



**MODELLERING AV OLJEDAMP- OG OLJETÅKEKONSENTRASJON I
ARBEIDSA TMOSFÆREN I SHAKEROMRÅDET PÅ
BOREINSTALLASJONER**

Rapport nr. 3b, 2007
Seksjon for arbeidsmedisin
Universitetet i Bergen

ISBN 82-91232-71-7

ISSN 0806-9662

Magne Bråtveit, Kjersti Steinsvåg, Stein Atle Lie, Bente E. Moen

INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	3
Bakgrunn	3
Målsetting	3
Metoder	3
Resultater og kommentarer	4
INTRODUKSJON	5
MATERIALE OG METODER	6
Organisering	6
Prosjektgruppe	6
Referansegruppe	6
Datainnsamling	6
Målerapporter	6
Utfylling av riggskjema	7
Utvalg av måledata	7
Database med potensielle determinanter	8
Prosesstekniske determinanter	8
Teknisk utforming av shakerområdet	9
Dataanalyse	11
RESULTATER	13
Innledende analyser	13
Kategoriske variabler	13
Kontinuerlige variabler	14
Regresjonsmodeller	15
Oljedamp	15
Oljetåke	16
Dataverktøy	18
KOMMENTARER TIL RESULTATENE	19
FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	22
REFERANSER	24
Vedlegg: Riggskjema	25

SAMMENDRAG

Bakgrunn

Seksjon for arbeidsmedisin avsluttet i 2006 prosjektet ”Eksposering for kreftfremkallende stoffer offshore” som ble finansiert av Oljeindustriens Landsforening (OLF). Det ble i den forbindelse samlet inn kjemiske målerapporter og risikovurderinger fra alle selskaper som er involvert på norsk sokkel. De fleste av disse målerapportene omhandlet eksposering for oljedamp og oljetåke i slambehandlingsområdene, og resultatene fra personlig eksposering for oljedamp og oljetåke i slambehandlingsområdet er publisert (Steinsvåg et al., 2006). De stasjonære målinger har hittil ikke blitt analysert. OLF var interessert i å benytte disse dataene til å bygge opp konkrete modeller som kan estimere konsentrasjon av oljedamp og oljetåke i shakerområdet under forhold som er aktuelle for dagens boring. Dette arbeidet presenteres her.

Målsetting

Målsettingen for dette prosjektet var å benytte data fra eksisterende målerapporter til å utvikle eksponeringsmodeller som så knyttes til et brukerverktøy som kan estimere konsentrasjonen av oljedamp og oljetåke i shakerområdet under gitte prosessbetingelser ved boring med dagens oljebaserte mudsystemer.

Metoder

Innhenting av målerapporter for oljetåke og oljedamp i slambehandlingsområdene ble gjort i forbindelse med besøk hos 8 oljeselskaper og borekontraktører som beskrevet av Steinsvåg et al. (2006). I tillegg ble det sendt ut et skjema til eierne av alle boreinstallasjonene vi hadde måledata fra. I dette skjemaet ble det spurt etter tekniske data som utforming og ventilasjon i shakerområdet.

For at modellene i denne rapporten skulle være mest mulig aktuelle for dagens boring, ble det besluttet at de kun skulle bygges opp på grunnlag av målinger utført ved bruk av ikke-aromatiske baseoljer. Målingene som inngikk i databasen for utvikling av eksponeringsmodeller var derfor hentet fra perioden 1998-2004, og inkluderte 17 faste og 12 flyttbare boreinstallasjoner, med totalt 462 oljedampmålinger og 464 oljetåkemålinger. Multiple lineære regresjonsmodeller ble utviklet ved å benytte henholdsvis oljetåke og oljedamp som avhengige variabler, og potensielle determinanter (tekniske data) som uavhengige variabler.

Resultater og kommentarer

De statistiske analysene identifiserte determinanter/variabler som har betydning for konsentrasjon av oljetåke og oljedamp i shakerområdet ved stasjonær prøvetaking. De fleste av determinantene var felles for oljedamp- og oljetåke modellene. Dette gjelder viskositet for baseolje, mudtemperatur, seksjon det bores i, type rigg, shakerlokalisering, overstrømningsrister i vegg, og luftgardin foran shaker. I tillegg hadde typen avtrekkshette over shaker og mekanisk tilluft betydning for henholdsvis oljetåke og oljedamp. Regresjonsmodellene forklarte 39 % av variasjonen i konsentrasjon av oljedamp og 26 % av variasjonen av oljetåke.

På bakgrunn av regresjonsmodellene ble det utviklet en kalkulator for å estimere konsentrasjon av oljedamp og oljetåke i shakerområdet ved stasjonær prøvetaking. Brukeren legger inn verdier for de ulike variablene (determinantene) som inngår i modellene, og får ut ett punkttestimat med 95 % konfidensintervall for oljedamp og oljetåke. I tillegg får man en figur som viser konsentrasjon som funksjon av mudtemperatur for den kombinasjonen av variablene som er tastet inn. OLF bestemmer hvem som skal få tilgang som brukere av dette verktøyet.

Presisjonen i de predikerte verdiene for oljedamp og oljetåke, er avhengig av usikkerheten i de variablene som inngår. Det er derfor viktig at opplysningene som gis i målerapportene er så utfyllende at de kan benyttes ved eventuelle oppdateringer av databasen som er grunnlag for regresjonsmodellene. Målerapportene bør inneholde opplysninger om både de determinantene som har blitt vist å ha betydning i denne rapporten, men også om andre potensielle determinanter som pr i dag er for upresist beskrevet eller ikke angitt. Kvaliteten vil også forbedres ved å øke antallet målinger i databasen. Modellene som presenteres i denne rapporten bør derfor være det første trinnet i utvikling av mer presise estimater.

Det foreslås at modellene valideres og oppdateres årlig i fremtiden.

INTRODUKSJON

Operatører i slambehandlingsområdet på boreinstallasjoner er eksponert for oljedamp og oljetåke i forbindelse ved bruk av oljebasert borevæsker. Personlige eksponeringsmålinger blir foretatt for å sammenligne med administrative normer, mens stasjonære målinger utføres blant annet for å kontrollere effekten av tekniske tiltak. Eksponeringsnivå for operatørene blir vanligvis sammenlignet med dagens administrative normer for 12 timers arbeidsdag som er henholdsvis 30 mg/m³ og 0,6 mg/m³ for oljedamp og oljetåke (Arbeidstilsynet, 2003; Petroleumstilsynet, 2006). Normen 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). Normen for oljetåke på er basert på et kriteriedokument fra 1985 (Arbete och Hälsa, 1985) som konkluderte med at som allmenn bedømningsgrunn 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.

