



HISTORISK EKSPONERING

Kjemisk eksponering frem til 2009

UNIVERSITETET I BERGEN



FORORD	3
1. SAMMENDRAG.....	4
2. BAKGRUNN	9
3. METODE	11
4. GRUPPERING AV MÅLINGER.....	13
4.1 BØRING OG BRØNN	13
4.1.1 STILLINGSKATEGORIER OG ARBEIDSOPPGAVER KNYTTET TIL OMRÅDER	16
4.1.2 EKSPONERINGSMÅLINGER.....	19
4.1.3 HISTORISKE ENDRINGER.....	28
4.1.4 VURDERING AV MÅLEDATA	31
4.2 PRODUKSJON OG PROSESS.....	32
4.2.1 STILLINGSKATEGORIER OG ARBEIDSOPPGAVER	32
4.2.1.1 ARBEIDSOPPGAVER KNYTTET TIL EKSPONERINGSMÅLINGER.....	33
4.2.2 EKSPONERINGSMÅLINGER.....	35
4.2.3 HISTORISKE ENDRINGER.....	42
4.2.4 VURDERING AV MÅLEDATA	42
4.3 VEDLIKEHOLD	44
4.3.1 ARBEIDSOPPGAVER OG STILLINGSKATEGORIER	45
4.3.2 EKSPONERINGSMÅLINGER.....	46
4.3.3 HISTORISKE ENDRINGER.....	50
4.3.4 VURDERING AV MÅLEDATA	51
5. GENERELLE VURDERINGER AV BEGRENSNINGER I DATA.....	52
5.1 MÅLESTRATEGI OG TILGANG PÅ DATA	52
5.2 MÅLETEKNISK.....	53
5.3 GRENSEVERDIER/REGELVERKSENDringer.....	53
6. JOBB-EKSPONERINGS-MATRISER (JEM).....	54
6.1 BØRING OG BRØNN	56
6.2 PROSESS OG PRODUKSJON.....	57
6.3 VEDLIKEHOLD.....	58
7. SELVRAPPORTERT EKSPONERING OFFSHORE 1965-99.....	65
7.1 HOVEDPUNKTER	65
7.2 BEGRENSNINGER I RELEVANS AV DATA.....	66
7.3 SELVRAPPORTERTE DATA SOM SUPPLEMENT	68
APPENDIX.....	70
REFERANSER	72

FORORD

Denne rapporten er en sammenfatning av et oppdrag Arbeids- og miljømedisin, Institutt for global helse og samfunnsmedisin, Universitetet i Bergen har utført for Arbeids- og inkluderingsdepartementet. Rapporten er tenkt til bruk for kommisjonen som skal utrede mulig kompensasjonsordning for oljepionerer. Rapporten er en sammenfatning av dokumentert kunnskap om historisk kjemisk eksponering for personell som har arbeidet innen borevirksomhet, drift og vedlikehold på faste og flyttbare innretninger på norsk kontinentalsokkel. Vi har oppsummert resultater fra eksponeringsmålinger som tidligere har blitt publisert i rapporter og vitenskapelige artikler fra Universitetet i Bergen og andre FoU-institusjoner i Norge. Denne dokumentasjonen baserer seg på målinger og annen informasjon selskapene og kontraktørene i oljebransjen har gjort tilgjengelig. Dette er supplert med vurderinger fra yrkeshygienikere med lang erfaring fra bransjen. Det er svært lite tilgjengelig måledokumentasjon og kjemiske risikovurderinger fra før 1990. Kunnskapsgrunnlaget for eksponering i pionerperioden er derfor spesielt mangelfullt, og dette har blitt kommentert i rapporten.

Takk til Arbeids- og inkluderingsdepartementet som har finansiert dette arbeidet.

Bergen, juni 2022

Forfattere:

Linda Aumo, Knut S. Grove, Magne Bråtveit, Jorunn Kirkeleit og Bjørg Eli Hollund

1. SAMMENDRAG

Denne rapporten bygger på en gjennomgang av kjemiske eksponeringsmålinger som er gjort tilgjengelig av bransjen og publisert av Universitetet i Bergen og andre FOU-institusjoner i Norge. I tillegg er det supplert med noe internasjonal litteratur samt gjort vurderinger fra yrkeshygienikere med lang erfaring fra oljebransjen. Manglende eksponeringsmålinger er ikke ensbetydende med fravær av eksponering.

Måledata er knyttet til arbeidsprosesser innen boring og brønn, produksjon og prosess, og noen vedlikeholdsoppgaver. De innsamlede målerapportene inneholdt både personlige og stasjonære målinger, men i denne rapporten er det valgt å hovedsakelig fokusere på de personlige målingene da disse generelt antas å være et bedre mål for arbeidstakernes eksponering enn stasjonære målinger.

