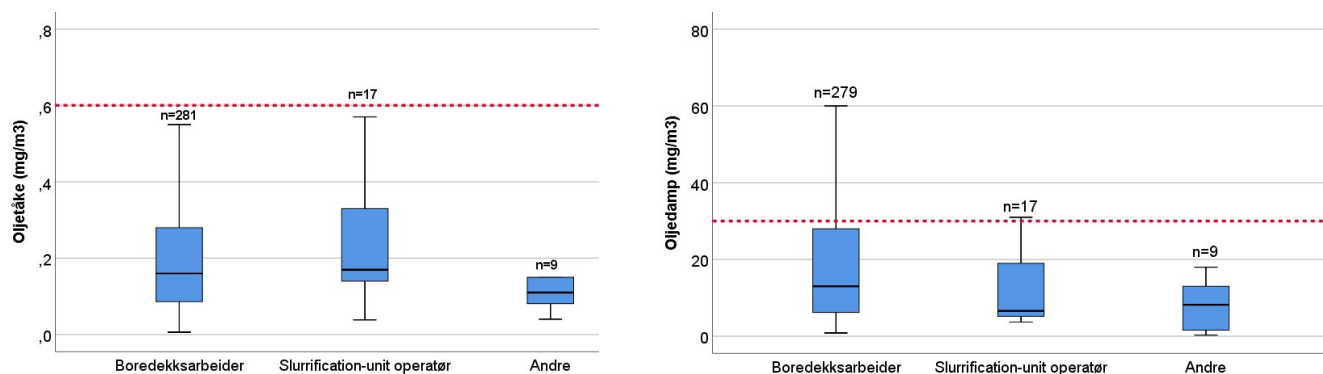
Personlig eksponering for både oljetåke og oljedamp var høyere på flyttbare enn på faste innretninger (Figur 4). For oljedamp var forskjellen signifikant. Medianverdien av eksponeringen er nærmest grenseverdien for oljedamp på flyttbare innretninger.



Figur 4. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp på faste og flyttbare innretninger. Grenseverdiene er angitt med stiplet, rød linje.

### Jobbtitler

Majoriteten av de personlige målingene var tatt på boredekkarbeidere (n=281) mens ganske få målinger var gjort blant slurrification-unit operatører (n=17), mudpit-operatør (n=3), brønnservice (n=3) og andre (n=3) (Figur 5). I den følgende framstillingen har vi derfor fokusert på personlig eksponering blant de som er angitt som boredekkarbeidere.

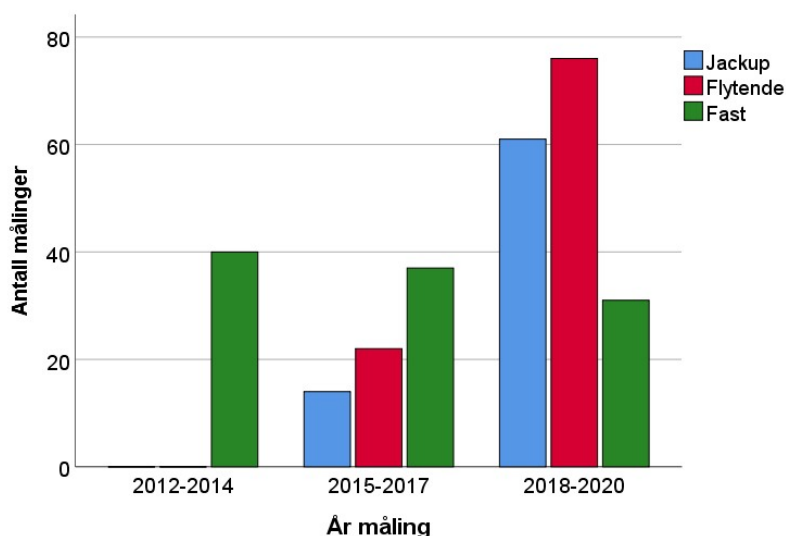


Figur 5. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp fordelt på boredekkssarbeider, slurrification-operatør og andre.

## Eksponering blant boredekkssarbeidere

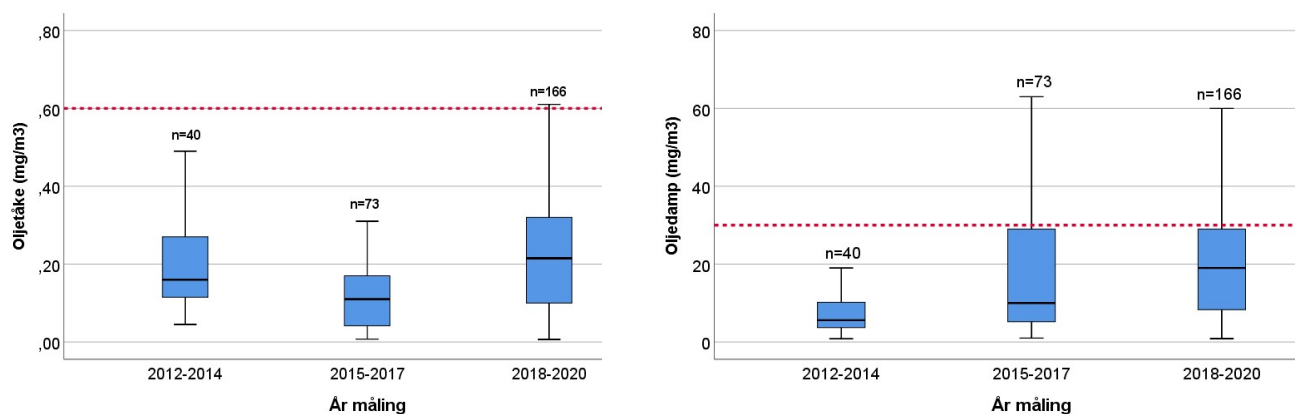
### År for måling

Målerapportene som ble hentet inn, var fra perioden 2012-2020, som så ble delt inn i treårsperioder (Figur 6). Med bakgrunn i etterspurte måledata fra de 2 siste årene så ligger hovedtyngden av målinger i den siste perioden (2018-2020). Det må derfor ikke tolkes som at det ikke har vært gjort målinger på flyttbare installasjoner i den første perioden. Når vi skal tolke de videre resultatene er det imidlertid viktig å ta hensyn til denne fordelingen.



Figur 6. Antall personlige målinger blant boredekkssarbeidere fordelt på prøvetakingsår og type boreinstallasjon.

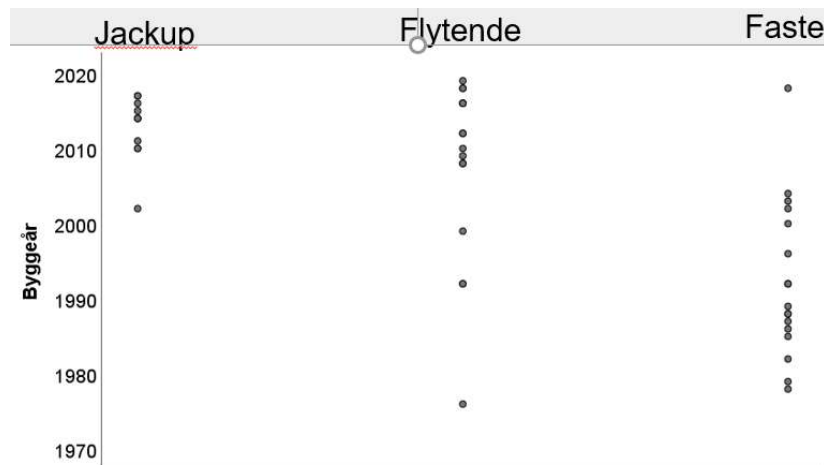
Det var en tendens til økende eksponering for oljedamp for hver periode (Figur 7). Dette var ikke så tydelig for oljetåke, men også her var det en økning fra andre til tredje tidsperiode. Økningen i eksponering kan delvis skyldes forskyvningen av andel målinger fra faste til flyttbare innretninger med tiden og kan henge sammen med at det er høyere eksponering på flyttbare enn på faste innretninger, spesielt for oljedamp (Figur 4).



Figur 7. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekksarbeidere fordelt på treårsperioder for når målingene ble foretatt.

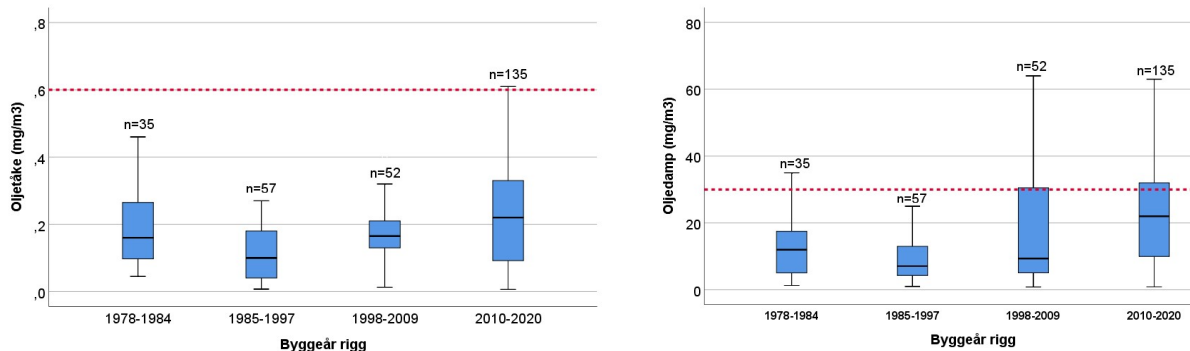
#### Byggeår for installasjonene og eksponering

Blant de innretningene vi presenterer målinger fra er jackups og flytende generelt av nyere dato enn de faste (Figur 8).



Figur 8. Fordeling av byggeår blant de installasjonene som har bidratt med målinger. Hver innretning er representert med et punkt.

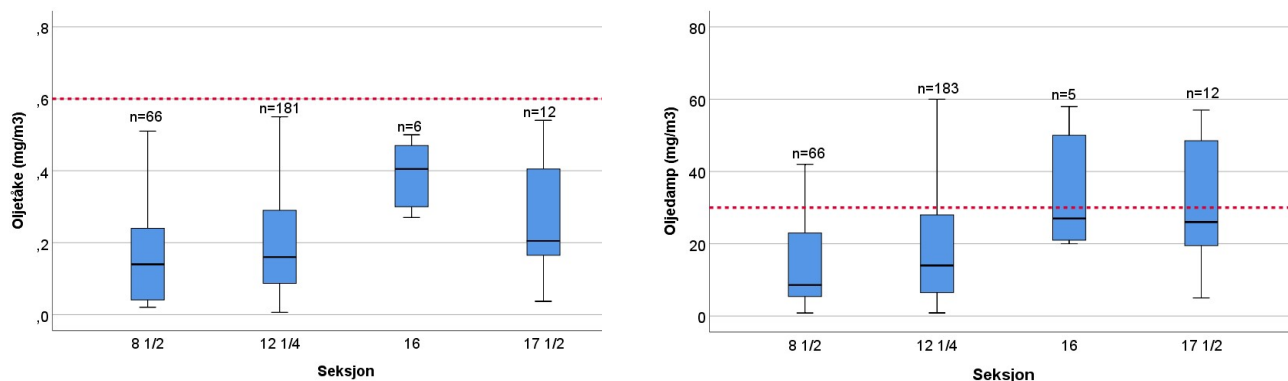
Når vi delte byggeår for innretningen inn i fire tidsperioder var det en tendens til økende eksponering for oljedamp for de nyere installasjonene (Figur 9) som hovedsakelig er flyttbare installasjoner (Figur 8). Denne økningen var ikke så tydelig for oljetåke. Økningen i eksponering på de nyere installasjonene (byggeår 2018-2020) kan derfor delvis skyldes at eksponeringen er høyere på de flyttbare enn på faste innretninger.



Figur 9. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekksarbeidere fordelt på byggeår for installasjonene.

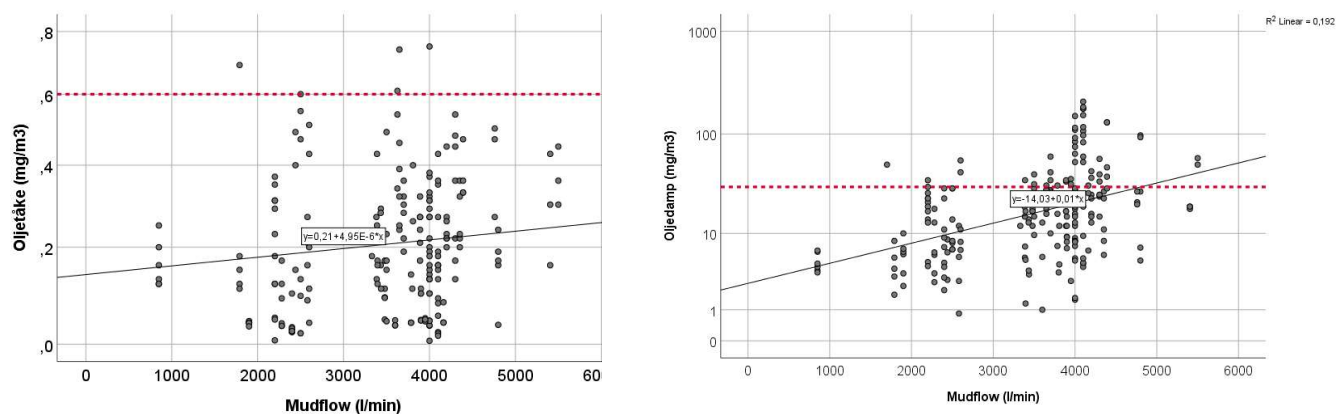
#### Boreseksjoner og mudflow

Det var høyest eksponering for både oljedamp og oljetåke forbundet med boring i 16- og 17½-seksjonene, men antallet målinger i disse seksjonene var svært lavt (Figur 10). Eksponeringen for oljedamp var høyere på 12¼- enn på 8½ -seksjonen, men denne forskjellen var ikke så tydelig for oljetåke.