Seksjon for arbeidsmedisin utførte i perioden 2002-2006 prosjektet "Eksponering for kreftfremkallende stoffer offshore" som ble finansiert av Oljeindustriens Landsforening (OLF). Det ble i den forbindelse samlet inn kjemiske målerapporter og risikovurderinger fra alle selskaper som er involvert på norsk sokkel. De fleste av disse målerapportene omhandlet eksponering for oljedamp og oljetåke i slambehandlingsområdene. Resultatene fra personlig eksponering for oljedamp og oljetåke er publisert i en vitenskapelig artikkel (Steinsvåg et al., 2006) som viser hvilken betydning bl.a. type boreinstallasjon, type baseolje, viskositet av baseolje og mudtemperatur har på eksponeringsnivået. I det prosjektet ble det bygget opp en database som inneholder opplysninger også om andre parametere enn de som er benyttet så langt, og som kan ha betydning for eksponering. Det lå derfor tilrette for å gå videre med analysene ved å bygge opp konkrete modeller som kan estimere konsentrasjon av oljetåke og oljedamp i shakerområdet under forhold som er aktuelle for dagens boring. OLF var interessert i å gå videre i prosjektet, og inngikk ny avtale med Seksjon for arbeidsmedisin om dette.

Eksponeringsmodeller basert på eksisterende måledata har blitt utviklet i flere typer industri, bl.a. i asfaltindustrien (Burstyn et al., 2000), gummiindustrien (Vermeulen og Kromhout, 2005) og i møbelindustrien (Mikkelsen et al., 2002). Tilsvarende eksponeringsmodeller kan være nyttige også for å kunne estimere konsentrasjonen av

oljedamp og oljetåke i shakerområdet på boreinstallasjoner når prosess tekniske opplysninger som f.eks. mudtemperatur, viskositet av baseolje, seksjon det bores i og teknisk utforming av shakerområde er kjent.

Målsettingen for dette prosjektet var å benytte data fra eksisterende målerapporter til å utvikle regresjonsmodeller som så knyttes til et brukerverktøy som kan estimere konsentrasjonen av oljedamp og oljetåke i shakerområdet under gitte prosessbetingelser ved boring med dagens oljebaserte mudsystemer. Dette vil kunne gi bransjen konkrete råd med hensyn til planlegging av når tiltak bør iverksettes, basert på gjeldende administrative normer. Brukerverktøyet vil også kunne predikere konsentrasjonen ved ”worst case scenarioer”, og dermed bidra med informasjon om behov for å vurdere tekniske tiltak, administrative tiltak eller personlig verneutstyr under slike forhold. Denne rapporten er skrevet til OLF, og gir bakgrunnsdokumentasjon for modellene og brukerverktøyet som ble utviklet.

MATERIALE OG METODER

Organisering

Prosjektgruppe

Førsteamanuensis Magne Bråtveit og professor Bente E. Moen fra Seksjon for arbeidsmedisin, Universitetet i Bergen.

Stipendiat Kjersti Steinsvåg og statistiker Stein Atle Lie fra Unifob Helse.

Referansegruppe

Yrkeshygienikergruppen i OLF fungerte som referansegruppe for prosjektet. I løpet av prosjektperioden ble det holdt to møter med referansegruppen. Referansegruppen ble spesielt konsultert om hvordan og hvilken type tilleggsinformasjon som skulle hentes inn fra riggene, utforming av riggskjemaet (Vedlegg 1), og om hvordan tilleggsinformasjonen som ble samlet inn via riggskjemaet kunne kategoriseres for å bli benyttet som determinanter i eksponeringsmodellene. I tillegg hadde vi møte med Thorbjørn Kaland fra Halliburton i forbindelse med utforming av riggskjemaet.

Datainnsamling

Målerapporter

Innhenting av målerapporter for oljetåke og oljedamp i slambehandlingsområdene ble gjort i forbindelse med besøk hos 8 oljeselskaper og borekontraktører som beskrevet av Steinsvåg et

al. (2006). Totalt 39 boreenheter er inkludert i dette datamaterialet som dekker tidsperioden 1979-2004. I tillegg til personbårne målinger av oljetåke (n=318) og oljedamp (n=437) (Steinsvåg et al., 2006), omfattet også datamaterialet stasjonære målinger.

De stasjonære målingene som hittil ikke har blitt analysert, egner seg spesielt for å utvikle modeller for å estimere konsentrasjon av oljetåke og oljedamp i shakerområdet siden måleverdiene for disse prøvene ikke varierer med den personlige aktiviteten og bevegelsene til operatørene slik de personbårne prøvene gjør. Imidlertid manglet de fleste av målerapportene som ble samlet inn opplysninger om tekniske utforming av shakerområdet. For å kunne bygge opp mer presise modeller var det derfor nødvendig å hente inn ytterligere informasjon om boreinstallasjonene. Det ble besluttet at dette skulle gjøres ved å sende et riggskjema til eierne av alle riggene som inngikk i databasen der det ble bedt om informasjon om tekniske forhold.

Utfylling av riggskjema

Det ble sendt et skjema til eierne av alle boreinstallasjonene der vi hadde fått tilgang på stasjonære måledata av oljetåke og oljedamp. I dette skjemaet ble det spurt etter tekniske opplysninger om slambehandlingsområdet (Vedlegg 1). Etter avtale med riggeierne ble skjemaene sendt til HMS-ansvarlige eller sykepleier knyttet til de respektive boreinstallasjoner, og fylt ut av ansvarlige innen boring.

Det ble sendt ut skjema til 39 installasjoner, og vi fikk 32 utfylte skjema i retur. Av de som ikke returnerte skjema er det seks installasjoner som nå enten er i utlandet, ombygget eller i opplag samt en installasjon der grunnen til at skjemaet ikke ble returnert er ukjent.

Utvalg av måledata

I denne rapporten inngår kun stasjonære målinger der det er benyttet mineraloljebaserte baseoljer. Vannbaserte systemer og bruk av diesel som baseolje er derfor ikke inkludert i oppsummeringen.

I utgangspunktet omfattet datamaterialet med mineraloljebaserte borevæsker 39 rigger med totalt 892 målinger av oljetåke og 908 målinger av oljedamp i perioden 1985-2004. Fra dette datamaterialet ble det gjort et utvalg basert på følgende inklusjonskriterier:

- *Kun ikke-aromatiske baseoljer*

De ikke-aromatiske baseoljer (aromatinnhold <0,01 %, kokepunktsområde 220-335°C) ble benyttet i målingene i perioden 1998-2004. Dette omfattet 622 målinger av

oljetåke og 620 målinger av oljedamp. Alle disse målingene ble utført med dagens prøvtakingsmetode som består av en seriekopling av glassfiberfilter og kullrør.

- *Riggskjema skulle være fylt ut*
Dette skjemaet ble utfylt for 32 boreinstallasjoner
- *Kun målinger i shakerrommet inkluderes*

Dette førte til eksklusjon av følgende data:

- Lav-aromatiske baseoljer (aromatinnhold 1-10 %, kokepunktsområde 220-335°C) ble benyttet i perioden 1985-1997 som omfattet 270 målinger av oljetåke og 288 målinger av oljedamp ble ekskludert.
- Måledata fra 7 rigger ble ekskludert siden vi manglet teknisk informasjon via riggskjema - dette medførte eksklusjon av 41 målinger av oljetåke og 40 målinger av oljedamp
- Totalt 119 målinger ble ekskludert siden de var foretatt i mud pit rom (31), slurrifikasjonsenhet (39), pumperom (23), tanktopprom (26).

De resterende målingene som oppfylte inklusjonskriteriene og dermed inngikk i databasen for utvikling av regresjonsmodeller var hentet fra 17 faste og 12 flyttbare boreinstallasjoner, med totalt 462 oljedampmålinger og 464 oljetåkemålinger fra perioden 1998-2004. Antall målinger per rigg varierte fra 2 til 45.