Generelt gjelder det at stillingsbeskrivelsene ikke er dekkende for tidlig periode. Da hadde installasjonene lavere bemanning slik at mer ansvar og flere arbeidsoppgaver var normalt for hver stillingskategori. I tillegg antas det at det var større improvisasjon og selvhjelp for å holde utstyr og prosesser i gang.

Den eventuelle cocktaileffekten av kombinasjoner av kjemikalier, og hvordan denne skal dokumenteres er ikke beskrevet. Oljedamp vil eksempelvis kunne inneholde benzen i tillegg til andre flyktige organiske forbindelser med mer. Ved målinger av oljetåke og oljedamp er det i all hovedsak bare analysert samlet på det som regnes som «oljetåke» og «oljedamp», ikke på de enkelte bestanddeler i tåken/dampen. Analyser av enkeltkomponenter i oljene eller komponenter som stammer fra berggrunn/reservoar fremkommer i liten eller ingen grad.

Boring og brønn

Under boring fjernes sedimenter fra seksjonene det bores i. Etter at forbindelsesrøret er satt ned bores det med slam i sirkulasjon. Slammet består av borevæske med tilsetningsstoffer som pumpes med høyt trykk inn i borestrengen. Borevæsken kan være vannbasert eller oljebasert, og dette har variert i forhold til periode og hvilken seksjon det bores i. Borevæsken passerer gjennom dysene i borekronen og returnerer sammen med borekaks til shakere på installasjonen. På shaker blir faste stoffer og væske skilt før det sendes til slamtanken for å bli resirkulert. Borevæsken kan kontamineres med hydrokarboner, inkludert benzen fra de geologiske formasjonene det bores i, og hydrokarboner og andre komponenter som tilsettes borevæsken. I et historisk perspektiv kan tilsetningsstoffer i borevæsken blant annet ha vært asbest, kvarts og ulike biocider.

Bruk av oljebasert slam medfører blant annet hydrokarbonforurensing (oljetåke og oljedamp) i arbeidsatmosfæren i slambehandlingsområdene. Det er potensiale for inhalasjon av oljetåke og oljedamp ved blant annet shaker, sentrifuger og slamtank. Eksponeringsmålinger blant operatører i slambehandlingsområdene har hovedsakelig vært begrenset til målinger av oljedamp og oljetåke. Dersom det bores i hydrokarbonrike formasjoner er det sannsynlig at borekaksen som kommer opp i slambehandlingsområdene har vært anriket med benzen og andre hydrokarboner. Vi har kun fått tilgang på et fåtall eksponeringsmålinger av benzen i slambehandlingsområdene, så vi har ikke noe godt estimat på eksponeringsgrad for noen av periodene.

Borevæskene sin oppbygning har variert gjennom ulike perioder. Før 1979 var borevæskene hovedsakelig vannbasert. Etter dette ble det i en kortere periode (1979-85) benyttet diesel med høyt aromatinnhold (>15%). Fra 1985 ble det hovedsakelig benyttet lavaromatisk (1-10%) mineraloljer, frem til disse ble erstattet med ikke-aromatiske baseoljer (<0,01%) mot slutten av 90-tallet. Mellom 1990 og 2002 ble det også benyttet noe syntetiske baseoljer basert på eter, ester eller olefin.

I de publiserte måleresultatene frem til 2009 er ikke eksponeringsmålingene knyttet til stillingskategori, men til arbeidsområde. En nylig publisert rapport viser imidlertid at 90% av alle eksponeringsmålinger for oljetåke og oljedamp er foretatt på boredekkarbeider og vi kan derfor anta at mange av de eldre målingene også er representative for denne stillingskategorien.

De fleste personlige målingene av oljetåke og oljedamp er foretatt ved shaker og ved slamtank. Det er hovedsakelig tatt eksponeringsmålinger ved bruk av oljebasert borevæske, og antall målinger øker etter 1999.