Figur 10. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekksarbeidere fordelt på boreseksjoner.

Det var en middels, men signifikant sammenheng mellom mudflow og oljedamp (Pearson korrelasjonskoeffisient  $r=0.44$ ;  $p<0,01$ , men ikke mellom mudflow og oljetåke) (Figur 11). Figuren viser at overskridelsene av grenseverdien for oljedamp skjer hovedsakelig ved mudflow over 3200 l/min.



Figur 11. Sammenheng mellom mudflow og eksponering for henholdsvis oljetåke og oljedamp blant boredekksarbeidere.

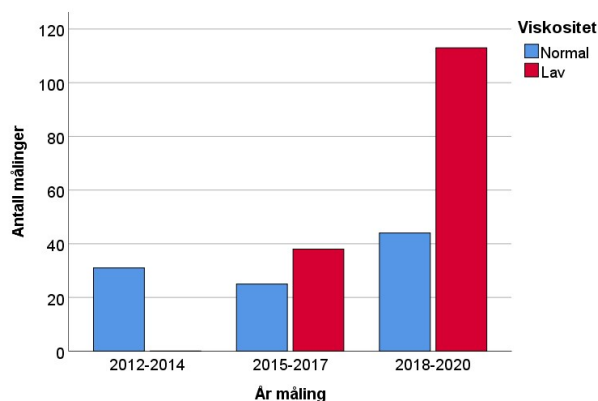
### Mudtemperatur

Målingene hadde blitt utført ved mudtemperaturer i området 24–74°C. Det var ingen signifikante sammenhenger mellom mudtemperatur og eksponering for verken oljetåke eller oljedamp.

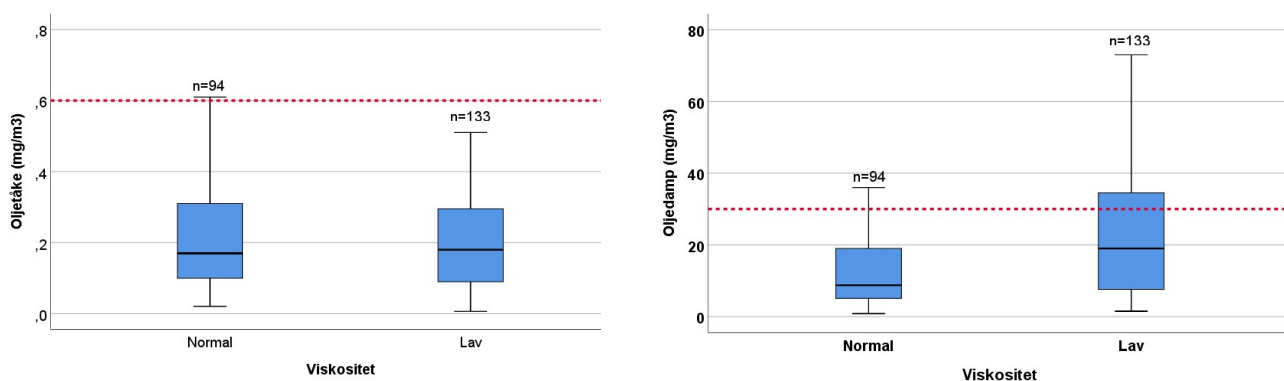
Vi har tidligere rapportert lignende resultat for personlige målinger (n=311) utført i perioden 1989–2004 (Steinsvåg et al., 2006). I den studien var det heller ingen direkte sammenheng mellom mudtemperatur og høyere eksponering for oljetåke eller for oljedamp. I statistiske analyser der vi tok hensyn til en rekke andre faktorer som kan påvirke eksponeringen fant vi da imidlertid at eksponeringen for oljetåke og oljedamp økte med henholdsvis 19% og 16% for en 10°C økning i mudtemperatur. Årsaken til at vi ikke ser en direkte sammenheng mellom mudtemperatur og oljetåke/oljedamp i de måledataene som nå er samlet inn har trolig samme forklaring som i Steinsvåg et al. (2006). Det vil si at det er svært mange andre faktorer som påvirker eksponeringen, og som dermed visker ut en eventuell sammenheng hvis det ikke tas hensyn i analysene. Slike analyser ligger ikke innenfor rammene i dette prosjektet.

### Viskositet

Det er en økning i antall målinger ved bruk av lavviskøse baseoljer i løpet av perioden 2012–2020, spesielt de tre siste årene (Figur 12). Personlig eksponering for oljedamp var signifikant høyere ved bruk av lav-viskøse baseoljer (2.0–2.3 mm²/s) enn for baseoljene med normal viskositet (3.0–4.5 mm²/s ved 40°C) (Figur 13). Det var liten forskjell for oljetåke.



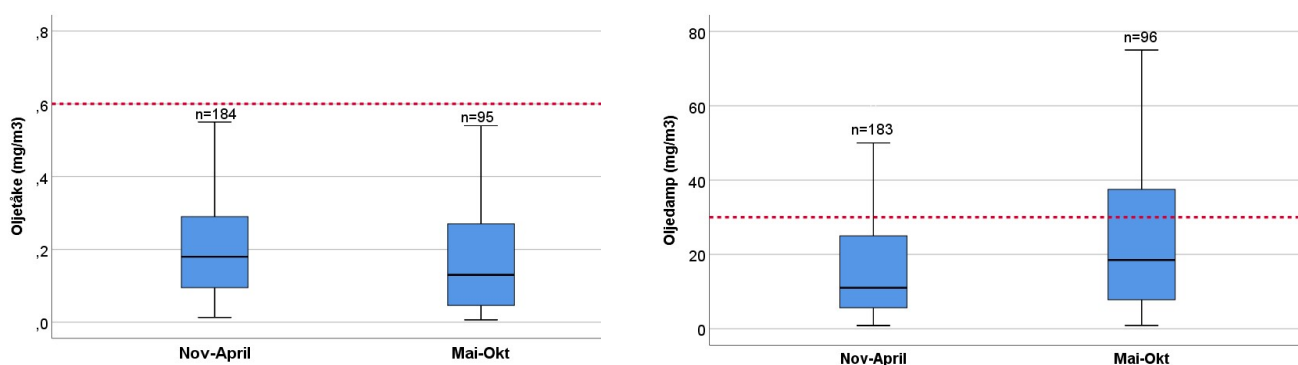
Figur 12. Antall målinger blant boredekkarbeidere fordelt på viskositet for baseoljen. (Lav viskositet: 2.0–2.3 mm<sup>2</sup>/s ved 40°C; normal viskositet: 3.0–4.5 mm<sup>2</sup>/s ved 40°C).



Figur 13. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekkarbeidere fordelt på viskositet for baseoljen.

#### Årtidsvariasjon

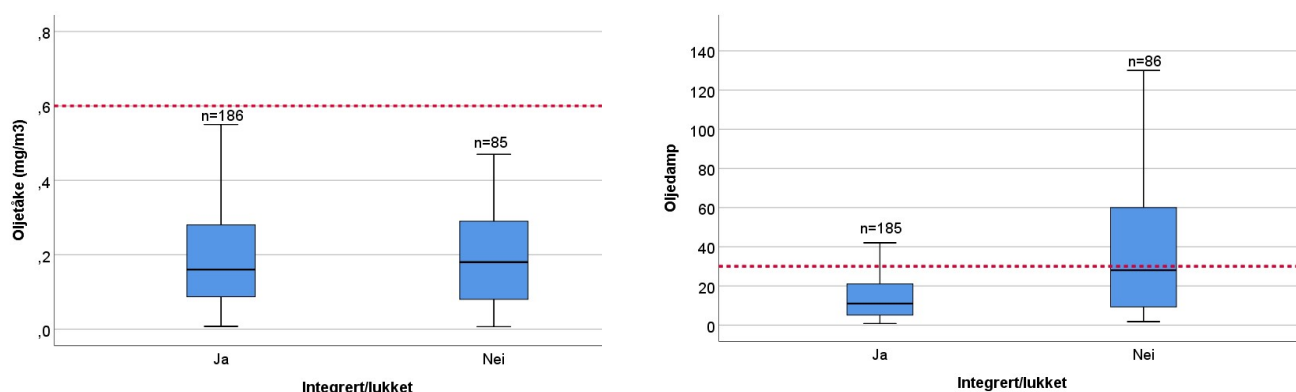
Året ble delt inn i Sommer (mai-oktober) og Vinter (november–april) basert på de 6 månedene med henholdsvis høyest og lavest middel-månedstemperatur. Personlig eksponering for oljetåke var signifikant høyere om vinteren enn om sommeren (Figur 14). For oljedamp var eksponeringen signifikant høyere om sommeren enn om vinteren.



Figur 14. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekkarbeidere fordelt på sesong for når målingene ble utført.

### Integrert/innelukket shaker

Ifølge resultater fra riggskjemaet som ble fylt ut av riggeierne hadde 27 (61%) innretninger integrert/lukket shaker. Figur 15 viser at personlig eksponering for oljedamp var signifikant lavere når shakerne var lukket/integrert. Forskjellen var mindre tydelig for oljetåke. Medianen for eksponeringen for oljedamp ( $27 \text{ mg/m}^3$ ) var nær grenseverdien ( $30 \text{ mg/m}^3$ ) der det ikke var integrert/lukket shaker.



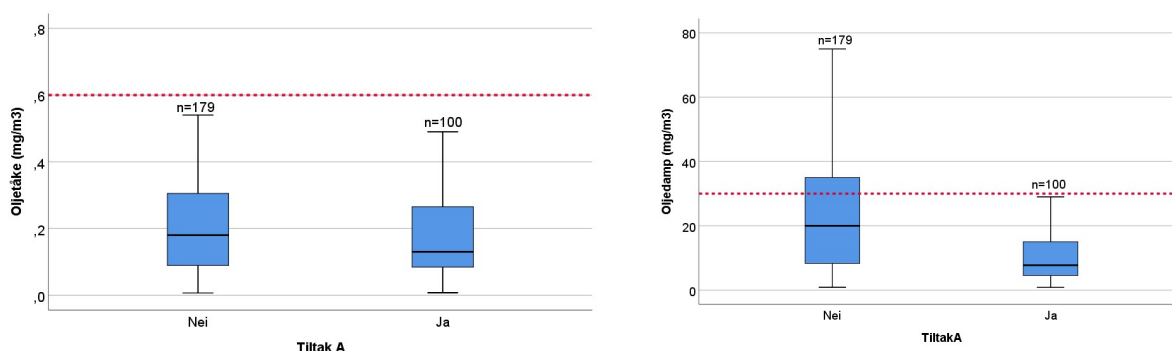
Figur 15. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekkarbeidere fordelt på om innretningene hadde integrert/lukket shaker.

### Sammenstilling av tiltak

Vi benyttet informasjon fra riggskjemaet til å sette i sammen noen tiltak for å se hvor mye disse til sammen påvirket den målte eksponeringen

**Tiltakspakke A:** Shakerne er ikke lokalisert med mudpit eller kaksanlegg, integrert/lukket shaker og lukket slamrenne.

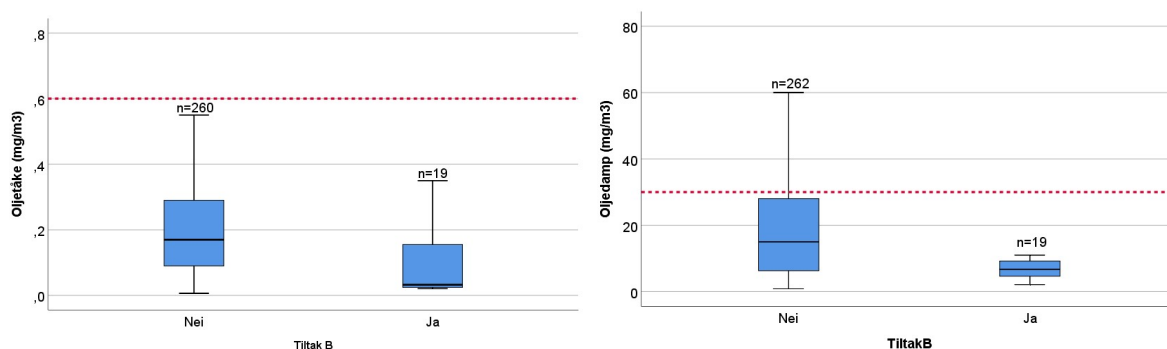
Det var signifikant lavere eksponering for oljedamp ( $p < 0,01$ ) på de riggene der de hadde Tiltakspakke A (Figur 16). Eksponeringen var også lavere for oljetåke, men ikke så tydelig ( $p = 0,06$ )



Figur 16. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekkarbeidere fordelt på om de hadde Tiltakspakke 1 (Ja) eller ikke (Nei).

Tiltakspakke B: Shakerne er ikke lokalisert med mudpit eller kaksanlegg, integrert/lukket shaker, lukket slamrenne og mudkjøler i bruk.

Det var betydelig og signifikant lavere eksponering både for oljetåke ( $p < 0,01$ ) og for oljedamp ( $p < 0,01$ ) på de riggene der de hadde Tiltakspakke B (Figur 17). Imidlertid var det kun 19 målinger i den gruppen som hadde Tiltakspakke B, og resultatene er derfor svært usikre.



Figur 17. Personlig eksponering for oljetåke og oljedamp blant boredekkarbeidere fordelt på om de hadde Tiltakspakke 2 (Ja) eller ikke (Nei).