Database med potensielle determinanter

Målingene som oppfylte inklusjonskriteriene, ble lagt inn i en database for modellering. Potensielle determinanter for konsentrasjon av oljetåke og oljedamp ble valgt ut på grunnlag intervjuer med borepersonell og yrkeshygienikere fra oljebransjen (Steinsvåg et al., 2005), møte med referansegruppen i dette prosjektet og resultater fra analyser av personbårne målinger (Steinsvåg et al, 2006).

Potensielle determinanter for konsentrasjon av oljedamp og oljetåke er i det følgende presentert under prosesstekniske determinanter og under teknisk utforming av shakerområdet.

Prosesstekniske determinanter

De potensielle prosesstekniske determinantene/variablene som omtales her ble beskrevet i målerapportene, og de fleste av disse inngår i Tabell 1 eller Tabell 2;

Viskositet:

De ikke-aromatiske baseoljene ble delt inn i baseoljer med normal viskositet ($3,0-4,5 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ ved 40°C) og lav viskositet ($2,0-2,3 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ ved 40°C). Versavert er et eksempel på mudsystemer med normal viskositet, mens for eksempel Paratherm representerer system med lav viskositet. Baseoljene med lav viskositet antas å fordampe lettere.

For målingene der type baseolje ikke var oppgitt ($n=107$) ble det antatt at viskositeten for baseoljen var normal.

Mudtemperatur:

I målingene som inngår i databasen varierer mudtemperaturen mellom 33°C og 82°C . Det antas at konsentrasjonene av oljetåke og oljedamp øker med mudtemperaturen.

Mudflow:

Mudflow varierte i området $1800-4170 \text{ l/min}$, og var oppgitt for 351 av oljetåkemålingene og for 349 av oljedampmålingene. Høyere mudflow medfører håndtering av større volumer av mud i shakerområdet. Det antas høyere konsentrasjoner av oljetåke og oljedamp ved økende mudflow.

Seksjon:

Boring i $12 \frac{1}{4}$ " seksjonen blir antatt å medføre høyest eksponering siden både mudflow og temperatur normalt er høyere enn i den påfølgende tynnere $8 \frac{1}{2}$ " seksjonen.

Klimatiske forhold:

Et fåtall av målerapportene hadde oppgitt værforhold (vindstyrke, vindretning, lufttemperatur el.l.), og klimatiske forhold ble derfor ikke inkludert i modellene.

Teknisk utforming av shakerområdet

Opplysninger om de potensielle determinantene som sorterer under dette punktet ble samlet inn via riggskjemaene som ble fylt ut av de ulike riggeierne.

Størrelse på shakerrom, antall shakere og mudflow ved representativ boring i $12 \frac{1}{4}$ " og $8 \frac{1}{2}$ " seksjonen:. Data for disse variablene ble lagt inn i databasen som oppgitt i de utfylte riggskjemaene

De følgende kategoriske variablene ble dikotomisert, dvs. omdefinert slik at de kun har to utfall (f.eks ja/nei, tilstede/ikke tilstede, o.l) (se Tabell 1)

Type rigg:

Det ble samlet inn måledata fra 9 flytende, 3 jackup og 17 faste boreinstallasjoner. I analysene er riggene delt inn i flyttbare (flytende og jackup) og faste.

Shakerlokalisering:

Shakerne er oppgitt å være plassert enten i eget rom eller samlokalisert (i samme rom/område som mudpit og/eller separasjonstanker). Det antas at samlokalisering kan medføre høyere konsentrasjoner av oljetåke og oljedamp i shakerområdet.

Mudrenner:

Denne variabelen er delt inn med hensyn til om mudrennene er lukket (alltid lukket) eller om de er delvis/ikke lukket (åpne, uten lokk og delvis åpne m/lokk). Renner som er lukket antas å medføre en lavere konsentrasjon av oljetåke og oljedamp.

Avtrekk mudrenner:

Variabelen angir om mudrennene har avtrekk (ja) eller ikke/delvis avtrekk (nei eller delvis). Avtrekk antas å redusere konsentrasjonen.

Tilluft i shakerområdet:

Angir om shakerområdet har mekanisk tilluft (i tak/vegger, tillufthimling) eller kun har naturlig tilluft (åpent naturlig ventilert område eller lukket område med rister i vegger evt. åpne dører). Mekanisk tilluft antas å redusere konsentrasjonen.

Avtrekkshette for shaker

Avtrekkshette for shaker er angitt som innelukket (avtrekkshette direkte på shaker, innelukket løsning) eller delvis/ikke innelukket (for alle andre alternativer for shakeravtrekk i riggskjemaet). Innelukket avtrekkshette antas å være mest effektiv for å redusere konsentrasjonen.

Mer detaljerte opplysninger som avtrekksmengder er ikke tatt med i analysene siden kun 13 rigger som omfatter 150 målinger hadde oppgitt dette. Det er også svært usikkert i hvilken

grad de oppgitte luftmengdene i dag stemmer med mengdene som var aktuelle når målingene ble utført.

Luftgardin:

Luftgardin som er plassert i front av shakerne for å forbedre effektiviteten av avtrekkshettene ble oppgitt for 42 målinger.

Luftrister i yttervegg

Overstrømningsrister for luft i yttervegg ble oppgitt for 7 rigger og 127 målinger og omfatter både rigger som har i tillegg har mekanisk tilluft og de som kun har naturlig tilluft i shakerområdet. Ristene antas å øke tilluftsmengden i shakerområdet og dermed redusere konsentrasjonen av oljetåke og oljedamp.

Målested

Prøvetakingsstedene som ble oppgitt i målerapportene varierte. Målingene var enten tatt ved shaker (foran eller mellom shakere) eller andre steder i shakerrommet. For 85 målinger var det kun oppgitt shakerrom uten nærmere spesifisering. Siden målested var såpass lite spesifisert, ble denne parameteren ikke inkludert i analysene.

Mudflow per areal

I riggskjemaet hadde de fleste angitt størrelse på shakerområdet (areal), men som tidligere beskrevet manglet mudflow for over 100 målinger. På bakgrunn av de foreliggende dataene ble det konstruert en variabel/potensiell determinant: Mudflow per areal. Det ble antatt at det skulle være en positiv korrelasjon mellom denne variabelen og henholdsvis oljetåke og oljedamp. Dette siden både økende mudflow og lite areal ble antatt å øke forurensingsnivået.

Areal per shaker

Det ble også konstruert en variabel på basis av forholdet mellom areal og antall shakere. Det ble antatt at det kunne være en negativ sammenheng mellom denne variabelen og oljedamp og/eller oljetåke.

Dataanalyse

Måledata for oljetåke og oljedamp samt informasjon om potensielle determinanter som ble hentet fra målerapportene og riggskjema, ble lagt inn og analysert i statistikkprogrammet SPSS 13.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

To målinger av oljetåke som var under deteksjonsgrensen ble satt lik deteksjonsgrensen dividert med kvadratroten av to, mens tre oljetåkemålinger ble lagt inn som ”missing” siden de ikke hadde noe informasjon om nivå. Både oljetåke- og oljedampmålingene var skjevfordelte, og begge disse parametrene ble derfor \log_e -transformerte før analyse.