Målinger gjennomført i perioden 1979-1983 viser en median-eksponering for dieseldamp på 1280 mg/m³. På shaker ser en i tidsrommet 1985-1997 noe høyere medianverdier for oljedamp på flytende (37 mg/m³) sammenliknet med faste installasjoner (27 mg/m³), mens for oljetåke er forskjellene mindre (hhv 0,42 og 0,50 mg/m³). Fra 1998 ser en lavere målte verdier for både oljetåke og oljedamp (hhv 0,22 og 11 mg/m³) på faste installasjoner sammenliknet med flytende (hhv 0,38 og 18 mg/m³), men det er verdt å merke seg at det er mye færre målinger på de flytende enn de faste installasjonene. Statistiske modeller for personlig eksponering for oljetåke og oljedamp på shaker viser høyere eksponering på flytende enn faste installasjoner, men en synkende tendens med tiden på begge typer installasjoner. Den nedadgående tidstrenden i eksponeringsnivå for faste installasjoner var -10,5% for oljedamp, og -10,7% for oljetåke pr år. Tilsvarende var reduksjonen for flyttbare installasjoner hhv. -4,7% og -3,4% pr år. Modellene viser også at eksponeringen for oljetåke og oljedamp halveres dersom installasjonene har shakerbu.

I tillegg til oljetåke og oljedamp er det utført noen få målinger for andre agens i shakerrom under boring. Personlige målinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylen viser hovedsakelig lave verdier.

I slamtankområdet er det utført få målinger før 1998 og resultatene fra disse viser stor spredning. I perioden etter er det noe flere målinger og en ser, som på shaker, en tendens til nedgang i eksponeringsverdier, men noe høyere verdier på flytende installasjoner sammenliknet med faste installasjoner.

I perioden 1985-2009 er det gjort tilgjengelig personlige eksponeringsmålinger fra SMACC-anlegg på 13 faste installasjoner. I disse anleggene kvernes boreaksen før den blir lagret eller injisert i en gammel brønn. Eksponeringsnivåene for oljetåke og oljedamp er her på samme, eller noe lavere nivå enn på shaker. Eksponeringsmålinger for benzen, toluen, etylbenzen og xylen viser lave eksponeringsnivåer.

Det finnes i tillegg noen målinger fra pumperom, mudlaboratorium, sementering, og sekkelager / mikserom. Dette er målinger fra få installasjoner (1-5) og som vi ikke kan si er representative for tidsperiode eller type installasjon.

Personlig eksponering for oljedamp og oljetåke i shakerområdet viser en nedadgående tidstrend i eksponeringsnivå. Dette sammenfaller med tekniske og prosessmessige endringer i slambehandlingsområdene. Tekniske tiltak for å redusere eksponeringen har hovedsakelig vært å bygge shakerbu for operatørene og installere mer effektive ventilasjonssystemer. For andre agens er det for lite historisk datagrunnlag til å gjøre en kvantitativ analyse av eventuelle tidstrender i eksponering. På midten av 1980-tallet ble det innført automatisk rørhåndtering på boredekk som gjorde at boredekkoperatørene fikk redusert sin eksponering i forbindelse med dette arbeidet. Frem

til ca. 1990 ble sekker med tilsetningsstoffer manuelt kuttet opp og tømt i åpen "hopper" som førte til mye støvdannelse. I løpet av første halvdel av 90-tallet innførte de fleste faste installasjoner med borefasiliteter automatiske innelukkede sekkekutteamlegg, noe som trolig har redusert støveksponeringen vesentlig. Innføring av automatiske sekkekuttere tok noe lenger tid blant flyttbare borerigger.

Målingene er hovedsakelig fokusert på kvantifisering av oljetåke og oljedamp. Det er manglende dokumentasjon på eksponering for enkeltkomponenter i baseoljene eller komponenter i boreslammet som kan stamme fra berggrunn/reservoar, inkludert benzen. I tillegg er det et begrenset antall målinger av totalstøv, og ingen målinger av asbest fra tiden det ble brukt som tilsetningsstoff i borevæsker. De fleste målingene fra shakerrom er foretatt i de to siste tidsperiodene (1985-1997 og 1998-2009). Målingene er hentet fra 28 faste og 14 flytende installasjoner. Antallet gjør at en får en god indikasjon på eksponeringen i dette området i disse tidsperiodene.

Produksjon og prosess

Petroleumsstrømmene som pumpes opp består av en blanding av råolje, gass, vann og sand. På produksjonsplattformer blir denne blandingen ført i et lukket prosesssystem og separert. Råolje og gass sendes til en onshore terminal via rør eller fraktes med skip, mens det produserte vannet enten blir reinjisert i brønnen, eller renses og sluppet ut i sjøen. Potensiell eksponeringsfare for petroleumsstrømmer oppstår ved åpning av prosesssystemene. Ved normal drift åpnes disse bare i kortere perioder ved f.eks. prøvetaking av råolje, kondensat og/eller produsert vann, inspeksjon og arbeid i flotasjonsanlegget, mottak og sending av rensesjipp, vannjetting av separatorer, skifte og rengjøring av ventiler og filtre, åpning av flenser og vedlikeholdsarbeid i tanker.