## Resultat fra stasjonær prøvetaking

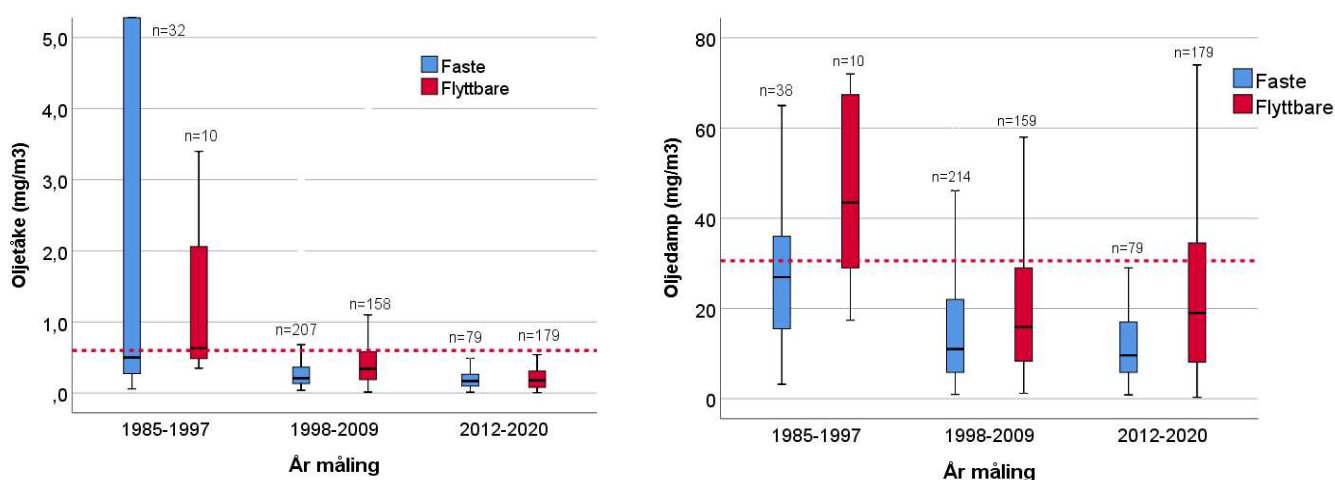
Det ble målt høyere nivåer av oljetåke og oljedamp for de stasjonære målingene (medianer: oljetåke:  $0,25 \text{ mg/m}^3$ ; oljedamp:  $24 \text{ mg/m}^3$ ) (Vedlegg 5) enn for de personlige målingene ( $0,16$  og  $12 \text{ mg/m}^3$ ). Dette er som forventet siden de stasjonære prøvene ble tatt i shakerområdet over to timer, mens de personlige prøvene er tatt på boredekkarbeidere som også oppholder seg i mindre eksponerte områder i løpet av målingen. Resultatene fra de stasjonære målingene viste imidlertid hovedsakelig samme trend som de personlige prøvene med hensyn til de fleste av hovedvariablene gitt i Vedlegg 4. Det var høyere konsentrasjon av oljedamp på flyttbare enn på faste installasjoner, og når det ble benyttet baseoljer med lav viskositet. Som for personlige prøver var det også en tendens til høyere eksponering for oljedamp for de nyere installasjonene (Vedlegg 4) som hovedsakelig er flyttbare installasjoner (Figur 8). Denne forskjellen var ikke så tydelig for oljetåke. Den høyere eksponeringen på de nyere installasjonene (byggeår 2018-2020) kan derfor delvis skyldes at eksponeringen er høyere på de flyttbare enn på faste innretninger. Videre var det en middels, men signifikant sammenheng mellom mudflow og både oljetåke ( $r=0,31$ ;  $p < 0,001$ ) og oljedamp ( $r=0,32$ ;  $p < 0,01$ ).

Det var ingen direkte sammenheng mellom mudtemperatur og oljetåke, men til forskjell fra de personlige prøvene var det en signifikant sammenheng mellom mudtemperatur og oljedamp ( $r=0,20$ ;  $p < 0,05$ ). En tidligere studie som inkluderte 445 stasjonære målinger fra 1998-2004 i shakerrommet (Bråtveit et al., 2009) rapporterte en direkte sammenheng mellom mudtemperatur og høyere eksponering for oljetåke, men ikke for oljedamp. I statistiske analyser der vi tok hensyn til en rekke andre faktorer som kan påvirke eksponeringen fant vi da at eksponeringen for oljetåke og oljedamp økte med henholdsvis

54% og 86% for en 10°C økning i mudtemperatur. Som beskrevet for personlige målinger så ligger ikke slike detaljerte analyser innenfor rammene i dette prosjektet.

## Endringer i eksponering i perioden 1985 til 2020

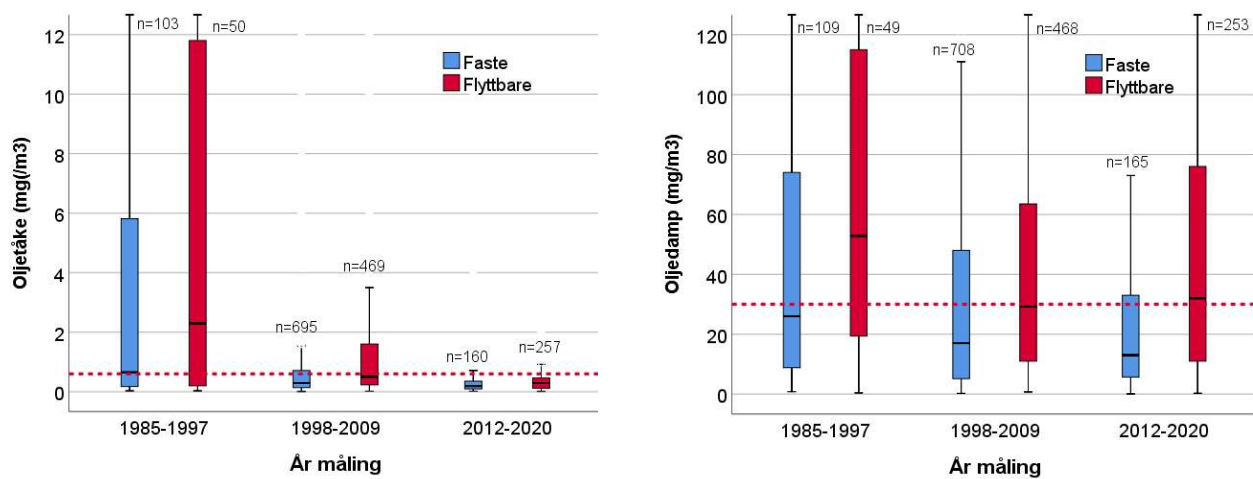
Det har generelt vært en reduksjon i personlig eksponering i shakerområdet over de tre tidsperiodene i figur 18 (1985-1998, 1998-2009 og 2012-2020), både for oljetåke og for oljedamp. For oljetåke var det signifikant reduksjon i eksponering mellom hver tidsperiode både på faste og flyttbare innretninger. For oljedamp var det på begge typer innretninger en signifikant reduksjon i eksponering mellom første og de to siste tidsperiodene, men ingen endring mellom de to siste periodene. For flyttbare innretninger var det en tendens til økt oljedamp konsentrasjon mellom de to siste periodene. I alle tidsperiodene var det en høyere eksponering av oljedamp på flyttbare enn på faste innretninger. Forskjellen i oljetåke mellom flyttbare og faste innretninger var signifikant forskjellig i de to første tidsperiodene, men som beskrevet tidligere ikke i den siste perioden (2012-2020).



Figur 18. Personlig eksponering blant arbeidstakere i shakerområdet i tre tidsperioder fra 1985 til 2020.

Stasjonære målinger i shakerrommet viste også hovedsakelig en reduksjon både for konsentrasjonen av oljedamp og oljetåke over de tre tidsperiodene målingene hadde blitt foretatt mellom 1985-2020 (Figur 19). For oljetåke var det signifikant reduksjon i eksponering mellom hver tidsperiode både på faste og flyttbare innretninger. For oljedamp var det på begge typer innretninger en signifikant reduksjon i eksponering mellom første (1985-1997) og de to siste tidsperiodene (1998-2009 og 2012-2020), men ingen endring mellom de to siste periodene.

I alle tre tidsperiodene var det en høyere eksponering av oljedamp på flyttbare enn på faste innretninger. Som for personlige prøver var forskjellen i oljetåke mellom flyttbare og faste innretninger signifikant forskjellig i de to første tidsperiodene (1985-1997 og 1998-2009), men ikke i den siste perioden (2012-2020).



Figur 19. Resultat fra stasjonær prøvetaking i shakerrommet i tre tidsperioder fra 1985 til 2020.

## Kvalitetsvurdering av målerapportene

### Innledning – ulike lesergrupper

Som beskrevet i «God og presis rapportskriving: veiledning for yrkeshygienikere» er det foreslått at forfatteren bør identifisere ulike mål, ofte beskrevet som primære, sekundære og tertiære mål.

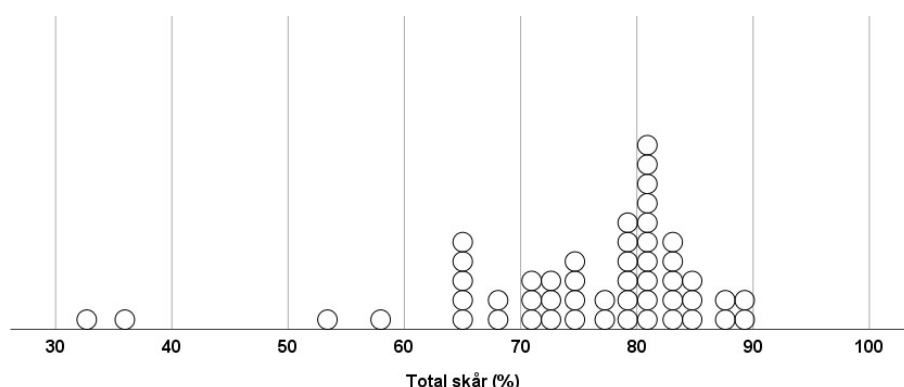
- Primære mål er de som utløste utarbeidelsen av rapporten i første omgang. For eksempel en kartlegging for å få bakgrunnsmåling i et spesielt område eller for å vise effektiviteten av et tiltak
- Sekundære mål er de som ikke utløste utarbeidelsen av rapporten, men er interessant for lederen, yrkeshygienikeren eller lokal arbeidsstyrke. Rapporten etter kartleggingen foretatt for å vise effektiviteten av et nytt kontrolltiltak kan for eksempel også ha sekundære mål som risikokommunikasjon og behov for opplæring. Den kan også bli brukt som bidrag til å bevise juridisk at en eksponeringsgrense, interne firmaprosedyrer og/eller forskrifter blir etterlevd.
- Tertiære mål er de som ikke er direkte relatert til forfatteren eller den primære leserkretsen. Disse er i stor grad relatert til mulig fremtidig bruk av rapporten; Forskere for eksponeringsmodellering eller epidemiologiske studier, lovgivende myndigheter, yrkesmedisinske avdelinger ved sykehus, designingeniører eller andre yrkesutøvere innen helse, miljø og sikkerhet, eller fremtidige juridiske saker.

Veiledningen sier videre at rapportene derfor kan ha en svært variert lesekrets siden den kan leses av en rekke mennesker/profesjoner inkludert: Ledere, ansatte, fagforeningsrepresentanter, myndigheter, arbeidsmedisinske avdelinger, yrkeshygienikere og forskere. Hver av disse gruppene har varierende grad av kunnskap og interesse for forskjellige deler av rapporten. Topplederen kan for eksempel kreve korthet, mens mekaniker, linjelederen og forskeren eller sykehuslegen kan kreve stor detaljeringsgrad. Andre lesere kan være advokater og de som utfører yrkesskadevurderinger. For en ny yrkeshygieniker som skal gjøre en ny måling i samme arbeidsmiljø bør rapporten være detaljert nok til at hun/han kan gjøre den på samme måte.

Vår vurdering av målerapportene er gjort på bakgrunn av at de skal kunne dekke behovene for alle disse lesergruppene. Noen av punktene vi har sett etter kan derfor synes å være for detaljerte for noen lesergrupper. En vurdering ut fra ulike leserbehov ligger imidlertid utenfor rammene av dette prosjektet

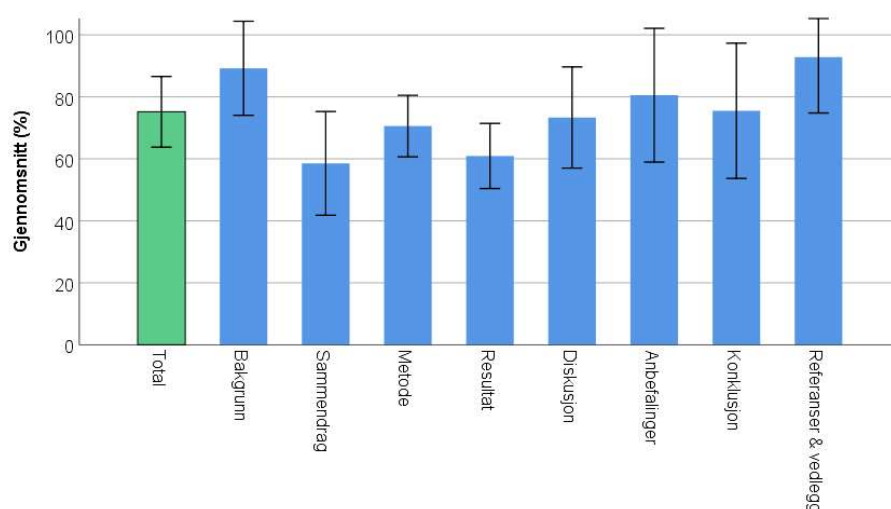
### Resultater fra vurdering av målerapportene

Figur 20 viser at majoriteten av målerapportene hadde en totalskår på over 75-90% som må betegnes som god til svært god (Vedlegg 2). Medianverdien ligger på rundt 80 %, mens 4 rapporter fikk en totalskår på under 60% som kan betegnes som svak/ikke tilfredsstillende. Rapporter i området 65-75% kan betegnes som middels siden de mangler vesentlige punkter og har dermed et forbedringspotensiale.



Figur 20. Fordeling av totalskår (i %) for 51 målerapporter.