Multiple lineære regresjonsmodeller ble utviklet ved å benytte logaritmen til henholdsvis oljetåke og oljedamp som avhengige variabler, og potensielle determinanter som uavhengige variabler.

Strategien som ble brukt for å bygge opp modellene var tilsvarende den som ble benyttet av Steinsvåg et al (2006) for personbårne målinger. I innledende analyser ble forskjell i konsentrasjon mellom grupper for henholdsvis oljetåke og oljedamp analysert med t-test. Korrelasjon mellom kontinuerlige variabler ble testet med Pearson bivariat korrelasjonsanalyse. Potensielle determinanter som ble forsøkt i modellene, ble valgt på grunnlag disse analysene (signifikansnivå på $p < 0,20$) eller på logisk vurdering av den potensielle determinanten sin effekt på konsentrasjon av oljetåke eller oljedamp. I de endelige modellene ble kun potensielle determinanter med et signifikansnivå på $p < 0,05$ inkludert.

RESULTATER

I databasen inngikk stasjonære måledata fra 17 faste og 12 flyttbare boreinstallasjoner, med totalt 462 oljedampmålinger og 464 oljetåkemålinger fra perioden 1998-2004.

Innledende analyser

Kategoriske variabler

Resultater fra innledende analyser av kategoriske variabler (potensielle determinanter) er gitt i Tabell 1, og viser følgende signifikante forskjeller ($p < 0,05$) mellom grupper:

Konsentrasjonen av oljetåke og oljedamp var:

- Lavere på faste enn på flyttbare installasjoner
- Lavere i seksjon 8 ½" enn i 12 ¼" seksjonen
- Lavere når shakerne er plassert i eget rom/område enn når shakerne er plassert i samme rom/område som mudpit/separasjonstanker
- Lavere når avtrekkshetten over shakerne er innelukket enn når de kun er delvis innelukket eller ikke innelukket
- Lavere når shakerrommet har luftrister i yttervegg enn når det ikke er slike rister
- Lavere når det er luftgardin i front av shakeren enn når det ikke er slik luftgardin

Konsentrasjonen av oljedamp var:

- Lavere ved bruk av mudsystemer med normal viskositet enn med lav viskositet
- Lavere der mudrennene var åpne uten lokk eller delvis åpne med lokk enn der de alltid var lukket
- Lavere der det var mekanisk tilluft enn der det bare var naturlig tilluft i shakerområdet

Konsentrasjonen av oljetåke var:

- Lavere der det var avtrekk fra mudrennene enn der det ikke var slike avtrekk

Tabell 1. Definisjon av potensielle, kategoriske determinanter for oljedamp og oljetåke for stasjonære målinger tatt i shakerområdet i perioden 1998-2004. Konsentrasjon av oljedamp og oljetåke er angitt for hver gruppe innen de respektive determinantene.

Potensielle determinanter	Definisjon (antall målinger)	Oljedamp	Oljetåke
		AM(mg/m ³)	AM(mg/m ³)
Type rigg	1 = flyttbar (n=154) 0 = fast (n=310)	54,5 32,4 p<0,001	7,6 2,0 p<0,001
Viskositet for baseolje	1 = lav viskositet (n=62) 0 = normal viskositet (n=402)	72,7 34,6 p<0,001	7,8 3,3 p=0,156
Seksjon	1 = 12 ¼" (n=363) 0 = 8 ½" (n=61)	42,7 10,8 p<0,001	4,7 0,4 p<0,001
Shakerlokalisering	1 = eget rom (n=357) 0 = samlokalisering m. tanker (n=107)	34,2 58,0 p=0,002	2,9 7,2 p=0,001
Avtrekkshette for shaker	1 = lukket (n=59) 0 = delvis/ikke lukket (n=405)	16,6 43,0 p<0,001	0,5 4,4 p<0,001
Mudrenner	1 = lukket (n=102) 0 = delvis/ikke lukket (n=362)	45,7 38,0 p=0,038	5,0 3,6 p=0,110
Avtrekk mudrenner	1 = har avtrekk (n=50) 0 = ikke/delvis avtrekk (n=414)	41,9 39,5 p=0,127	0,5 4,3 p<0,001
Tilluft	1 = mekanisk (n=346) 0 = naturlig (n=118)	37,2 47,0 p=0,037	4,2 3,0 p=0,618
Luftrister i vegg	1 = har rister (n=127) 0 = ikke rister (n=332)	19,2 46,8 p<0,001	1,4 4,9 p<0,001
Luftgardin foran shakerne	1 = har luftgardin (n=42) 0 = ikke luftgardin (n=422)	20,6 41,6 p<0,001	0,6 4,2 p<0,001

AM=aritmetisk middelværdi; n=antall målinger; p=p-verdi for forskjell mellom gruppene innen hver potensiell determinant

Kontinuerlige variabler

Resultater fra innledende korrelasjonsanalyser av kontinuerlige variabler (potensielle determinanter) er gitt i Tabell 2, og viser bl.a. følgende signifikante sammenhenger (p<0,05):

- Mudtemperaturen var positivt korrelert med oljetåke, men ikke med oljedamp
- Mudflow var positivt korrelert både med oljetåke og oljedamp, men var oppgitt kun for ca. ¾ av målingene.
- Mudflow per areal av shakerrom var positivt korrelert med oljetåke
- Areal av shakerrom per shaker var negativt korrelert med oljetåke
- Mudflow, mudflow per areal av shakerrom, areal av shakerrom per shaker og brønnlengde var alle korrelert med mudtemperatur

Mudflow var oppgitt for kun ¾ av målingene, og var korrelert med mudtemperatur. Siden mudtemperaturen var oppgitt i de aller fleste av målerapportene ble mudtemperatur derfor

prioritert før mudflow og mudflow per areal i forbindelse med oppbygging av konsentrasjonsmodellene.

I tilfeller der boreseksjon men ikke mudflow var angitt i målerapportene ble representativ mudflow ved boring i 8 1/2" enn i 12 1/4" seksjonene som oppgitt i riggskjemaet benyttet. Dette førte til at nesten alle målepunktene fikk tilknyttet en verdi for mudflow. Det var imidlertid ingen korrelasjon mellom oljetåke eller oljedamp og denne modifiserte mudflow-verdien.

Tabell 2. Bivariat korrelasjon mellom $\log_e(\text{oljetåke})$, $\log_e(\text{oljedamp})$ og kontinuerlige, potensielle determinanter for stasjonære målinger tatt i shakerområdet i perioden 1998-2004.

	Oljetåke	Oljedamp	Mudtemperatur	Mudflow	Mudflow/areal	Areal/shaker	Brønnlengde
Oljetåke <i>r</i> <i>n</i>	1 464	0,71** 461	0,20** 447	0,22** 351	0,16** 339	-0,15** 427	0,03 306
Oljedamp <i>r</i> <i>n</i>		1 462	0,07 445	0,21** 349	0,01 338	-0,01 426	0,08 304
Mudtemperatur <i>r</i> <i>n</i>			1 448	0,32** 352	-0,11* 340	0,12* 411	0,42** 307
Mudflow <i>r</i> <i>n</i>				1 352	0,40** 340	-0,06 340	0,05 275
Mudflow/areal <i>r</i> <i>n</i>					1 340	-0,79** 340	-0,29** 263
Areal/shaker <i>r</i> <i>n</i>						1 428	0,21** 285
Brønnlengde <i>r</i> <i>n</i>							1 307

r=Pearson korrelasjon; *n*=antall målinger; **=signifikansnivå $p \leq 0,01$; *=signifikansnivå $p \leq 0,05$

Regresjonsmodeller

De fleste determinantene er felles for oljedamp- og oljetåke modellene (Tabell 3 og 4).