Utførte målinger er fokusert hovedsakelig på benzen, i mange tilfelle supplert med analyse av toluen, etylbenzen og xylen, og i noen tilfeller n-heksan. De personlige målingene av benzen, inntil år 2007, er fordelt på stillingskategorier. Det har hovedsakelig vært gjort målinger på prosesstekniker/-operatør, laborietekniker, mekaniker og deksarbeidere. Det er ved de uspesifiserte/ikke angitte oppgavene en finner absolutt flest målinger, etterfulgt av arbeidsoppgaven prøvetaking.

For langtidsmålingene er medianverdiene for de ulike arbeidsoppgavene hovedsakelig under dagens grenseverdi for benzen (0,12 ppm), men måleresultatene viser også noen svært høye verdier av benzen. Medianverdiene for langtidsmålingene som inkluderer arbeidsoperasjonene pigging (0,14 ppm), og rengjøring av tank og separator (0,22 ppm) skiller seg ut som høye.

Korttidsmålingene av benzen for ulike arbeidsoppgaver viser medianverdier fra 0,02-4,12 ppm. De høyeste verdiene finner en for arbeidsoppgavene: annet separator og tankarbeid, og rengjøring og vedlikehold

Råolje, kondensat og produsert vann inneholder alle både benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX). Personlige målinger utført på personell i produksjonsområdet (prosessoperatører, mekanikere, laboranter, mv) og arbeidsoperasjoner med potensiale for benzen viser relativt lavere eksponering for toluen, etylbenzen og xylen sammenlignet med både benzen og deres respektive grenseverdier.

I tillegg til benzen er det i rapporten oppsummert målinger gjort for biocideksponering, H₂S, organofosfater, og oljetåke og oljedamp i lukket rom.

Fra 1994-2006 er det ingen klare tidstrender i personlige benzeneksponeringer verken for målinger med prøvetakingstider under eller over 15 min. Det var heller ingen korrelasjon mellom årstall for måling og benzeneksponering når alle personlige målinger ble inkludert. Det er likevel grunn til å anta

at tekniske modifikasjoner har redusert eksponering for benzen over tid. Eksempler på modifikasjoner er erstatning av flotasjonsanlegg med filterpakker og hydroykloner, utvikling innen rengjøring av pigger, og erstatning av manuell prøvetakning med innebygd eller automatisert prøvetaking. Det er for lite datagrunnlag til å analysere kvantitativt hvilken betydning slike endringer har hatt for personlig eksponering.

Måledataene gir likevel en indikasjon på eksponeringsnivå ved ulike arbeidsoppgaver, men antallet målinger pr. arbeidsoppgave og antallet installasjoner målinger er utført ved, er for lite til å kunne si om dette er representative målinger.

Vedlikehold

I denne rapporten er vedlikehold delt inn i varmt arbeid, overflatebehandling og generelt vedlikeholdsarbeid. Arbeidstakerne som har arbeidet med disse typer jobber har vært eksponert for mange ulike forurensninger. Stillingskategorier som inngår under vedlikehold er mekanikere, sveisere, rørleggere, elektrikere, platearbeidere og overflatearbeidere som ofte har vært ansatt i kontraktørselskap.

Det er tilgjengelig svært få personlige målinger innen vedlikehold, og de fleste prøvene finner en innenfor varmt arbeid. Her er det foretatt eksponeringsmålinger for totalstøv og metaller i forbindelse med sveising. To av prøvene fra 1990-tallet skiller seg ut og viser svært høye verdier av totalstøv og høye verdier av krom og nikkel. Disse målingene er fra et verksted uten påskrudd ventilasjon. Da måleresultatene ble gjort kjent ble det innført tiltak om kontinuerlig ventilasjon i verkstedet.

Innenfor overflatebehandling har vi inkludert eksponeringsmålinger fra onshore for polyuretan og epoksybaserte malinger. Resultatene fra målingene viser at det hovedsakelig er ved sprøytepåføring at arbeidstakerne og eventuelt randsonepersonell kan utsettes for kjemisk eksponering over grenseverdi. Eksponeringen er blant annet avhengig av malingstypen, værforhold/ventilasjon og påføringssted. Under spesielt trange forhold som i mindre tanker og små rom kan eksponeringen ved bruk av kost eller rulle også overstige grenseverdien for løsemiddeldamp.

Det er ikke gjort tilgjengelig eksponeringsmålinger for asbest, men en vet at flere av stillingskategoriene som hører til vedlikehold sannsynligvis har vært eksponert for asbest i sitt arbeid. Det finnes noen fibermålinger, men det er ingen informasjon i rapportene om hvilken type fiber det ble målt på.