De hovedpunktene som generelt skårer høyest er Bakgrunn, Anbefalinger/tiltak og Referanser/vedlegg, mens de hovedpunktene som skårer lavest er Sammenheng og Resultat (Figur 21).



Figur 21. Totalskår og fordeling av skår (i %) for hvert hovedpunkt i 51 målerapporter.

### Vurdering av hovedpunktene med forslag til forbedring

Vi har i den følgende framstillingen skrevet en vurdering av utvalgte underpunkter for de 8 hovedkapitlene i målerapportene. For en fullstendig oversikt over skårene på hvert enkelt underpunkt vises det til Vedlegg 2 der det går fram at mange målerapporter skårer høyt på en rekke av underpunktene. Dette gjenspeiles i at majoriteten av målerapportene ble vurdert som gode/svært gode (Figur 20). **Siden målsettingen vår med oppsummeringen nedenfor var å omtale områder som har forbedringspotensial har vi i den følgende beskrivelsen kun gitt en kort generell beskrivelse innledningsvis for hvert av hovedkapitlene om hva som er godt dekket i målerapportene. Vi har valgt å fokusere på de underpunktene der vi har sett rom for ytterligere forbedring.**

#### Bakgrunn

- Det er generelt god kvalitet på bakgrunnskapitlet. De fleste har angitt målsetting/hensikt, f.eks om det er for å vurdere samsvar med grenseverdi eller for å kontrollere tiltak. Grenseverdien og mulige helseeffekter er også beskrevet i de aller fleste rapportene.

- De aller fleste rapportene mangler informasjon om Strategi mht om det er en forundersøkelse eller en detaljert eller periodisk kartlegging.
- Flere rapporter mangler informasjon om historien/bakgrunnen med hensyn til tidligere eksponeringsvurderinger/målinger som hadde vært utført. Det bør vurderes om en kort oversikt over tidligere målinger/vurderinger, f.eks en tabell bør inkluderes.

### Sammendrag

- Alle rapportene har et kort sammendrag, og som anbefalt i veiledningen er dette på maksimalt en side. De fleste har angitt hvilken jobbgruppe som er målt, antall prøver og hovedresultater i % av grenseverdi.
- Den ene siden med sammendrag kan generelt utnyttes bedre og i større grad tilpasses mottaker som ikke har behov for å lese hele rapporten. Flere av rapportene dekker ikke alle hoveddelene i et sammendrag: Målsetting/strategi, Metode (Hvem/hva/hvor/når og målemetode), Resultat, Konklusjon og Tiltak/anbefalinger
- Rundt halvparten av rapportene mangler beskrivelse av målsetting (f.eks. teste samsvar med grenseverdi eller for å kontrollere tiltak) og/eller strategi (dvs om det er forundersøkelse, detaljert, periodisk). Strategi er kun i få tilfelle oppgitt i sammendragene.
- Det er lite informasjon å finne i sammendragene om prøvetakings- og analysemetoder og at dette gjelder 2-timers prøver.
- Hovedresultat bør også angis i konsentrasjon ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) siden grenseverdier kan endres over tid og at sammendraget skal være tilpasset alle lesergrupper. Det bør fremgå i sammendraget at resultatene er gitt i % av 12-timers grenseverdi selv om målingen kun er på 2 timer.
- Konklusjonen kan i de fleste tilfeller gjøres mer tydelig/fullstendig. Konklusjonen bør kort oppsummere hovedfunn, sammenligne med grenseverdi og egen risikovurdering og vise til veien videre mot tiltak og evt. periodiske målinger/vurderinger. Det kan være uklart for noen lesergrupper når f.eks. middelveiden er oppgitt som 40% av grenseverdien og det likevel foreslås tiltak.
- Forslag til tiltak er ofte henvist til senere kapittel. De viktigste tiltak som er knyttet opp mot hensikten for målingene bør sammenfattes i sammendraget

### Metoder

- De fleste sjekkpunktene som gjelder detaljer om arbeidsplassen og lokalene, produksjonsforhold/prosesser/betingelser og selve prøvetakingen (målemetode) er godt dekket i majoriteten av rapportene.
  - Seleksjon av arbeidstakere er sjelden helt i tråd med anbefaling i AT450 (bl.a. for antall personlige prøver, gjentatte målinger pr arbeidstaker og representativitet for hele skift). Det er sjelden mulig å vurdere om flere målinger er gjort på samme person i løpet av kartleggingen.
  - Arbeidsoppgaver for de som deltar i prøvetakingen er oftest oppgitt, men i 18 av 51 rapporter er arbeidsoppgavene ikke knyttet til spesifikke prøver
  - Beskrivelse av eksisterende, generell ventilasjon og avtrekk samt tilgang og prosedyre for bruk av PPE er angitt i majoriteten av rapportene, men faktisk bruk av PPE under prøvetakingen mangler i 16 av rapportene. Rundt halvparten mangler informasjon om driftsforhold for ventilasjonen under selve målingen.
-

- LOD/LOQ og blindprøver er ikke omtalt eller diskutert i metodedelen. I resultatdelen er målte konsentrasjoner under deteksjonsgrensen oppgitt som <LOD. Denne vil imidlertid variere med prøvetakingstiden, og LOD for 2-timers prøve bør derfor angis i metodedelen, også mht at ulike laboratorier kan ha ulike LOD.

### Resultat

- De aller fleste rapportene angir alle måleresultatene i detalj, inkludert enhet og sentraltendens/spredning. Hovedresultatene er også presentert i teksten i resultat eller i det påfølgende vurderingskapittelet. Informasjon om blindprøver mangler imidlertid.
- Vurdering av 2-timers prøven er gjort mot 12 timers grenseverdi, oftest kun med en kort begrunnelse om at dette gir et konservativt eksponeringsestimat siden det argumenteres med at denne prøvetakingsperioden omfatter den tiden arbeidstakeren er mest eksponert i løpet av 12-timers skiftet. Bare 4 rapporter har en vurdering av 12-timers eksponering ut fra en mer detaljert vurdering av eksponering for resten av skiftet. Siden den nye standarden mht vurdering mot grenseverdi setter betydelig strengere krav til samsvar med grenseverdi, vil det framover være nødvendig å estimere 12-timers eksponeringen mer presist enn det som er vanlig i bransjen i dag.
- Figur/tabell-tekster kan i majoriteten av rapportene ikke forstås fullstendig uten å måtte referere til teksten. Henvisning til tabeller/figurer i teksten mangler i flertallet av rapportene. Dette gjør det tungvint å finne riktig tabell når resultatene presenteres i teksten.
- Som nevnt under vurderingen i metode er arbeidstakerens aktivitet ikke direkte knyttet mot prøve i 18 av rapportene.
- Prøvetakingstid må knyttes til måling i tabellene i resultatkapitlet, dette er ofte gitt i vedlegg til rapportene, men mangler i noen av resultattabellene

### Diskusjon

- Diskusjonen er generelt av god kvalitet i de fleste rapportene. Vår vurdering er basert på om diskusjonen har med følgende punkter: Usikkerhet, representativitet, vurdering mot grenseverdi, kontrolltiltak og evt mangler/begrensninger. Av disse faktorene er det minst diskusjon mht usikkerhet i målinger som sjelden er kommentert og diskutert. Dette er et viktig poeng bla siden det blir tatt relativt få målinger, og at det er svært mange faktorer som spiller inn på målingene.
- Som omtalt under vurderingen av resultatkapitlet over er det oftest kun en kort begrunnelse for bruk av 2-timers måling opp mot full-skift eksponering. Det er sjelden diskusjon rundt en mer detaljert vurdering av eksponering over hele 12-timers skiftet.

### Anbefalinger

- De fleste rapportene har lister med forslag til forebyggende tiltak som i tillegg er risikoklassifisert. I en del tilfelle kan disse ikke knyttes opp til målsettingen i rapporten, metodene og resultatene. De foreslåtte tiltakene inkluderer oftest både tekniske og organisatoriske tiltak. Hvordan slik tilleggsinformasjon har blitt samlet inn finnes spredt i fremstillingen. En samlet beskrivelse i metodedelen av hvordan dette har foregått (sjekklister, observasjon, intervju, osv) hadde forbedret fremstillingen.
  - Forslag til systematikk i videre kartlegging av eksponering mangler, ofte nevnes kun kort at det er behov for periodiske målinger
-

### Konklusjon

- Som beskrevet under vår vurdering av Sammen drag forventer vi at konklusjonen skal inneholde en kort oppsummering av hovedfunn, sammenligning med grenseverdi og egen risikovurdering og vise til veien videre mot tiltak og evt. periodiske målinger/vurderinger. Mange rapporter har konklusjoner som dekker det meste av dette, men den kan i mange tilfeller gjøres mer tydelig og fullstendig i et eget avsnitt, enten på slutten av resultat/vurderingskapittelet eller som eget kapittel. Tolv av rapportene mangler konklusjon som eget punkt/avsnitt.

### Referanser og vedlegg

- Majoriteten av rapportene oppfyller kravene til dette punktet.

## Sammenligning av kontekstuell informasjon i rapportene fra 2012-2020 og 1979-2009

Det har vært en vesentlig forbedring over tid med hensyn til kontekstuell informasjon som er angitt i målerapportene (Tabell 1). Grunnen til at noen av variablene (måletid og mudflow) viser en liten reduksjon i den siste perioden i forhold til 1998-2009 er at vi for målerapportene fra 2012-2020 ikke har telt som gyldige de målepunktene som ikke har eksakte verdier knyttet til seg, dvs fra rapporter der f.eks måletid kun er oppgitt som min-max i løpet av hele måleserier.

*Tabell 1. Andel personlige målinger der det er angitt informasjon sammenlignet med tidligere tidsperioder.*

|                          | Andel av målepunktene som har opplysning (%) |         |               |                 |
|--------------------------|----------------------------------------------|---------|---------------|-----------------|
|                          | 1979- 85                                     | 1985-97 | Fra 1998-2009 | 2012-2020       |
|                          | n=43                                         | n=292   | n=564         | n=307           |
| Skisse/bilde av lokasjon | 0                                            | 23      | 49            | 94              |
| Måletid                  | 12                                           | 39      | 97            | 76 <sup>a</sup> |
| Shakere i drift          | 0                                            | 12      | 54            | 95              |
| Seksjon                  | 0                                            | 30      | 93            | 97              |
| Mudflow                  | 10                                           | 22      | 83            | 77 <sup>b</sup> |
| Mudtemperatur            | 12                                           | 62      | 99            | 95              |
| Baseoljenavn             | 100                                          | 81      | 82            | 85              |
| Jobbtittel               | 76                                           | 38      | 74            | 100             |
| Lufttemperatur ute       | 0                                            | 7       | 53            | 38 <sup>d</sup> |
| Vindstyrke               | 0                                            | 7       | 56            | 43 <sup>d</sup> |

<sup>a</sup>Sju av 51 målerapporter hadde angitt måletid som min-max, dvs ikke knyttet måletid til enkeltprøver

<sup>b</sup>Fem av 51 målerapporter manglet informasjon om mudflow

<sup>d</sup>Kun de som har oppgitt verdi for dette er telt opp. Flere målerapporter argumenter med at det var på lukkede rigger der værforhold ikke spilte noen rolle, og anga derfor ikke dette

## Vurdering etter NS-EN 689 og Arbeidstilsynets guide

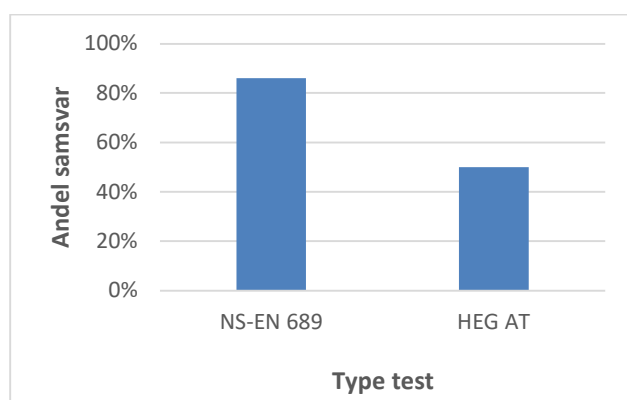
Det ble vurdert totalt 86 måleserier, derav 43 måleserier av oljetåke og 43 måleserier av oljedamp fra totalt 51 målerapporter. I alt 16 måleserier ble forkastet pga mangelfull informasjon eller for få målinger (mindre enn 3 målinger) i serien. Av disse 86 måleseriene ble 56 serier (28 oljetåke og 28 oljedamp) vurdert som detaljerte undersøkelser med minst 6 målinger i hver serie, og 30 serier (15 oljetåke og 15 oljedamp) som forenklede undersøkelser med 3-5 målinger i hver serie.

**Test av Sammenlignbar eksponert gruppe (SEG) og Homogen eksponert gruppe (HEG)**  
NS-EN 689 er definert for eksponeringsmålinger. Vi har valgt å se på personbårne målinger kun for boredekkarbeidere, som utgjør det store flertallet av eksponeringsgrupper det er målt på (92 %).

Vi testet opp mot kriterier for SEG i NS-EN 689 og HEG hos Arbeidstilsynet. Test for SEG ble utført ved anbefalt metode i NS-EN 689 Annex E.2 for såpass små datasett: Grafisk metode ved å undersøke linjetilpasning i Log-Sannsynlighets plott. Plotting ble utført i hovedsak ved bruk av YH Hjelp verktøyet, men for noen fordelinger ble dette også sjekket ved manuell plotting på Log-Sannsynlighets papir. I enkelte tilfeller ble tilpasning til normalfordeling testet.

Testene viste at 86 % av måleseriene ble vurdert å utgjøre en SEG (Figur 22), men i noen tilfeller var vurderingene usikre. Dersom man brukte Arbeidstilsynet kriterier for HEG, ble bare 50% av måleseriene vurdert å utgjøre en SEG. Nesten halvparten (45 %) av måleseriene tilfredsstilte kriteriene både til SEG utfra NS-EN 689 og kriteriene til HEG fra Arbeidstilsynet.