Positive og negative β -verdier i modellene indikerer at de inkluderte kategoriske determinantene (for verdi lik 1) er forbundet med henholdsvis en økning og en reduksjon i konsentrasjonen.

Oljedamp

Tabell 3 viser at regresjonsmodellen forklarer 39% av variasjonen av oljedamp. Modellen predikerer for eksempel at konsentrasjonen av oljedamp er 2,3 ganger (e^β) høyere ved bruk av

baseolje med lav viskositet, og 1,9 ganger høyere ved boring i 12 ¼” enn i 8 ½” seksjonen. Videre er en 10°C økning i mudtemperatur forbundet med en 34% økning i oljedampkonsentrasjon. Figur 1 viser estimert oljedampkonsentrasjon med 95% konfidensintervall som funksjon av mudtemperatur. I dette eksempelet er det antatt at de kategoriske determinantene som inngår i modellen har verdien 0 (se definisjoner i Tabell 1). Areal av shakerrom, eller kombinasjonsvariabler som mudflow per areal eller areal per shaker gikk ikke inn som signifikante determinanter i denne modellen.

Tabell 3. Lineær multippel regresjonsmodell for $\log_e(\text{oljedamp})$ for stasjonære målinger tatt i shakerområdet i perioden 1998-2004.

	Determinanter	β	95% CI for β	p-verdi
ln oljedamp	konstant	1,68	1,06-2,30	<0,001
n=421	Viskositet for baseolje	0,82	0,48-1,16	<0,001
$R^2_{\text{adj}}=0,39$	Mudtemperatur	0,029	0,019-0,039	<0,001
	Seksjon	0,63	0,28-0,99	<0,001
	Type rigg	0,40	0,12-0,68	0,005
	Shakerlokalisering	-0,63	-0,94- -0,32	<0,001
	Mekanisk tilluft	-0,68	-0,97- -0,40	<0,001
	Luftrister i vegg	-0,93	-1,23- -0,62	<0,001
	Luftgardin foran shaker	-0,54	-1,01- -0,08	0,023

β =regresjonskoeffisient; 95%CI for β =95% konfidensintervall for regresjonskoeffisienten; p-verdi=signifikansnivå for determinantene som inngår i modellen; n=antall målinger i modellen; R^2_{adj} = forklart varians for regresjonsmodellen

Oljetåke

Regresjonsmodellen for oljetåke forklarer 26% av variasjonen i konsentrasjon (Tabell 4). Boring i 12 ¼” seksjonen gir eksempelvis en 2,7 ganger høyere konsentrasjon enn boring i 8 ½” seksjonen under ellers like forhold. I motsetning til i modellen for oljedamp er lav viskositet av baseoljer forbundet med reduksjon i oljetåkekonsentrasjon med en faktor på 0,56. Separate analyser viser at forholdet mellom oljedamp og oljetåke er signifikant høyere for lavviskøse baseoljer enn for baseoljer med normal viskositet, uavhengig av mudtemperaturen (Tabell 5).

For oljetåke er en 10°C økning i mudtemperatur forbundet med en 30% økning i konsentrasjon. Figur 1 viser eksempel på estimert oljetåkekonsentrasjon som funksjon av mudtemperatur. I dette eksempelet er det antatt at de kategoriske determinantene som inngår i modellen har verdien 0 (se definisjoner i Tabell 1).

Tabell 4. Lineær multippel regresjonsmodell for $\log_e(\text{oljetåke})$ for stasjonære målinger tatt i shakerområdet i perioden 1998-2004.

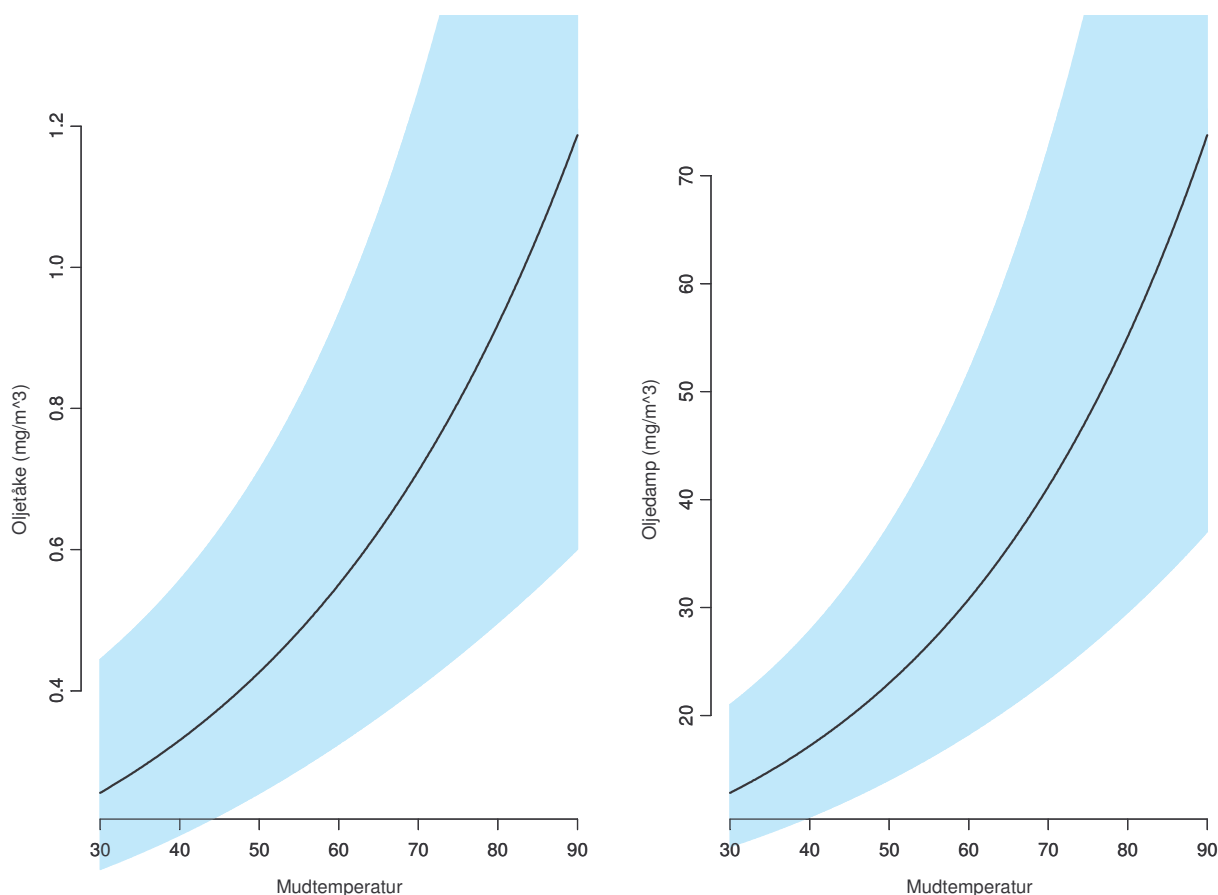
	Determinanter	β	95% CI for β	p-verdi
ln oljetåke	konstant	-2,13	-2,87- -1,39	<0,001
n=421	Viskositet for baseolje	-0,58	-0,98- -0,18	0,005
$R^2_{\text{adj}}=0,26$	Mudtemperatur	0,026	0,015-0,036	<0,001
	Seksjon	1,01	0,61-1,41	<0,001
	Type rigg	0,71	0,38-1,04	<0,001
	Shakerlokalisering	-0,50	-0,88- -0,12	0,010
	Avtrekkschette for shaker	-0,52	-0,92- -0,13	0,010
	Luftrister i vegg	-0,44	-0,79- -0,09	0,014
	Luftgardin foran shaker	-0,61	-1,15- -0,08	0,025