For kvikksølv er det tilgjengelig 49 personlige målinger hvorav 36 er tatt i verksted under varmt arbeid. Gjennomsnittsverdien på målingene er under grenseverdien for kvikksølv. Det finnes i tillegg en rekke direktevisende målinger som er tatt i pustesonen til operatører under åpning av ventiler eller entring av tank. Disse målingene viser høyere gjennomsnittsverdier, opptil 5 ganger grenseverdien for kvikksølv.

Fram til ca. 1993/1994 ble det brukt brenning til å fjerne maling fra rør før de skulle sveises. Arbeidstakere kan i den forbindelse ha blitt eksponert for bl.a. dekomponeringsprodukter fra malinger. Andre metoder for fjerning av maling er sandblåsing. På 1970-tallet inneholdt blåsesanden 2-5% krystallinsk silika, før det i 1979 ble det innført en grense på innhold av 1% krystallinsk silika.

Det har vært brukt organiske løsemidler til rengjøring av maskindeler og arbeidsutstyr. Sannsynligvis var bruken av løsemidler noe større på 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet enn den har vært etter 1995. Eksempel på løsemidler som ble brukt er Electraclean (inneholdt klorerte hydrokarboner), aceton, White spirit og diesel.

Substitusjon av helsefarlige kjemikalier og endringer i arbeidsmetoder har sannsynlig ført til mulig redusert eksponering for vedlikeholdsarbeiderne. Likevel vet et at denne gruppen fortsatt kan utsettes for en rekke helsefarlige kjemikalier.

Jobb-eksponerings-matriser

Jobb-eksponerings-matriser ble i 2005 laget for et utvalg stoffer på grunnlag av åtte eksperter vurderinger av ulik dokumentasjon [1]. Matrisene består av en vurdering av 17 kreftfremkallende agens for 27 jobbkategorier offshore i 4 ulike tidsperioder (1970–1979, 1980–1989, 1990–1999 and 2000–2005). Informasjon om eksponering ble hentet fra eksponeringsrapporter og intervjuer med arbeidstakere, oljeselskap og kontraktører, og leverandører av kjemikalier. I denne første JEMen er det gruppert på sannsynligheten for eksponering og på relativ eksponering mellom yrkeskategorier. Generelt viste JEM økende sannsynlighet for eksponering bakover i tid for de fleste agens og jobbgrupper.

I 2011 ble det i rapporten «Supplementary information to the Job Exposure Matrix for benzene, asbestos and oil mist/oil vapour among Norwegian offshore workers» [2] utviklet semikvantitative estimat for eksponeringsbyrde for benzen og asbest og kvantitative eksponeringsestimat for oljetåke/oljedamp for typiske arbeidstakere innenfor de respektive jobbkategoriene. Målsettingen var at de estimerte kontrastene i eksponeringen mellom jobbkategorier og tidsperioder skulle brukes i fremtidig analyse av sammenhengen mellom eksponering og kreft. Også denne reviderte JEMen viste generelt en økende eksponering bakover i tid for de vurderte agens og jobbgrupper.

Selvrapportert eksponering

Vi har vurdert mulig relevans til en større undersøkelse av selvrapportert eksponering som et supplement til måledata. Data herfra indikerer noen ekstra prediktorer for eksponering som ikke fanges opp i Jobb-eksponerings-matrisene (JEM). Dette er prediktorer som årstall da man sluttet i stillingen, ledende stilling eller ikke, type selskap (operatør/kontraktør), type installasjon (fast eller flytende), arbeidstidsordning (dagtid, nattarbeid, skiftarbeid) og utdanningsnivå (obligatorisk utdanning, yrkesrettet utdanning, videregående skole og universitet/høyskole).

Det kan være mulig å fange opp forskjeller i eksponeringsfrekvens i undergrupper av deltakere som har samme jobb ved bruk av disse prediktorene. En mer direkte sammenligning av rangeringer av eksponeringer opp mot hverandre, fra de selvrapporterte data opp mot måledata og i særdeleshet opp mot de ulike JEM-ene, er svært vanskelig å få til. Dette utfra de grove kategoriene som er valgt for de ulike hovedgrupper av arbeidsmiljøfaktorer i den selvrapporterte eksponeringen, og de begrensningene ellers som ligger i en rent subjektiv rapportering og måten spørsmålene er stilt på.

2. BAKGRUNN

I 1965 ble første tillatelse til undersøkelse og boring etter undersjøiske petroleumforekomster på norsk sokkel gitt. Den første letebrønnen ble boret i 1966 og i 1969 ble Ekofiskfeltet påvist. Amerikanske industristandarder dominerte bildet, noe som var naturlig siden aktørene i den første tiden stort sett var amerikanske. Selskapene brakte med seg verdifull kunnskap og erfaring, men også en arbeidslivskultur som på flere måter var forskjellig fra den norske.