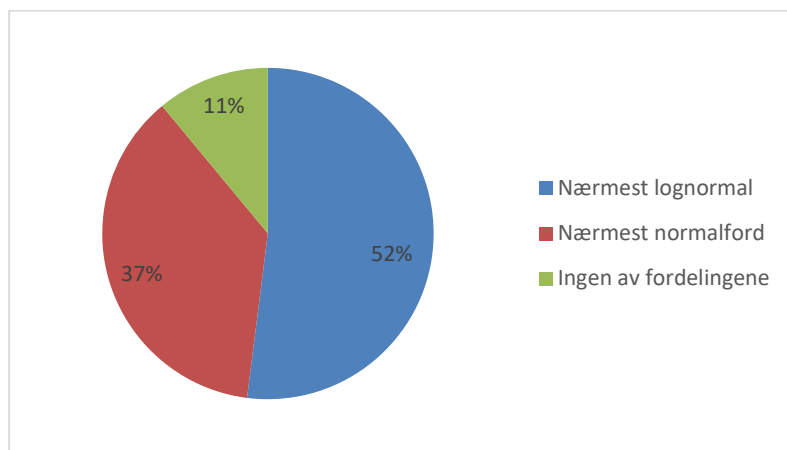
Boredekkarbeidere utfører samme type oppgaver i samme områder på de ulike installasjonene. Spredningen i måledata innenfor en SEG kan skyldes variasjon i de mange variablene som påvirker eksponeringen. Her er det dermed grunn til å legge avgjørende vekt på den kjennskapen vi har til arbeidsorganisering/arbeidsoppgaver i typiske borecrew. Dette tilsier at boredekkarbeidere ble vurdert til å utgjøre en SEG/HEG i alle disse måleseriene. Testen for SEG opp mot NS-EN 689 viste seg å gi vurderinger som best samsvarte med dette.



Figur 22. Andel av måleseriene som tilfredsstiller kravene til Similar Exposure Group (SEG) i NS-EN 689 og til Homogenous Exposure Group (HEG) fra Arbeidstilsynet.

### Statistisk test av fordeling

Vi testet statistisk om hver SEG i de detaljerte undersøkelsene var normal- eller log-normal fordelte. Ved bruk av YH Hjelp verktøyet oppfylte 41% av alle måleseriene testkravene for både Log-normal og normal fordeling, men lå tettest opp mot Log-normal fordeling (Figur 23). Videre oppfylte 32% av måleseriene testkravene for både Log-normal og normal fordeling, men lå tettest opp mot normal fordeling. En mindre andel av måleseriene oppfylte testkravene kun for Log-normal fordeling (11%) eller kun for normal fordeling (5%). 11% av måleseriene oppfylte ikke testkravene hverken for Log-normal eller normal fordeling.



Figur 23. Oversikt over type statistisk fordeling måleresultatene hadde i de detaljerte undersøkelsene fra 56 måleserier.

Det var altså en svak overvekt av log normal-fordelte måledata i forhold til normalfordelte. Yrkeshygieniske måleresultater er generelt forventet å være best tilpasset log normal fordeling. Det framgår av Arbeidstilsynets guide, som også er anvendt i YH Hjelp verktøyet, at ved måleserier med 10 målinger eller færre skal man anta at måleseriene er log normal fordelte. Ved måleserier med flere enn 10 målinger vil man vanligvis kunne anta at måleseriene er log normal fordelte. I dette prosjektet inneholdt kun 6 av de totalt 86 måleseriene flere enn 10 målinger. To av disse måleseriene var best tilpasset en normalfordeling som dermed ble lagt til grunn for beregninger av EØK og J-verdi i de tilfellene. Ellers ble log normal fordeling lagt til grunn.

Grunnen til at vi fant såpass mange måleserier best tilpasset normalfordeling (Figur 20), kan ha sammenheng med årsaker beskrevet i NS-EN 689, Annex E.1; enten at det er høy kontroll med arbeidsmiljøfaktorer under konstante forhold, eller mer sannsynlig her at påvirkningen fra arbeidsmiljøfaktorer har underordnet betydning i forhold til tilfeldige variasjoner i måleprosedyren.

### Målinger under deteksjonsgrensen

Nitten av de 86 måleseriene (22%) inneholdt en eller flere enkeltmålinger under deteksjonsgrensen (LOD) for analysemetoden. Samtlige av disse måleseriene gjaldt målinger av oljetåke. I forberedende analyser ble det forsøkt brukt fire ulike metoder for å sette inn

verdier for de målingene som var under deteksjonsgrensen: Beta substitusjon, LOD, LOD/2<sup>1/2</sup> og LOD/2. Det viste seg for disse måleseriene at det ikke var noen forskjell mellom disse metodene med tanke på konklusjoner opp mot tiltak. For konklusjoner opp mot periodiske målinger var det kun små forskjeller i anbefaling om hyppighet av periodiske målinger i 5 av de 19 tilfellene. Dette gjaldt anbefaling om periodiske målinger enten hver 36. eller 30. måned, eller hver 30. eller 24. måned for detaljerte undersøkelser, altså kun ett trinn i forskjell utfra de foreslåtte intervallene i Annex I i NS-EN 689. Tilsvarende gjaldt det anbefaling om periodiske målinger enten hver 36. eller 24. måned for forenklede undersøkelser, også her kun ett trinn i forskjell. Beta substitusjon er den foretrukne metoden i YH Hjelp verktøyet, og ble i henhold til dette verktøyet benyttet i de videre analysene der minst 3 av måleverdiene i en serie var over deteksjonsgrensen. Det vil her si for 11 av de 19 måleseriene som inneholdt verdier under deteksjonsgrensen. For de øvrige 8 måleseriene ble deteksjonsgrensen lagt til grunn i henhold til YH Hjelp. Men forskjellen i konklusjoner var altså minimale mellom alle metodene.

#### Vurdering etter kriteriene i NS-EN 689 og AT guide opp mot AT 450

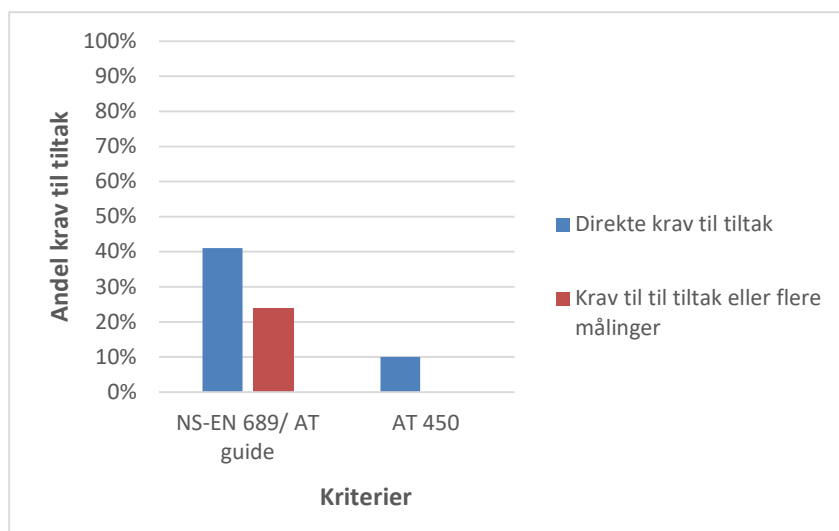
Ut fra kriteriene i NS-EN-689 og temasiden til Arbeidstilsynet så ville 41% av alle måleseriene medført direkte krav til tiltak (11 oljetåke måleserier og 24 oljedamp måleserier) (Figur 24). Dette inkluderer måleserier med 3, 4 eller 5 målinger der maksverdien er over grenseverdi. I tillegg ville 24% av måleseriene (14 oljetåke + 7 oljedamp) medført krav til tiltak eller flere målinger ved 3, 4 eller 5 målinger. Det vil si maksimumsverdi under GV, men over hhv 10, 15 eller 20 % av GV. Til sammen ville da 65% av alle måleseriene medført krav til tiltak eller flere målinger.

Ser vi kun på de detaljerte undersøkelsene mht NS-EN-689/AT guide, så ville 26 av 56 måleserier medført krav til tiltak, altså 45%. For de forenklede undersøkelsene ville 9 av 30 måleserier (30%) medført direkte krav til tiltak etter som maksverdien var over grenseverdi. Samtlige av de forenklede undersøkelser ville medført enten direkte krav til tiltak eller krav til enten tiltak eller flere målinger for å få en detaljert undersøkelse (minimum 6 målinger totalt). Dette bekrefter at de nye retningslinjene fører til strengere vurderinger ved forenklet undersøkelse enn ved detaljert undersøkelse, noe som stimulerer til å utføre detaljerte undersøkelser.

Flertallet av måleseriene samlet inn i dette prosjektet har 6 eller flere målinger; 56 av 86 måleserier; 71%. Dette tyder på at overgangen til å utføre flere målinger for å få gjort detaljerte undersøkelser ikke trenger å bli så stor for virksomhetene.

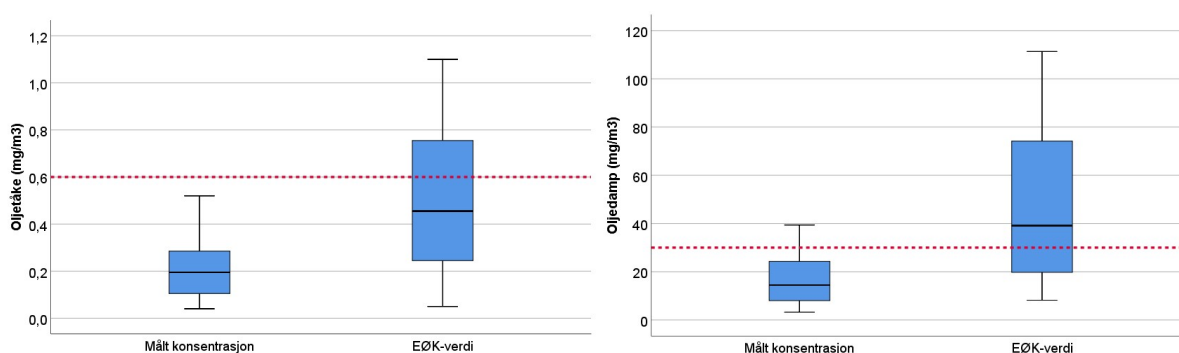
Ut fra kriterier fra Arbeidstilsynets gamle best.nr. 450 så medførte kun 10% av alle måleserier (alle for oljedamp) krav til tiltak. Dette viser tydelig at vurdering etter de nye kriterier ville medført en betydelig skjerpet vurdering av kravet til tiltak etter gjennomførte målinger.

For fem av måleseriene forelå det bedriftsinterne krav som var strengere enn Arbeidstilsynets grenseverdier. Disse kravene lå alle på 50 % av grenseverdien. Ikke i noen tilfeller medførte dette en endret vurdering når det gjelder kravet til å gjennomføre tiltak.



Figur 24. Andel måleserier som medfører krav til tiltak etter nye og gamle retningslinjer.

Vi beregnet median (Figur 25) og aritmetisk snitt og for hver av de 28 måleseriene for oljetåke og oljedamp som ble utført med 6 målinger eller mer, altså tilsvarende en detaljert undersøkelse. Dette ble gjort for å synliggjøre en viktig del av årsaken til at vurderingen nå blir så mye strengere etter de nye kriteriene. Til sammenligning har vi beregnet median (Figur 25) og aritmetisk snitt av EØK-verdi for disse måleseriene. Aritmetisk snitt for oljetåke ble beregnet til 0,21 mg/m<sup>3</sup>, med median på 0,20 mg/m<sup>3</sup>. Aritmetisk snitt av EØK-verdi ble funnet å være 0,52 mg/m<sup>3</sup>, med median på 0,46 mg/m<sup>3</sup>. Tilsvarende ble aritmetisk snitt for oljedamp beregnet til 21 mg/m<sup>3</sup>, med median på 14 mg/m<sup>3</sup>. Aritmetisk snitt av EØK-verdi ble funnet å være 62 mg/m<sup>3</sup>, med median på 39 mg/m<sup>3</sup>. Figur 25 viser at selv om medianen både for oljetåke og oljedamp er betydelig lavere enn grenseverdiene så er medianen for EØK for de samme måleseriene over grenseverdien for oljedamp og like under grenseverdien for oljetåke.



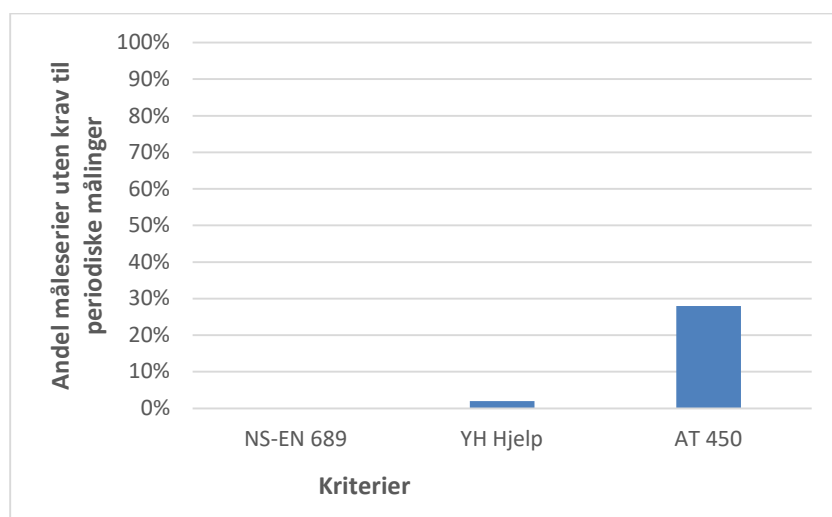
Figur 25. Median av måleserier for oljetåke og oljetåke ved detaljerte undersøkelser og median av EØK-verdi for de samme måleseriene.