β =regresjonskoeffisient; 95%CI for β =95% konfidensintervall for regresjonskoeffisienten; p-verdi=signifikansnivå for determinantene som inngår i modellen; n=antall målinger i modellen; R^2_{adj} = forklart varians for regresjonsmodellen

Tabell 5. Lineær multippel regresjonsmodell for forholdet mellom konsentrasjonen av oljedamp og oljetåke for stasjonære målinger tatt i shakerområdet i perioden 1998-2004, justert for mudtemperatur.

	Determinanter	β	95% CI for β	p-verdi
Oljedamp/oljetåke	konstant	60,1	23,4-96,8	0,001
n=443	Viskositet for baseolje	109,4	86,1-132,8	<0,001
$R^2_{\text{adj}}=0,17$	Mudtemperatur	-0,45	-1,06-0,17	0,167

β =regresjonskoeffisient; 95%CI for β =95% konfidensintervall for regresjonskoeffisienten; p-verdi=signifikansnivå for determinantene som inngår i modellen; n=antall målinger i modellen; R^2_{adj} = forklart varians for regresjonsmodellen



Figur 1. Sammenheng mellom mudtemperatur og estimert konsentrasjon av oljetåke (mg/m^3) og oljedamp (mg/m^3) i shakerområdet. I disse eksemplene er det antatt at alle kategoriske determinanter som inngår i modellene har verdien 0 (se definisjoner i Tabell 1).

Dataverktøy

Det ble utviklet en kalkulator for å estimere konsentrasjon oljedamp og oljetåke i shakerområdet. Denne kalkulatoren er basert på regresjonsmodellene som er presentert i denne rapporten (Tabell 3 og 4). Brukeren legger inn verdier for de ulike variablene (determinantene) som inngår i modellene, og får ut ett punkt estimat med 95% konfidensintervall for oljedamp og oljetåke. I tillegg får man en figur som viser konsentrasjon som funksjon av mudtemperatur for den kombinasjonen av variablene som er tastet inn (se eksempel Figur 1). OLF bestemmer hvem som skal få tilgang som brukere av dette verktøyet.

KOMMENTARER TIL RESULTATENE

Modellene for beregning av oljedamp og oljetåke i shakerområdet i denne rapporten er basert på måledata som er samlet inn fra oljeselskapene og borekontraktørene på norsk sokkel. I tillegg ble det i løpet av prosjektet samlet inn teknisk informasjon om shakerområdene via et skjema som ble fylt ut av riggeierne.

For at modellene i denne rapporten skulle være mest mulig aktuelle for dagens boring, ble det besluttet at de kun skulle bygges opp på grunnlag av målinger utført ved bruk av ikke-aromatiske baseoljer. Steinsvåg et al (2006) viste at lav-aromatiske baseoljer som ble brukt i perioden 1989-1997, var forbundet med høyere eksponering enn bruk av ikke-aromatiske baseoljer som har blitt benyttet siden 1998. Dersom lav-aromatiske baseoljer hadde blitt inkludert ville derfor modellene trolig ha predikert for høye verdier. Imidlertid førte eksklusjon av lav-aromatiske baseoljer til at datagrunnlaget ble redusert. På den annen side antar vi at måledataene som ble benyttet er relativt representative for boring i 8 ½" og 12 ¼" seksjonene med hensyn til at de dekker 29 boreinstallasjoner og at en stor andel av målerapportene fra den angitte perioden ble hentet inn.

Målingene som inngår i de endelige modellene ble utført i perioden 1998-2004 med dagens mest brukte prøvetakingsmetode som består av en seriekopling av et kullrør for oppsamling av oljedamp og et filter for oppsamling av oljetåke. Det er vanskelig å vurdere kvaliteten på prøvetaking og analyse siden denne prøvetakingsmetoden ikke er validert for oppsamling av lav-viskøse, ikke-aromatiske baseoljer (Steinsvåg et al., 2006). Prøvene er hovedsakelig analysert ved 4 laboratorier, og det kan ikke utelukkes at ulike laboratorieprosedyrer kan bidra til variasjon i resultatene.

Brukerverktøyet som presenteres er en web-basert kalkulator for beregning av oljetåke og oljedamp i shakerområdet. Denne løsningen ble foretrukket siden eventuelle oppdateringer dermed blir enkle å administrere, og sikrer også at brukerne har den siste versjonen tilgjengelig.

Kalkulatoren angir punktestimater med 95% konfidensintervaller for ett gitt sett av verdier av de variablene som inngår i modellene, samt presentasjon av figur som viser estimert konsentrasjon som funksjon av mudtemperaturen. Siden vi har valgt å benytte 95%

konfidensintervall, som betyr at 95% av oljetåke- og oljedamp-målingene ligger innenfor intervallet, viser Figur 1 relativt stor usikkerhet i estimatene. I en eventuell fremtidig revisjon av modellene kan et annet konfidensintervall vurderes.

De fleste determinantene er felles for oljedamp- og oljetåke modellene, og alle disse kan vurderes som logiske med hensyn til forventet bidrag.

- *Mudtemperatur* er angitt i de fleste målerapportene, og var en signifikant, positiv determinant i begge modellene
- *Lav viskositet av baseoljen* er en positiv prediktor for oljedamp, og negativ for oljetåke. Det antas at lav-viskøse baseoljer fordamper lettere (Steinsvåg et al. 2006) Typisk er Versavert plassert i gruppen med normal viskositet og Paratherm i gruppen med lav viskositet. Tilleggsanalysene viste at forholdet mellom oljedamp og oljetåke var signifikant høyere for baseoljer med lav viskositet enn for de med normal viskositet, uavhengig av mudtemperaturen. Det er uklart om dette utelukkende skyldes at de lav-viskøse baseoljene gir en relativt større dampfraksjon eller om det i tillegg kan skyldes at oppsamlet oljetåken fra disse oljene i større grad fordamper fra prøvetakingsfilteret til det påfølgende kullrøret. Gruppering i normal og lav viskositet er ellers forbundet med noe usikkerhet siden normal viskositet ble antatt for 107 målinger som ikke hadde oppgitt baseolje.
- *Seksjon det bores i* var positiv determinant i begge modellene. Dette betyr at boring i 12 ¼" seksjonen som forventet er forbundet med høyere konsentrasjoner.
- *Type rigg*: Konsentrasjon av oljetåke og oljedamp var høyere på flyttbare enn på faste installasjoner. Dette er en determinant som ideelt sett skulle kunne erstattes av andre determinanter som er i stand til å forklare forskjeller mellom flyttbare og faste installasjoner, for eksempel teknisk utforming av shakerområdet, ventilasjon osv. Ved eventuelle videre oppdateringer vil det være en målsetting å eliminere denne determinanten.
- *Shakerlokalisering*: Samlokalisering av shakere og mudpit/tanker var assosiert med høyere konsentrasjoner
- *Luftrister i yttervegg* er forbundet med redusert konsentrasjon i begge modellene, trolig på grunn av økte mengder av tilluft, og dermed fortykning av forurensingene.