Mange som ble ansatt i den første tiden, hadde ingen eller liten relevant fagutdannelse. Opplæringen besto ofte bare i en rask innføring ved den enkeltes arbeidsleder. Statistikk over ulykker og skader i denne tiden er svært mangelfull, men det er ingen tvil om at risikoen, særlig med hensyn til personskade, var meget høy.

Fra pionertiden er det svært begrenset med måledata tilgjengelig og en kan anta at fokuset rundt kjemisk arbeidsmiljø har vært begrenset. Yrkeshygieniske måleinstrumenter var store og lite håndterbare, svært kostbare å leie, og lite praktisk å ta med på offshoreinstallasjoner [3-5].

Regelverk og milepæler

I 1967 kom den første selvstendige sikkerhetsforskriften som blant annet stilte spesifikke krav til ventilasjon og åndedrettsvern under undersøkelse og boring. Først i den oppdaterte forskriften fra 1975 ble produksjon inkludert, og i 1976 ble rettighetshaver pålagt å opplyse hvilke helsefarlige eller mulig helsefarlige stoffer arbeidstakerne kunne komme i kontakt med. De flyttbare innretningene var underlagt Sjøfartsdirektoratet og først i 1978 ble det fastsatt en forskrift som inneholdt krav til ventilasjon og personlig verneutstyr, og bestemmelser om kjemikalier og forholdsregler ved spesielt bruk.

1972: Stortinget vedtar opprettelsen av Statens oljedirektorat (OD) og Statoil.

1975: Brann i stigerør på 2/4 Alpha-innretningen på Ekofiskfeltet. Tre personer omkommer. Politisk vendepunkt for økt satsing på sikkerhet på norsk sokkel.

1977: Bravo-ulykken. Oljeutblåsing på 2/4 B-innretningen på Ekofiskfeltet. Ingen mistet livet eller ble alvorlig skadd, men hendelsen ble en alvorlig vekker for hele det norske samfunnet med hensyn til potensialet for store ulykker i petroleumsvirksomheten til havs. Ulykken medførte en grundig gjennomgang og evaluering av sikkerhetsregimet.

I 1977 kom Arbeidsmiljøloven med sine kjemikaliebestemmelser og denne ble umiddelbart gjort gyldig for faste installasjoner, mens den først i 1992 ble gjort gjeldende for flyttbare innretninger. I etterkant av at Arbeidsmiljøloven kom startet Arbeidstilsynet og Yrkeshygieniske institutt å bygge opp yrkeshygienisk kompetanse og dette spredte seg etter hvert til næringen.

1979: OD ga ut Retningslinjer for selskapenes egenkontroll, for å understreke at ansvaret for sikkerheten ligger hos de ansvarlige selskapene.

1980: Alexander L. Kielland-ulykken. 123 mennesker omkom. Oppfølgingen av ulykken fører til omfattende endringer av den etablerte organiseringen av myndighetsansvar på HMS-området. Regjeringen besluttet at OD fra juni 1985 skulle ha det sentrale myndighetsansvaret for petroleumsvirksomheten til havs, uavhengig av om en innretning var plassert på havbunnen eller var flytende.

Boreforskriften fra 1981 og senere fra 1992 hadde tekniske krav til borevæskesystemer, begrensninger i bruk av oljebasert boreslam og krav til fjernoperert rørhåndtering. En del av disse kravene medførte at operatørene unngikk direkte kontakt med rør og utstyr og dermed reduserte eksponeringen på det området.

1985: Stortinget vedtar petroleumsloven. OD får eneansvar for utarbeidelse av regelverk og tilsyn med sikkerhet og arbeidsmiljø i petroleumsvirksomheten (både flyttbare og faste innretninger).

1992: OD innfører regelverkskrav om mekanisk rørhåndtering på boredekk.

1992: Arbeidsmiljøloven blir gjort gjeldende også på flyttbare innretninger.

1993: Norsok-prosjektet startet. Viktig bransjesamarbeid om utvikling av industristandarder.

SAM-forskriften, som la vekt på design og teknologiske barrierer, ble innført på midten av 90-tallet og ble en svært viktig bidragsyter for de teknologiske forbedringene som skjedde for arbeidsmiljøet i tiden fremover.

1999: Risiko i norsk petroleumsvirksomhet (RNNP) etableres. Den første i rekken av årlige rapporter utgis i 2001.