### Sammenligning av anbefaling om periodiske målinger

Angående krav til periodiske målinger (PM) så hadde gamle best.nr. 450 en figur (figur 2 i AT450) som viste et nokså høyt ambisjonsnivå for intervallene av periodiske målinger. For måleserier med middelerdi under grenseverdi, men over hhv 50 og 25 % av grenseverdi ble det krevd PM etter 16 eller 32 uker. Denne anbefalingen ble nok i liten grad fulgt opp. Innslagspunktet for PM var relativt høyt; altså når aritmetisk middelerdi av måleseriene var over 25 % av grenseverdien. Utfra dette kriteriet medførte 24 av alle 86 måleseriene (28%) (14 oljetåke og 10 oljedamp) at det ikke var påkrevd med periodiske målinger (Figur 26).

NS-EN 689 har et mindre krevende ambisjonsnivå for intervall av periodiske målinger (12/18/24/30/36 måneders intervall). Det er til gjengjeld ingen nedre grense for å anbefale PM i forslaget i Annex I. I YH Hjelp verktøyet er det foreslått at det settes en nedre grense for PM ved en J-verdi på 0,2. Det ville medført at det for kun to av måleseriene (oljetåke) ikke ville ha vært påkrevd med periodiske målinger. Inkludert samtlige måleserier utgjør dette 2 %. I YH Hjelp er det ellers foreslått litt andre måleintervaller (12/24/36 mnd).

I Arbeidstilsynets guide kreves det nå årlig nye vurderinger. Dette trenger ikke nødvendigvis medføre krav til nye målinger (PM).



Figur 26. Andel måleserier der nivåene er så lave at henstilling om PM ikke gis.

### Endret forståelse av helserisiko ved eksponering for oljedamp og oljetåke

Den nye vurderingspraksisen med betydelig strengere vurdering opp mot grenseverdier for oljetåke og oljedamp vil kunne endre forståelsen av helserisiko knyttet til eksponering for oljedamp og oljetåke. Flere måleserier vil vise uakseptable eksponeringer enn ved tidligere praksis. Dette forutsetter at målestrategien fortsatt fokuserer på opphold i shakerområdet der eksponeringen forventes å være høyest, og i mindre grad på eksponering i løpet 12-timers skiftet ellers. Da vil forståelsen med hensyn til helserisiko endres selv om det ikke har fremkommet ny informasjon om helseeffekter knyttet til slik eksponering.

---

## SAMLET VURDERING

### Målinger i samlet risikovurdering og som grunnlag for tiltak

Som vist i denne rapporten vil den nye vurderingspraksisen gitt i Norsk Standard NS-EN 689 og guide fra Arbeidstilsynet som forventet føre til en betydelig strengere vurdering mot grenseverdiene for oljetåke og oljedamp i forhold til tidligere praksis (Arbeidstilsynet, 2008; best.nr. 450). Dette vil si at flere måleserier vil vise uakseptable eksponeringer. Hvis den nye praksisen blir benyttet direkte inn i en risikovurdering vil dette kunne gi en høyere vurdering/kategorisering i eksponerings/sannsynlighets-aksen og dermed en høyere risiko. Dette kan bidra til at forståelsen med hensyn til helserisiko kan bli endret selv om det ikke har kommet ny informasjon om helseeffekter knyttet til slik eksponering. Dersom man utvikler målemetoder som dekker hele skiftet, vil vurderingen ikke nødvendigvis bli så mye strengere enn tidligere ettersom eksponeringen i den resterende del av skiftet forventes å være en del lavere. Imidlertid vil man forvente stor variasjon i målinger bl.a på boredekk. Eksponeringsnivå for operatørene blir vanligvis sammenlignet med dagens grenseverdier for 12 timers arbeidsdag som er henholdsvis 30 mg/m<sup>3</sup> og 0,6 mg/m<sup>3</sup> for oljedamp og oljetåke. Grenseverdien for oljedamp er basert på en mulig økt risiko for lungefibrose og lungekreft (Skyberg et al., 1986, 1992; Rønneberg og Skyberg, 1988; Rønneberg et al., 1988). Grenseverdien for oljetåke er basert på et kriteriedokument fra 1985 (Arbete och Hälsa, 1985) som konkluderte med at som allmenn bedømmingsgrunn for grenseverdi for oljetåke benyttes den irritative effekt på luftveiene. I kriteriedokumentet legges det til at for oljer med spesiell sammensetning og tilsatzmidler må den kreftfremkallende effekt vurderes og eventuelt legges til grunn ved fastsetting av den yrkeshygieniske grenseverdi. Siden den tid har det ikke blitt gjort systematiske, epidemiologiske studier av helseeffekten av den typen oljetåke og damp og/eller komponenter som forekommer på boreinstallasjonene som har kunnet bidra til revisjon av grenseverdiene.

Metodene for å analysere oljetåke målinger er mangelfulle opp mot NS-EN 482, som NS-EN 689 viser til. For målingene som inngår i dette prosjektet er deteksjonsgrense for målingene varierende fra ca 0,04 mg/m<sup>3</sup> til ca 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Dette utgjør en kilde til usikkerhet. Det fremgår i pkt. 5.4.4 i NS-EN 482 at måleområdet for langtidsmålinger skal minst dekke konsentrasjoner fra 0,1 til 2 ganger grenseverdi. For oljetåke offshore vil dette si ned til 0,06 mg/m<sup>3</sup>. En mulig kilde til usikkerhet i målingen er tap av materiale under lagring og transport før analyse eller tap av oljetåke ved fordamping fra prøvetakingsfilteret til det påfølgende kullrøret under selve prøvetakingen, spesielt når det benyttes baseoljer med lav viskositet (Bråtveit et al., 2009; Steinsvåg et al., 2006).

I de 51 målerapportene vi har mottatt i dette prosjektet er det hovedsakelig oljetåke og oljedamp som har blitt målt, og ikke enkeltkomponenter i oljene eller komponenter som stammer fra berggrunn/reservoir. Det har vært gjort noen målinger av benzen, samt enkelte andre flyktige organiske komponenter som kan stamme fra reservoaret. Vi kjenner ikke til tilgjengelige studier av omfang og nivå av slik benzeneksponering og andre relevante eksponeringer i forbindelse med boreoperasjoner. En systematisk kartlegging spesielt av benzeneksponeringen bør gjennomføres som del av en samlet risikovurdering. Selv lave verdier av benzeneksponering kan slå kraftig ut i en samlet risikovurdering. Typiske

---

situasjoner der dette er aktuelt er f.eks. ved åpning av gamle brønner (gass/kondensatfelt), boring i reservoar og ved gass/råolje i returslam, spesielt i grunne formasjoner.

Videre identifikasjon og eksponeringsvurdering av eventuelt andre helsefarlige komponenter i boreslam vil være nødvendig for å kunne vurdere både enkeltkomponentene og en eventuell cocktaileffekt av sammensetningen. I den forbindelse kan det nevnes at STAMI utviklet en metode for å bestemme luftbårne mudkomponenter basert på ikke-flyktige komponenter (Kirkhus et al., 2015).

Kjennskap til den helhetlige eksponeringssituasjonen for boredekkarbeidere mht. oljetåke og oljedamp er viktig for en samlet risikovurdering. Målinger under boring gjøres vanligvis på 8 ½ og 12 ¼ seksjon, som oftest regnes som de seksjonene som kan gi høyest eksponering. Men dette kan variere. En samlet risikovurdering må ta høyde for både representativiteten av målingene på aktuell seksjon, men også at personellet vil ha en annen eksponeringssituasjon ved boring av andre seksjoner. Videre vil personellet ha andre oppgaver, som også kan medføre eksponering, når boring ikke foregår.

### Områder med forbedringspotensial

På bakgrunn av resultatene fra dette prosjektet har vi identifisert flere områder som har forbedringspotensial. Dette omfatter kvaliteten på målingene som inkluderer flere forhold slik som selve prøvetakingsstrategien, hvordan målingene vurderes mot grenseverdi og helserisiko, hvordan målingene vektles i en samlet risikovurdering, samt rapportering. I tillegg har vi trukket fram noen faktorer som kan redusere eksponeringen knyttet til oljetåke og oljedamp eksponering.

#### Prøvetakingsstrategi og vurdering mot grenseverdi

Dagens strategi baserer seg på måling av personlig eksponering for oljetåke og oljedamp i en to-timers periode når arbeidstakeren antas å ha høyest eksponering i løpet av 12-timers skiftet, dvs når de for det meste er i shakerområdet. Dette er en konservativ strategi som medfører en overestimering av full-skift eksponering. Siden standarden setter krav til vurdering av fullskifteksponering, vil det framover være nødvendig å estimere 12-timers eksponeringen mer presist enn det som er vanlig i bransjen i dag.

- Den nye standarden for sammenligning med grenseverdi kan føre til en strengere vurdering. Dette medfører at det bør legges opp til en annen prøvetakingsstrategi/eksponeringsvurdering der man får et bedre estimat for full-skift eksponering siden det er dette måleresultatet/estimatet som skal sammenlignes med grenseverdien. Dette byr på noen utfordringer. Variasjonen i eksponeringsnivåer forventes å være en god del større for en boredekkarbeider for den øvrige del av skiftet enn under oppholdet i shakerområdet. Dette setter store krav til planlegging, og det vil måtte utføres et langt mer omfattende måleopplegg ettersom metodikken pr nå ikke tillater stort lengre enn 2-3 timers prøvetaking pr prøve. Flere strategier kan her være aktuelle. Beste praksis for dette bør diskuteres i bransjen.
- Et bedre estimat for 12-timers eksponering er også nødvendig for å undersøke sammenheng mellom eksponering og helseutfall som bakgrunn for eventuell revisjon av grenseverdiene.

- Det vil være viktig å se på nye, forbedrede metoder for å måle og analysere på oljetåke på, som er i henhold til NS-EN 482. Utvikling av en kombinasjon av oljetåke og oljedamp-målinger med prøvetakingstid opp mot fullskift vil kunne gjøre det vesentlig lettere å få utført målinger som dekker fullskift.

### Målinger – vekting i en samlet risikovurdering

Hvis den nye praksisen for sammenligning med grenseverdi blir benyttet direkte inn i en risikovurdering vil det, som nevnt tidligere, kunne gi en høyere kategorisering i eksponerings/sannsynlighets-aksen og dermed en høyere risiko, dvs uten at det har kommet ny informasjon om helseeffekter knyttet til slik eksponering.

- Det bør legges til rette for å fremskaffe bedre dokumentasjon på sammenheng mellom eksponering og helseutfall for den typen oljetåke og oljedamp som er relevant ved boring, og for eventuelt andre helsefarlige komponenter eller kombinasjoner av slike i boreslam.
- Eksponeringsvurdering for andre helsefarlige komponenter i boreslam vil være nødvendig i en samlet risikovurdering. I denne sammenheng er det nødvendig å skaffe bedre dokumentasjon på benzen-eksponering som i en risikovurdering vil klassifiseres med svært høy iboende fare.

### Rapportering

Målerapportene viser generelt en god til svært god kvalitet, men det var noen rapporter som ble vurdert som middels og svak/ikke tilfredsstillende. Rapportene har mange ulike lesergrupper med ulike behov. Vår vurdering har tatt utgangspunkt i anbefalinger fra Yrkeshygiene foreningen.

- Forbedringspotensial er spesielt foreslått for kapitlene Sammendrag og Resultat.

### Faktorer som kan redusere eksponeringen

Måledataene viser at eksponeringen generelt har blitt redusert over tid siden 1985. Imidlertid er det ingen reduksjon i oljedamp mellom periodene 1998-2009 og 2012-2020. Det er en tendens til økende eksponering for oljedamp for de nyere installasjonene, som hovedsakelig er flyttbare installasjoner (byggår 2018-2020). Dette kan derfor delvis skyldes at eksponeringen er høyere på de flyttbare enn på faste innretninger. Det er etablert en rekke tiltak for å redusere eksponeringen på innretningene. I det datamaterialet vi har tilgjengelig er det oftest ikke nok informasjon til å kunne trekke klare konklusjoner på hvor mye hvert enkelt av disse tiltakene bidrar med siden det er svært mange faktorer som påvirker eksponeringen. Eksempel på tiltak/forhold der vi ser tydelige reduksjoner er ved bruk av innelukket shaker og ved boring med oljer med normal viskositet (lavflyktige oljer). Denne rapporten viser også at ulike kombinasjoner av tiltak/forhold reduserer eksponeringen, f.eks. Shakerne er ikke lokalisert med mudpit/kaksanlegg + integrert/lukket shaker + lukket slamrenne + mudkjøler i bruk.

- Noen sammenhenger mellom tiltak og redusert eksponering kan ha blitt skjult av at enkelte spørsmål i riggskjema kan ha blitt oppfattet forskjellig av respondentene. For fremtidige undersøkelser kan det være en fordel å kjøre en pilot først opp mot enkelte respondenter for å teste ut oppfattelsen av spørsmål på forhånd. Ellers kommer erfaringsmessig sammenhenger klarere frem når vi krysskobler ulike parametre, som for tiltakspakke A og B.

- Ved etablering av nye tiltaksløsninger som for eksempel ny shakerteknologi bør det gjennomføres eksponeringsmålinger på en systematisk måte for å undersøke hvor mye dette bidrar til å redusere eksponeringen.