- *Luftgardin foran shaker* var oppgitt for relativt få av målingene, men bidrar til reduserte konsentrasjoner i begge modellene, trolig fordi de hindrer ”lekkasje” av oljedamp/oljetåke fra shakeren og ut i området rundt.
- *Avtrekkshette for shaker*: Innelukket shakerhette bidrar til redusert konsentrasjon av oljetåke. Avtrekksmengder i hettene ble oppgitt for kun 13 rigger som dekker bare 150 målinger, og ble derfor ikke benyttet. Foreløpige analyser av disse 150 målingene tyder imidlertid på at denne parameteren kan forklare en betydelig del av variasjonen i konsentrasjon. I en eventuell utvikling av modellen er dette et punkt som bør arbeides videre med. Dette forutsetter at informasjon om avtrekksmengder tas med i målerapportene siden det forventes at avtrekksmengden kan variere med tiden både grunnet tekniske endringer som blir gjort og varierende drift av anlegget.
- *Mekanisk tilluft* i shakerområdet var forbundet med redusert nivå av oljedamp. Også for tilluft var det er det få rigger som har oppgitt luftmengder, og denne parameteren kan foreløpig heller ikke graderes mer detaljert. Med samme begrunnelse som for avtrekksmengder bør informasjon om tiluftsmengder også tas med i målerapportene.
- Mudflow eller kombinasjonsvariabler som mudflow per areal eller areal per shaker gikk ikke inn som signifikante determinanter i modellene, trolig pga korrelasjonen med mudtemperatur.
- Målested: Informasjon med hensyn til eksakt målested varierer i målerapportene, og et betydelig antall har kun oppgitt shakerrom. I disse modellene er derfor ikke målested tatt med som potensiell determinant. Ideelt sett burde målestedene vært standardisert.

De foreliggende analysene har identifisert determinanter som har betydning for konsentrasjon av oljetåke og oljedamp i shakerområdet. Presisjonen i de estimerte verdiene er avhengig av usikkerheten i de variablene som inngår. Det er derfor viktig at opplysningene som gis i målerapportene er så utfyllende at de kan benyttes ved eventuelle oppdateringer av databasen som er grunnlag for regresjonsmodellene. Målerapportene bør inneholde opplysninger om både de determinantene som har blitt vist å ha betydning i denne rapporten, men også om andre potensielle determinanter som pr i dag er for upresist beskrevet eller ikke angitt. Kvaliteten vil også forbedres ved å øke antallet målinger i databasen. Modellene som presenteres i denne rapporten bør derfor være det første trinnet i utvikling av mer presise estimater.

Modellene med tilhørende determinanter som presenteres i denne rapporten samt resultatene som tidligere er presentert for personbårne målinger (Steinsvåg et al., 2006) vil også være nyttige for å utarbeide eksponeringsestimater i epidemiologiske studier for å studere en eventuell sammenheng mellom eksponering og helse. Dette kan for eksempel gjelde effekter på respirasjonssystemet som luftveisplager, lungefunksjon og lungefibrose for operatører i slambehandlingsområdene. Slike eksponeringsestimater vil også kunne benyttes i analyser av kreftkohorten som er etablert av Kreftregisteret (Bråtveit og Moen, 2007)

FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

Vi foreslår følgende for å oppdatere og videreutvikle modellene:

a) Innsamling av måledata

For å organisere innsamlingen av nye måledata etableres det et ”nettverk” mellom prosjektgruppen og personell som utfører målinger for de utvalgte selskapene/kontraktørene. Optimalt bør alle måledata fra tilgjengelige boreinstallasjoner samles inn, men for å sikre god kommunikasjon og informasjonsflyt kan alternativt et utvalg av selskaper/kontraktører inkluderes. Hvilke som eventuelt skal inngå diskuteres med yrkeshygienikergruppen i OLF.

b) Sjekkliste til bruk ved målinger av oljetåke og oljedamp

Yrkeshygienikergruppen i OLF utarbeider i samarbeid med Seksjon for arbeidsmedisin, UiB en sjekkliste til bruk for de som utfører prøvetaking av oljetåke og oljedamp. Sjekklisten angir hvilken informasjon som skal oppgis i fremtidige målerapporter, og bør bl.a bestå av følgende momenter:

- *Prøvetakingsmetodikk*
- *Prosesstekniske variabler:* Type baseolje, viskositet av baseolje, boreseksjon, mudtemperatur, mudflow, antall shakere i drift
- *Klimatiske forhold:* Vindstyrke, vindretning og lufttemperatur
- *Tekniske forhold og ventilasjon;*
 - skisse over shakerrommet/området (med målestokk)
 - shakere; antall, lokalisering
 - tilluft: naturlig tilluft, rister i vegg, mekanisk tilluft/type, tilluftsmengde, luftgardin

-avtrekk: type avtrekkshette over shaker/avtrekksmengde, andre avtrekksløsninger, avtrekksmengder

-mudrenner: åpne/lukket, avtrekk

- *Målested*: For stasjonære målinger bør målested oppgis nøyaktig og evt. standardiseres

c) Eksisterende database/kalkulator

Det samles inn nyere måledata (fra 2005-2007) av oljetåke og oljedamp fra bransjen. Flere måleresultater gir generelt mer presise estimater. De eksisterende eksponeringsmodellene valideres og revideres mot disse nyere måledataene, og beregningskalkulatoren oppdateres. Validering av kalkulatoren utføres ved å analysere korrelasjonen mellom målte verdier og beregnede verdier fra kalkulatoren under de gitte tekniske forhold og prosessbetingelser.

d) Ny database/kalkulator

Seksjon for arbeidsmedisin bygger fra og med 2008 opp ny eksponeringsmodell og kalkulator basert på målerapporter som inneholder mer detaljerte opplysninger enn de som har vært benyttet til nå (som angitt under punkt b). Målsettingen er på denne måten å identifisere variabler som forklarer en større del av oljedamp og oljetåkekonsentrasjonen enn de variablene som er inkludert i den eksisterende modellen. Det foreslås videre årlige oppdateringer av den nye databasen ved innhenting av nye målerapporter fra bransjen, validering, revisjon av modellene og oppdatering av kalkulatoren.

Det tar trolig noen år før den nye databasen har tilstrekkelig mange måleresultater til å gi tilsvarende presisjon i estimatene som den eksisterende. Vi foreslår derfor at den eksisterende databasen/kalkulatoren benyttes og oppdateres parallellt med oppbygging av den nye kalkulatoren. På denne måten vil den eksisterende kalkulatoren bli revidert og oppdatert parallellt med oppbygging av en nye databasen, dvs. inntil validerings-testing viser at estimatene fra den nye kalkulatoren er mer presise enn fra den eksisterende kalkulatoren.