2001: Sikkerhetsforum blir etablert og trepartssamarbeidet ble dermed formalisert. Forumet initierer, drøfter og følger opp aktuelle sikkerhets-, beredskaps- og arbeidsmiljøspørsmål i et trepartperspektiv, og ledes av Ptil

2004: Petroleumstilsynet (Ptil) blir etablert ved at sikkerhetsdelen av OD blir skilt ut som egen etat. Ptil får myndighetsansvar for virksomheten på sokkelen og for petroleumsanlegg på land.

2004: Regelverksforum blir opprettet - et forum for informasjon, diskusjon, rådgivning og tilbakemelding om arbeidet med utvikling og vedlikehold av regelverket.

I mai 2021 ba Stortinget regjeringen om å sette ned en kommisjon som skal utarbeide en kompensasjonsordning for «oljepionerene». Kommisjonen består av fagekspertene, partene i oljenæringen og organisasjoner som representerer oljearbeiderne.

Universitetet i Bergen fikk i oppdrag av kommisjonen å utarbeide en sammenfatning av dokumentert kunnskap om historisk kjemisk eksponering for personell som har arbeidet offshore på faste og flyttbare innretninger på norsk kontinentalsokkel. Sammenfatningen skulle leveres i en rapportform og det skulle legges vekt på eksponering knyttet til borevirksomhet, drift og vedlikehold offshore. Videre skulle rapporten struktureres med hensyn på tidsintervall, type innretning, aktivitetsområder og funksjons/stillingskategorier der det var mulig. Det skulle også reflekteres rundt teknologiske endringer, organisering og kjemikaliebruk.

3. METODE

Denne rapporten bygger på en gjennomgang av kjemiske eksponeringsmålinger som er gjort tilgjengelig av bransjen og publisert av Universitetet i Bergen og andre FOU-institusjoner i Norge. I tillegg er det supplert med noe internasjonal litteratur samt gjort vurderinger fra yrkeshygienikere med lang erfaring fra oljebransjen.

I all hovedsak er det eksponeringsmålinger fra offshore som blir presentert, men der det er få eller manglende målinger offshore har vi valgt å supplere med informasjon fra målinger utført onshore som er relevante offshore. Vi har ikke inkludert ioniserende stråling/radioaktiv stråling i denne rapporten. Vi har heller ikke inkludert biologiske prøver i vurderingene, men dette er nevnt for noen eksponeringer.

Vi ønsker å poengtere at måledata som er presentert er det som er gjort tilgjengelig av oljebransjen. Dette betyr ikke at det ikke er gjennomført flere målinger, men at dette er det som er publisert. Videre er det viktig å huske på at manglende eksponeringsmålinger ikke er ensbetydende med fravær av eksponering.

Måledata er knyttet til arbeidsprosesser innen boring og brønn, produksjon og prosess, og utvalgte vedlikeholdsoppgaver.

De innsamlede målerapportene inneholdt både personlige og stasjonære målinger, men i denne rapporten er det valgt å kun fokusere på de personlige målingene da disse generelt antas å være et bedre mål for arbeidstakernes eksponering enn stasjonære målinger.

Tabell 3.1 gir en oversikt over antall målerapporter fordelt på ulike agens som UiB fikk tilgang til i forbindelse med rapporten Historisk eksponering [6]. I tillegg gir tabellen informasjon om type prøvetaking, antall prøver og antall installasjoner inkludert. I tabellen inngår prøver fra både offshore og onshore.

Tabell 3.1 Oversikt over antall målerapporter for tidsrommet >1990 til 2007

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

Tabell 3.2 gir en oversikt over antall rapporter og antall prøver samlet inn av Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) fra tidsrommet 2007-2009. Disse er fordelt på personlige og stasjonære prøver. Det høye antallet målinger av benzen sammenlignet med andre agens indikerer at målinger av benzen har vært prioritert innen olje- og gassnæringen i aktuell periode [7].

Tabell 3.2 Oversikt over antall målerapporter for tidsrommet 2007 til 2009 hentet fra [7]

Agens	Antall rapporter	Personlig prøvetaking antall målinger (installasjoner)	Stasjonær prøvetaking antall målinger (installasjoner)
Benzen (prosess)	59	555 (36)	137 (23)
Oljetåke (boring og brønn)	37	127 (12)	425 (20)
Oljedamp (boring og brønn)	33	129 (12)	383 (20)
Formaldehyd (prosess)	1	0	15 (4)
Totalstøv (vedlikehold)	13	37 (11)	5 (1)
Respirabelt støv (vedlikehold)	5	3 (2)	7 (3)
Fiber (vedlikehold)	1	8 (2)	0
Asbest (vedlikehold)	2	0	5 (1)

Alle målingene har blitt fordelt på 3 hovedområder: 1) Boring og brønn, 2) Produksjon og prosess, og 3) Vedlikehold. Innen disse hovedområdene har målingene videre blitt fordelt på arbeidsoppgaver/eksponeringsscenario, yrkesgrupper/kategorier, tidsperiode (hovedsakelig før 1990, 1990- 2007 og 2007-2009) og prøvetakingstid der det har vært mulig (<15 min og >15 min). Innen boring (oljedamp og oljetåke) er det benyttet en annen tidsinndeling som følger endringer i type baseoljer som er benyttet.