## REFERANSER

American Industrial Hygiene Association (AIHA) (2006) Data quality. A strategy for assessing and managing occupational exposures, Third edition. Chapter 9. Recordkeeping and reporting

Arbeidstilsynet. Rapport etter kartlegging og måling av kjemisk eksponering. (Arbeidstilsynet): <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/kartlegging-eksponering-for-kjemikalier/rapport/> (lenke sist sjekket 12.05.2021)

Arbeidstilsynet (2020). Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemikalier <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/kartlegging-eksponering-for-kjemikalier/> (lenke sist sjekket 12.05.2021)

Arbeidstilsynet (2008). Orientering om kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske og biologiske forurensninger i arbeidsatmosfæren (best.nr. 450) [https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2013031108032](https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2013031108032) (lenke sist sjekket 12.05.2021)

Bakke, B., Solbu, K.F., Thorud, S., Johnsen, H., Daae, H.-L., Hersson, M. Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) (2013) STAMI-rapport; årgang 14, Nr. 3: Eksponering for kjemikalier i norsk olje- og gassindustri : Dagens eksponeringsbilde. <https://stami.brage.unit.no/stami-xmlui/bitstream/handle/11250/2410985/STAMI-rapport-nr-3-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (lenke sist sjekket 12.05.2021)

Bråtveit M, Hollund BE, Vågnes K. (2010) Historisk eksponering for kjemikalier i den norske olje- og gassindustrien – yrkeshygieniske eksponeringsmålinger inntil år 2007. Arbeids- og miljømedisin, Universitetet i Bergen/Uni helse. Rapport nr. 2, 2010. ISBN: 998-8291232-80-50 ISSN 0806-9662. <https://w2.uib.no/filearchive/rapport-desember2010.pdf> (lenke sist sjekket 12.05.2021)

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

Hirst, A., Morgan, L., Semple, S. (2011) God og presis rapportskriving: veiledning for yrkeshygienikere. Til norsk ved Fagrådet i Norsk Yrkeshygienisk Forening Utgave NO-1.0 mars 2014. [https://nyf.no/images/God\\_og\\_presis\\_rapportskriving\\_-\\_veiledning\\_for\\_yrkeshygienikere\\_norsk\\_oversettelse\\_av\\_BOHS\\_Guide\\_to\\_Report\\_Writing\\_Version\\_1\\_1.pdf](https://nyf.no/images/God_og_presis_rapportskriving_-_veiledning_for_yrkeshygienikere_norsk_oversettelse_av_BOHS_Guide_to_Report_Writing_Version_1_1.pdf) (lenke sist sjekket 12.05.2021)

Hornung RW, Reed LD. (1990) Estimation of average concentration in the presence of nondetectable values. Appl Occup Environ Hyg; 5: 46-51.

Kirkhus, N.E., Thomassen, Y., Ulvestad, B., Woldbæk, T., Ellingsen, D.G. (2015) Occupational exposure to airborne contaminants during offshore oil drilling. Environ Sci Process Impacts, 17:1257-64.

Petroleumstilsynet (2020) Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet (*RNNP*)  
<https://www.rnp.no/sporreskjema/arbeidsmiljo/kjemisk-fysisk/innanding/> (lenke sist sjekket 12.05.2021)

Smedbold, H. T., Grove, K., Leidland, E. (2021). YH-HJELP. Yrkeshygienikeren 1, 12-14.  
og <https://yrkeshygiene.no/kb/yh-hjelp/> (lenke sist sjekket 12.05.2021)

Standard Norge. NS-EN 689:2018+AC:2019. Arbeidsplassluft - Måling av eksponering for kjemiske stoffer ved innånding - Strategi for prøving av samsvar med yrkeshygieniske grenseverdier  
<https://standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1045611>  
(lenke sist sjekket 12.05.2021)

Steinsvåg, K., Bråtveit, M., Moen, B.E., (2006) Exposure to oil vapour and oil mist during offshore drilling. Ann Occup Hyg 50:109-122

## VEDLEGG

### VEDLEGG 1. Ptil-brev til selskapene/kontraktørene.



PETROLEUMSTILSYNET

«MottakerNavn»

«Adresse»

«Utlandsadresse»

«Postnr» «Poststed»

Ved: «Kontakt»

Vår saksbehandler

Vivian Sagvaag

Deres ref.

Vår ref. (bes oppgitt ved svar)

Ptil 2020/1717/FC/ROH/SZ

Dato

26.10.2020

### **Eksponering for oljetåke og oljedamp knyttet til håndtering av oljebasert boreslam - Innhenting av informasjon (Aktivitet 992806)**

Petroleumstilsynet (Ptil) gjennomfører nå en studie om kjemisk eksponering og potensiell helserisiko for personell som er involvert i håndtering av oljebasert boreslam i petroleumsvirksomheten. Bakgrunnen er blant annet Ptils tilsynserfaringer som tyder på at selv nyere innretninger ikke alltid er utformet på en måte som sikrer at grenseverdier overholdes. Det er også vårt inntrykk at selskapene bygger mye av sin risikostyring på bruk av personlig verneutstyr. Studien må også sees i lys av ny veiledning om vurdering av måleresultater som bygger på NS-EN 689.

Studien har følgende formål:

- Undersøke eksponeringsforhold for oljedamp og oljetåke og se på utviklingstrekk i forhold til tidligere undersøkelser
- Bidra til å øke kunnskap om kjemisk eksponering for sentrale arbeidstakergrupper innenfor bore- og brønnområdet.
- Bidra til å øke oppmerksomheten på kvaliteten av målinger som grunnlag for helserisikovurderinger
- Vurdere hvordan bruk av NS-EN 689 og Arbeidstilsynet anbefaling påvirker måleresultater. Dette kan bidra til å endre risikobildet og betydningen som målinger har for systematisk forebyggende arbeid
- Bruke kunnskap som framkommer gjennom studien til formidling og bidra til industriens forbedringsarbeid

Det er Universitet i Bergen med underleverandør Internasjonal SOS som gjennomfører studien for Ptil. Rapporten vil ikke ha informasjon som identifiserer selskaper og innretninger og leverandøren er underlagt taushetsplikt for disse forholdene.

Vi ber om å få tilsendt følgende informasjon fra selskaper og innretninger slik det framkommer i vedlegg:

- Alle målerapporter/kartleggingsrapporter som inkluderer eksponering for oljedamp og oljetåke ved håndtering av boreslam/kaks ved boring med oljebasert boreslam fra 1.1.2018 til dags dato. Dersom det bare foreligger måledata i form av en laboratorierapport ber vi om å få tilsendt denne.
- Dersom det ikke foreligger rapporter fra det aktuelle tidsrommet, ber vi om å få den nyeste
- Utfylt skjema for nøkkelopplysninger om utforming av innretningen og utstyr (vedlegg)

Informasjon bes sendt til Ptil så raskt det er mulig og senest innen 12.11.2020.

Vi ber om at det oppgis en kontaktperson fra selskapet som kan kontaktes for avklaringer knyttet til innsendte data.

Dersom det er spørsmål til studien, kan Vivian Sagvaag kontaktes ([vivian.sagvaag@ptil.no](mailto:vivian.sagvaag@ptil.no), 51873588).

Med hilsen

Finn Carlsen e.f.  
*fagdirektør*

Roar Høydal  
*fagleder*

*Dette brevet er godkjent elektronisk i Petroleumstilsynet og har derfor ingen signatur*

Vedlegg: 2  
Nøkkelopplysninger om innretningen - skjema  
Adresseliste

## VEDLEGG 2. Oppsummering av kvalitet - enkeltspørsmål

Fordeling av skår på enkeltspørsmål. Tallene viser antall rapporter som ha fått den gitte skåren. De røde tallene er antall målerapporter som har fått maksimal-skår på de enkelte punktene. De grå feltene angir den mulige skår-fordelingen på enkeltspørsmålene. Som beskrevet i metodekapitlet har vi sett på kapitlet Sammendrag som en selvstendig enhet, dvs at vi har forventet å finne alle de 7 underpunktene oppgitt under kapitlet Sammendrag under dette hovedpunktet. For de andre hovedkapitlene har vi gitt full uttelling på sjekkpunkter uavhengig av i hvilket hovedkapittel vi har funnet de i målerapportene.

|                                                                   | Skår-alternativer |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|---|-----|---|
|                                                                   | 0                 | 0,5 | 1  | 1,5 | 2  | 2,5 | 3  | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
| <b>BAKGRUNN</b>                                                   |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Navnet på firma og utførende                                      |                   | 1   | 50 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Hensikt                                                           | 1                 |     | 4  |     | 4  |     | 42 |     |   |     |   |
| Historien/ bakgrunnen                                             | 2                 | 1   | 18 | 3   | 26 |     |    |     |   |     |   |
| Grenseverdier og regelverk                                        |                   |     |    |     | 4  | 1   | 45 |     |   |     |   |
| Mulige helseeffekter                                              | 4                 | 0   | 46 |     |    |     |    |     |   |     |   |
|                                                                   |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| <b>SAMMENDRAG</b>                                                 |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| En side                                                           |                   |     | 51 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Målsetting/strategi                                               | 5                 | 6   | 10 | 4   | 26 |     |    |     |   |     |   |
| Hvem/hva/hvor/når                                                 | 1                 | 17  | 33 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Målemetode                                                        | 5                 | 4   | 41 | 1   |    |     |    |     |   |     |   |
| Resultat                                                          | 1                 | 1   | 12 | 4   | 17 | 6   | 10 |     |   |     |   |
| Konklusjon                                                        | 10                | 22  | 19 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Vesentlige anbefalinger                                           | 3                 |     | 13 | 8   | 21 | 1   | 5  |     |   |     |   |
| Samsvar: hensikt, resultater, diskusjon, konklusjon og sammendrag | 4                 | 0   | 13 | 8   | 21 | 1   | 4  |     |   |     |   |
|                                                                   |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| <b>METODER</b>                                                    |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| <b>Detaljer om arbeidsplassen og lokalene</b>                     |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Skisse område/rom                                                 | 11                | 7   | 33 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Antall shakere                                                    | 3                 | 48  |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Type shaker                                                       | 17                | 34  |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Generell ventilasjon beskrevet                                    | 13                | 9   | 29 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Avtrekk beskrevet                                                 | 9                 | 4   | 38 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Type åndedrettsvern beskrevet                                     | 9                 | 2   | 40 |     |    |     |    |     |   |     |   |
|                                                                   |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| <b>Produksjonsforhold/prosessbetingelser</b>                      |                   |     |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Baseolje                                                          | 1                 |     | 1  |     | 49 |     |    |     |   |     |   |
| Datablad eller klassifisering                                     | 10                | 41  |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Boreseksjon                                                       | 2                 |     | 49 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Mudtemperatur                                                     | 5                 |     |    |     | 46 |     |    |     |   |     |   |
| Mudflow                                                           | 5                 |     |    |     | 46 |     |    |     |   |     |   |
| Antall shakere i drift                                            | 3                 |     | 48 |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Lufttemperatur                                                    | 20                | 31  |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Vindstyrke                                                        | 18                | 33  |    |     |    |     |    |     |   |     |   |
| Representative forhold under måling?                              | 4                 | 15  | 32 |     |    |     |    |     |   |     |   |

|                                                                                                                                                                                    |    |    |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|--|----|---|----|---|----|--|--|
| Driftsforhold for ventilasjon beskrevet                                                                                                                                            | 15 | 11 | 25 |  |    |   |    |   |    |  |  |
| <b>Personlige prøver</b>                                                                                                                                                           |    |    |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Angitt metode for seleksjon av arbeidere                                                                                                                                           | 21 | 30 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Inndeling i SEG beskrevet                                                                                                                                                          | 48 | 3  |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Person ID                                                                                                                                                                          | 43 | 8  |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Yrkestittel                                                                                                                                                                        | 2  | 49 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Plassering av prøvetaker-tydelig angitt                                                                                                                                            | 26 | 15 | 10 |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Arbeidsoppgaver knyttet til prøve ID                                                                                                                                               | 15 | 3  | 33 |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Bruken av åndedrettsvern beskrevet                                                                                                                                                 | 10 | 6  | 35 |  |    |   |    |   |    |  |  |
| <b>Selve prøvetakingen</b>                                                                                                                                                         |    |    |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Prøvetakingsdato- og klokkeslett                                                                                                                                                   | 3  | 48 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| PrøveID                                                                                                                                                                            | 2  | 49 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Type oppsamlingsmedium                                                                                                                                                             | 2  | 49 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Type pumpe                                                                                                                                                                         | 1  | 50 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Prøvetakingstid                                                                                                                                                                    |    | 7  | 44 |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Lufthastighet gjennom oppsamlingsmedium                                                                                                                                            |    | 51 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Kalibrering av utstyret angitt                                                                                                                                                     | 11 | 40 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Analyse-laboratorie navn                                                                                                                                                           | 1  | 50 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Limit of Detection (LOD) angitt                                                                                                                                                    | 45 | 6  |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Limit of quantitation (LOQ) angitt                                                                                                                                                 | 49 | 2  |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| <b>RESULTAT</b>                                                                                                                                                                    |    |    |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Alle måleresultatene i detalj (enkeltresultat evt i vedlegg)                                                                                                                       |    |    |    |  |    |   | 3  |   | 48 |  |  |
| Enhet er angitt                                                                                                                                                                    | 2  | 1  | 48 |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Sentraltendens og spredning oppgitt                                                                                                                                                | 6  | 12 | 33 |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Detaljer om blindprøver                                                                                                                                                            | 50 | 1  |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Alle (hoved)resultatene beskrevet i teksten?                                                                                                                                       |    |    | 2  |  | 5  | 2 | 26 | 3 | 13 |  |  |
| Riktig henvisning til alle figurer og tabeller i teksten                                                                                                                           | 30 | 21 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Alle figurer og tabeller forstås uten å måtte referere til teksten                                                                                                                 | 35 | 16 |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Vurdering av (2-timers) prøven direkte mot 12 timers grenseverdi direkte uten begrunnelse (0 poeng) med begrunnelse (2p) mht antakelser for eksponering for resten av skiftet (4p) | 13 |    |    |  | 34 |   |    |   | 4  |  |  |
| Metode for vurdering mot grenseverdi                                                                                                                                               |    |    | 4  |  | 47 |   |    |   |    |  |  |
| Estimert 90 percentil eller øvre konsentrasjon (EØK)                                                                                                                               | 51 |    |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Eksponeringsindeks eller additiv effekt                                                                                                                                            | 51 |    |    |  |    |   |    |   |    |  |  |
| Resultatkapitlet totalt sett velorganisert/ oversiktlig?                                                                                                                           |    | 1  | 1  |  | 7  | 5 | 29 | 2 | 6  |  |  |

|                                                                                                                   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|---|
|                                                                                                                   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| <b>DISKUSJON</b>                                                                                                  |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| Alle sider diskutert; Usikkerhet, representativitet, vurdering mot grenseverdi, mht kontrolltiltak og evt mangler |   |   | 2  |   | 3  |   | 6  | 4 | 31 | 3 | 1 |
|                                                                                                                   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| <b>ANBEFALINGER</b>                                                                                               |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| Forslag til forebyggende tiltak hvis påkrevet                                                                     |   |   |    |   | 5  |   | 13 | 6 | 27 |   |   |
| Prøvetakningsstrategier og -programmer for ytterligere målinger beskrevet                                         | 7 |   | 4  |   | 13 | 3 | 24 |   |    |   |   |
|                                                                                                                   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| <b>KONKLUSJON</b><br>(12 rapp har ikke egen konklusjon)                                                           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| Viktigste resultater                                                                                              | 2 |   | 2  | 2 | 14 | 3 | 28 |   |    |   |   |
| Viktigste anbefalinger                                                                                            | 2 |   | 6  | 2 | 26 | 1 | 14 |   |    |   |   |
|                                                                                                                   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| <b>REFERANSER &amp; VEDLEGG</b>                                                                                   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |   |   |
| Referanser angitt og sporbare                                                                                     | 3 | 3 | 45 |   |    |   |    |   |    |   |   |
| Vedlegg på plass og riktig angitt                                                                                 | 1 | 1 | 3  |   | 46 |   |    |   |    |   |   |