OLF bør også vurdere om noen brukere har behov for å estimere konsentrasjon av oljetåke og oljedamp basert på på det settet av determinanter som er benyttet i den eksisterende kalkulatoren. I så fall kan kalkulatoren basert på både ny og eksisterende eksponeringsmodell være tilgjengelig slik at brukeren selv kan velge hvilket detaljeringsnivå han vil basere estimatene sine på.

REFERANSER

- Arbeidstilsynet. (2003) Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære (veiledning, best.nr. 361); <http://www.Arbeidstilsynet.no>
- Arbete och Hälsa (1985) Nordiske ekspertgruppen for grenseverdidokumentasjon.13; 57 Oljetåke.
- Bråtveit M, Moen BE (2007) Kjemisk eksponering i petroleumsvirksomheten relatert til produksjonsstrømmer, produsert vann og boreslam. Rapport fra Seksjon for arbeidsmedisin, Universitetet i Bergen. ISBN 82-91232-65-2 ISSN 0806 – 9662
- Burstyn I, Kromhout H, Kauppinen T, Heikkilä P, Bofetta P. (2000) Statistical modelling of the determinants of historical exposure to bitumen and polycyclic aromatic hydrocarbons among paving workers. *Ann Occup Hyg*; 44:43-56.
- Mikkelsen AB, Schlünssen V, Sigsgaard T, Schaumburg I. (2002) Determinants of wood dust exposure in the Danish furniture industry. *Ann Occup Hyg*; 46:673-685.
- Petroleumstilsynet (2006) Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (aktivitetsforskriften) , seksjon 34. Stavanger: Petroleumstilsynet, Norge.
- Rønneberg A, Andersen A, Skyberg K. (1988) Mortality and incidence of cancer among oil exposed workers in a Norwegian cable manufacturing company. Part 2. Mortality and cancer incidence 1953-84. *Br J Ind Med*; 45:595-601.
- Rønneberg A, Skyberg K. (1988) Mortality and incidence of cancer among oil exposed workers in a Norwegian cable manufacturing company. Part I. Exposure conditions 1920-79. *Br J Ind Med*; 45: 589-94.
- Skyberg K, Rønneberg A, Christensen CC, Naess-Andresen CF, Borgersen A, Refsum HE. (1992) Lung function and radiographic signs of pulmonary fibrosis in oil exposed workers in a cable manufacturing company: a follow up study. *Br J Ind Med*; 49:309-15.
- Skyberg K, Rønneberg A, Kamøy JI, Dale K, Borgersen A. (1986) Pulmonary fibrosis in cable plant workers exposed to mist in vapor of petroleum distillates. *Environ Res*; 40:261-73.
- Steinsvåg K, Bråtveit M, Moen BE (2005) Eksponering for kreftfremkallende faktorer i norsk offshore petroleumsvirksomhet 1979-2005. Rapport fra Seksjon for arbeidsmedisin, Universitetet i Bergen og UNIFOB. ISBN 82-91232-52-0 ISSN 0806-9662
- Steinsvåg K, Bråtveit M, Moen BE (2006) Exposure to oil vapour and oil mist during offshore drilling. *Ann Occup Hyg* 50:109-122
- Vermeulen R, Kromhout H. (2005) Historical limitations of determinant based exposure groupings in the rubber manufacturing industry. *Occup Environ Med*; 62:793-9

SKJEMA FOR SHAKERROM PÅ BOREINSTALLASJONER: ANGI HVORDAN INSTALLASJONEN ER PR. I DAG

Boreinstallasjonens navn:.....

Type: Jackup Flytende Fast

Byggeår:

Byggeland:.....

Lokalisering av shakerne:

I eget rom/område

I samme rom/område som mudpit

I samme rom/område som separasjonstanker

Annet (beskriv).....

Størrelse på shakerrom (lxbxh i meter): l: _____, b: _____, h: _____

Dører i shakerrom:

Dører mot friluft: oftest åpne normalt lukket:

Dører mot mudpit/separasjonstanker: oftest åpne normalt lukket:

Mudrenner: Åpne, uten lokk Delvis åpne m/lokk Alltid lukket

Tas mudvekten i shakerrommet? Ja Nei

Shakertype/modell:.....

Totalt antall shakere:

Ved representativ boring i 12 1/4" seksjonen:

Antall shakere i bruk: _____ Mudflow pr. shaker (intervall):

Ved representativ boring i 8 1/2" seksjonen:

Antall shakere i bruk: _____ Mudflow pr. shaker (intervall):

Ved "worst case" boring (maksimal mudflow)

Antall shakere i bruk: _____ seksjon:.....Mudflow pr. shaker(intervall):

Lufttilførsel til shakerområde:

Åpent naturlig ventilert område

Lukket området med naturlig lufttilførsel via åpne dører

Lukket område med overstrømningsrister i vegger for uteluft

Mekanisk tilluft

I tak/vegg

Luftgardin foran shakere

Tilluftshimling

Tilluft med forvarming

Dimensjonert luftskifte/time evt. luftmengde.....

Avtrekksløsninger i shakerområde:

Avtrekkshette direkte på shakerne (innelukket løsning)

Dimensjonert luftmengde pr avtrekkshette:

Avtrekksløsning over shakerne med arrangement

rundt shakerne (delvis innelukket)

Dimensjonert luftmengde pr avtrekksenhet:

Avtrekksløsning over shakerne (ikke innelukket)

Dimensjonert luftmengde pr avtrekksenhet:

Generelt avtrekk i rommet for øvrig – på høyere nivå

Dimensjonert luftmengde:.....

Avtrekk fra mudrenner Ja Nei Delvis

Andre typer avtrekk.....

Andre løsninger:

Gardin/presenning foran shakerne

Avstand mellom gulv og gardinkant:.....

Skyvedører foran shakerne

Gardiner/skyvedører i bruk: Aldri Av og til Alltid

Luftgardin foran shakere

Gardiner/presenninger/faste vegger mellom shakerne

Annet:.....

Arbeidsbenk:

I shakerrom I shakerbu I eget rom

Ventilasjonschette ved arbeidsbenk

Vanntilførsel m/vask

Shakerbu:

Finnes shakerbu ? Ja Nei

Hvis ja, Når ble bua installert ?.....

Har shakerbua egen frisklufttilførsel/balansert ventilasjon Ja Nei

Har operatør fri sikt til shakerne fra shakerbu Ja Nei Delvis

Kameraovervåking av shakerne fra shakerbu Ja Nei Delvis

**OMBYGGINGER/ENDRINGER/MODIFIKASJONER SOM HAR BLITT UTFØRT I
SHAKEROMRÅDET SIDEN INSTALLASJONEN VAR NY**

-vi er interessert i endringer som kan antas å ha innvirkning på eksponeringsnivået av oljedamp/tåke

	ÅRSTALL	UTFØRTE ENDRINGER
Vegger/dører		
Shakere		
Mudrenner		
Lufttilførsel		
Avtrekk		
Gardiner/ skyvedører/ luftgardiner		
Arbeidsbenk		
Shakerbu		
Andre endringer		

Skjemaet er fylt ut av :.....