## VEDLEGG 3. Svar på riggskjemaet som ble fylt ut av riggeierne.

|                                                                    | Ja             |        | Nei                 |        | Ikke svart |            |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|--------|---------------------|--------|------------|------------|
|                                                                    | n              | %      | n                   | %      | n          | %          |
| Vakuump prinsipp                                                   | 8              | (18,2) | 34                  | (77,3) | 2          | (4,5)      |
| Shakere lokalisert i eget rom                                      | 43             | (97,7) | 1                   | (2,3)  | 0          | (0)        |
| Shakere lokalisert med mudpit                                      | 2              | (4,5)  | 41                  | (93,2) | 1          | (2,3)      |
| Shakere lokalisert med kaksanlegg                                  | 1              | (2,3)  | 42                  | (95,5) | 1          | (2,3)      |
| Hver shaker har eget kompartiment                                  | 8              | (18,2) | 36                  | (81,8) | 0          | (0)        |
| Shakerrom åpent/naturlig ventilert                                 | 6              | (13,6) | 37                  | (84,1) | 1          | (2,3)      |
| Shakerrom med verstrømmingsrister i vegg                           | 8              | (18,2) | 35                  | (79,5) | 1          | (2,3)      |
| Shakerrom bare generell, mekanisk ventilasjon/ingen avtrekkshetter | 12             | (36,4) | 26                  | (59,1) | 2          | (4,5)      |
| Shakere tilpasset ventilasjon/avtrekkshetter delvis lukket         | 23             | (52,3) | 19                  | (43,2) | 2          | (4,5)      |
| Shakere har integrert, lukket avtrekk                              | 27             | (61,4) | 15                  | (34,1) | 2          | (4,5)      |
| Shakerne har luftgardin i forkant                                  | 6              | (13,6) | 37                  | (84,1) | 1          | (2,3)      |
| Shakerne er innkapslet i forkant                                   | 5              | (11,4) | 37                  | (84,1) | 2          | (4,5)      |
| Slamrenner i shakerrom lukket                                      | 22             | (50,0) | 20                  | (45,5) | 2          | (4,5)      |
| Slamrenner i shakerrom delvis lukket                               | 19             | (43,2) | 23                  | (52,3) | 2          | (4,5)      |
| Shakerbu/kontrollrom har monitor/fri sikt                          | 42             | (95,5) | 0                   | (0)    | 2          | (4,5)      |
| Shakerbu/kontrollrom har styringspanel                             | 26             | (59,1) | 15                  | (34,1) | 3          | (6,8)      |
| Shakerbu/kontrollrom har overtrykksventilasjon                     | 27             | (61,4) | 14                  | (31,8) | 3          | (6,8)      |
| Automatisk vektanalyse                                             | 11             | (25,0) | 32                  | (72,7) | 1          | (2,3)      |
| Ventilasjonsfasiliteter/avtrekk vektanalyse                        | 17             | (38,6) | 25                  | (56,8) | 2          | (4,5)      |
| Analyse/veiling på arbeidsbenk i shakerrom                         | 32             | (72,7) | 11                  | (25,0) | 1          | (2,3)      |
| Diverter med automatiske ventiler                                  | 38             | (86,4) | 4                   | (9,1)  | 2          | (4,5)      |
| Lapping av screens i shakerrom                                     | 28             | (63,6) | 14                  | (31,8) | 2          | (4,5)      |
| Vasking/spyling av screen i shakerrom                              | 39             | (88,6) | 3                   | (6,8)  | 2          | (4,5)      |
| Slurryfiserer normalt borekaks for injeksjon                       | 16             | (36,4) | 26                  | (59,1) | 2          | (4,5)      |
| Transporterer borekaks til land                                    | 22             | (50,0) | 20                  | (45,5) | 2          | (4,5)      |
| Tanker er lukket med overtrykk                                     | 37             | (84,1) | 5                   | (11,4) | 2          | (4,5)      |
|                                                                    | Ja, i eget rom |        | Ja, i shakerrom     |        | Nei        | Ikke svart |
| Eget tappepunkt for returslam                                      | 25 (56,8)      |        | 7 (15,9)            |        | 10 (22,7)  | 2 (4,5)    |
|                                                                    |                |        |                     |        |            |            |
|                                                                    | Ja, og i bruk  |        | Ja, men ikke i bruk |        | Nei        | Ikke svart |
| Screenvasker installert                                            | 11 (25,0)      |        | 13 (29,5)           |        | 18 (40,9)  | 2 (4,5)    |
| Mudkjøler nedstrøms shaker installert                              | 12 (27,5)      |        | 2 (2,3)             |        | 28 (63,6)  | 2 (4,5)    |
| Mudkjøler oppstrøms shaker installert                              | 7 (15,9)       |        | 3 (6,8)             |        | 31 (70,5)  | 3 (6,8)    |

**VEDLEGG 4. Personlig eksponering for boredekksarbeider, 2012-2020.**

Tabellen viser resultater fra målinger tatt ved boring i seksjonene 8 ½, 12 1/4, 16 & 17. For de variablene som har to grupper er forskjellen mellom gruppene testet med uavhengig t-test. For variabler som har tre eller fire grupper er forskjell mellom gruppene testet med ANOVA. Signifikante forskjeller er indikert med asterisk. For variabler med flere enn to grupper sier ikke plasseringen av asteriksen noe om mellom hvilke av gruppene forskjellen(e) er.

|                                  |                       | Oljetåke |        |      |      | Oljedamp |        |     |      |
|----------------------------------|-----------------------|----------|--------|------|------|----------|--------|-----|------|
|                                  |                       | n        | Median | Min  | Maks | n        | Median | Min | Maks |
| Alle                             |                       | 274      | 0,16   | 0,01 | 0,90 | 275      | 12     | 0,3 | 207  |
| Type installasjon                | Faste                 | 101      | 0,15   | 0,01 | 0,69 | 118      | 8,6**  | 0,8 | 43   |
|                                  | Flyttbare (flyt+jack) | 164      | 0,18   | 0,01 | 0,90 | 165      | 23     | 0,9 | 207  |
| Flyttbare                        | Flytende              | 92       | 0,21   | 0,01 | 0,75 | 92       | 28     | 1,0 | 207  |
|                                  | Jackup                | 72       | 0,15   | 0,04 | 0,90 | 73       | 17     | 0,9 | 130  |
| Seksjon                          | 8 1/2                 | 66       | 0,14** | 0,02 | 0,69 | 66       | 8,6**  | 0,8 | 55   |
|                                  | 12 1/4                | 181      | 0,16   | 0,01 | 0,90 | 183      | 14     | 0,9 | 207  |
|                                  | 16                    | 6        | 0,41   | 0,27 | 0,50 | 5        | 27     | 20  | 58   |
|                                  | 17 1/2                | 12       | 0,21   | 0,04 | 0,54 | 12       | 26     | 5   | 97   |
| Viskositet baseolje <sup>a</sup> | Normal                | 94       | 0,17   | 0,02 | 0,90 | 94       | 8,8**  | 0,8 | 97   |
|                                  | Lav                   | 133      | 0,18   | 0,01 | 0,75 | 133      | 20     | 1,5 | 207  |
| Sesong                           | November-April        | 176      | 0,18** | 0,01 | 0,74 | 176      | 12**   | 0,8 | 130  |
|                                  | Mai-Oktober           | 89       | 0,13   | 0,01 | 0,90 | 90       | 19     | 0,9 | 207  |
| Byggeår installasjon             | 2010-2020             | 128      | 0,23** | 0,01 | 0,90 | 129      | 23**   | 0,9 | 150  |
|                                  | 1998-2009             | 52       | 0,17   | 0,01 | 0,49 | 52       | 9,4    | 0,8 | 207  |
|                                  | 1985-1997             | 50       | 0,07   | 0,01 | 0,69 | 50       | 8,2    | 1   | 43   |
|                                  | 1978-1984             | 35       | 0,16   | 0,05 | 0,74 | 35       | 12     | 1,3 | 35   |
| År måling                        | 2018-2020             | 158      | 0,22** | 0,01 | 0,90 | 159      | 19**   | 0,9 | 150  |
|                                  | 2015-2017             | 67       | 0,10   | 0,01 | 0,49 | 67       | 12     | 1,0 | 207  |
|                                  | 2012-2014             | 40       | 0,16   | 0,05 | 0,49 | 40       | 5,8    | 0,8 | 35   |

Signifikant forskjell mellom gruppene: \*\*p<0,01; \*p<0,05

<sup>a</sup>low viscosity (2.0–2.3 mm<sup>2</sup> per s at 40°C); normal viscosity (3.0–4.5 mm<sup>2</sup> per s at 40°C)

**VEDLEGG 5. Stasjonære prøver i shakerrom, 2012-2020.**

Tabellen viser resultater fra målinger tatt ved boring i seksjonene 8 ½, 12 1/4, 16 & 17. For de variablene som har to grupper er forskjellen mellom gruppene testet med uavhengig t-test. For variabler som har tre eller fire grupper er forskjell mellom gruppene testet med ANOVA. Signifikante forskjeller er indikert med asterisk. For variabler med flere enn to grupper sier ikke plasseringen av asteriksen noe om mellom hvilke av gruppene forskjellen(e) er.

|                      |                       | Oljetåke |        |      |      | Oljedamp |        |     |      |
|----------------------|-----------------------|----------|--------|------|------|----------|--------|-----|------|
|                      |                       | n        | Median | Min  | Maks | n        | Median | Min | Maks |
| Alle                 |                       | 380      | 0,25   | 0,02 | 140  | 382      | 24     | 0,1 | 1927 |
| Type installasjon    | Faste                 | 149      | 0,19   | 0,02 | 11,0 | 154      | 14,5** | 0,1 | 360  |
|                      | Flyttbare (flyt+jack) | 219      | 0,30   | 0,02 | 140  | 216      | 34     | 0,3 | 1927 |
| Flyttbare            | Flytende              | 124      | 0,33   | 0,03 | 3,4  | 121      | 42     | 0,3 | 1927 |
|                      | Jackup                | 95       | 0,29   | 0,02 | 140  | 95       | 31     | 2,5 | 320  |
| Seksjon              | 8 1/2                 | 82       | 0,20** | 0,02 | 140  | 81       | 16**   | 0,8 | 320  |
|                      | 12 1/4                | 262      | 0,25   | 0,03 | 11   | 265      | 24     | 0,1 | 1927 |
|                      | 16                    | 18       | 0,50   | 0,19 | 0,84 | 18       | 83     | 5,4 | 140  |
|                      | 17 1/2                | 6        | 0,39   | 0,16 | 0,63 | 6        | 52     | 28  | 210  |
| Viskositet baseolje  | Normal                | 103      | 0,25*  | 0,02 | 140  | 103      | 12**   | 0,8 | 320  |
|                      | Lav                   | 184      | 0,30   | 0,02 | 11   | 183      | 38     | 0,1 | 1927 |
| Sesong               | November-April        | 244      | 0,31** | 0,02 | 140  | 249      | 24     | 0,1 | 360  |
|                      | Mai-Oktober           | 124      | 0,16   | 0,03 | 11   | 121      | 25     | 0,3 | 1927 |
| Byggeår installasjon | 2010-2020             | 158      | 0,37** | 0,02 | 140  | 157      | 44**   | 2,5 | 1927 |
|                      | 1998-2009             | 92       | 0,25   | 0,04 | 11   | 92       | 21     | 0,1 | 220  |
|                      | 1985-1997             | 81       | 0,04   | 0,02 | 0,92 | 79       | 3,0    | 0,3 | 60   |
|                      | 1978-1984             | 37       | 0,28   | 0,03 | 10   | 42       | 16     | 0,7 | 360  |
| År måling            | 2018-2020             | 207      | 0,34** | 0,04 | 11   | 206      | 37**   | 0,8 | 1927 |
|                      | 2015-2017             | 113      | 0,05   | 0,02 | 140  | 111      | 9,8    | 0,1 | 320  |
|                      | 2012-2014             | 48       | 0,28   | 0,03 | 10   | 53       | 7,3    | 0,7 | 360  |

Signifikant forskjell mellom gruppene: \*\*p<0,01; \*p<0,05.

<sup>a</sup>low viscosity (2.0–2.3 mm<sup>2</sup> per s at 40°C); normal viscosity (3.0–4.5 mm<sup>2</sup> per s at 40°C)



ISBN 978-82-692241-1-5