Målinger under 15 min refererer hovedsakelig til korttidsmålinger tatt under spesifiserte oppgaver oppgitt i målerapportene slik som prøvetaking, flotasjonsarbeid, osv. Målinger over 15 min er også fordelt på oppgitt oppgave, selv om varigheten av disse oppgavene i de fleste tilfeller har vært betydelig kortere enn den totale prøvetakingstiden. Det er fokusert på arbeidsoppgaver/eksponeringsscenarioer der kvantitativ eksponeringsdokumentasjon har vært tilgjengelig.

Videre har vi sett på historiske endringer innen de tre ulike hovedområdene: boring og brønn, produksjon og prosess, og vedlikehold. Dette kan blant annet være tekniske forbedringer, utvikling av metoder eller endringer i kjemikaliebruk. Informasjonen er hentet fra tidligere publiserte data som både bygger på målinger, intervjuer, og personlige erfaringer fra offshoreindustrien.

I alle tabellene er det lagt inn en kolonne med dagens grenseverdi (2022) for målt eksponering. Grenseverdien er omregnet til 12 timers skift da målingene i tabellene representerer arbeid offshore.

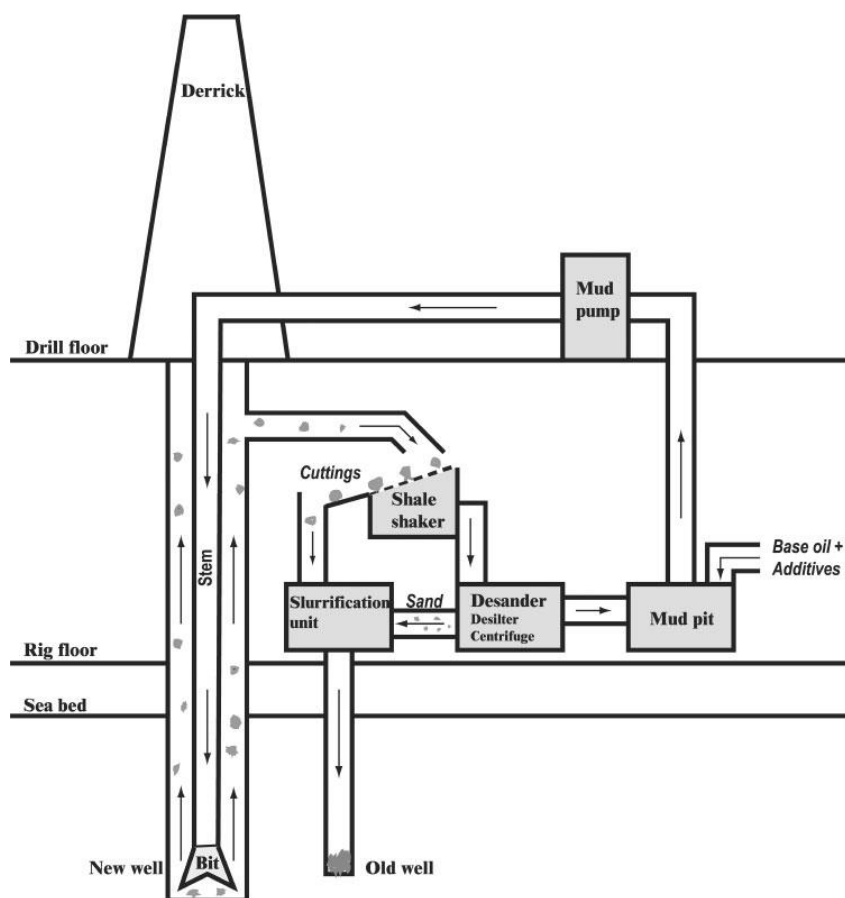
Det er ikke utført noen tidsvektede beregninger av eksponeringsnivåer, men kun benyttet oppgitte måleresultater for angitte prøvetakingstider. Tidsvektning er derimot estimert i Jobb-eksponeringsmatrisene i kapittel 6. Det er heller ikke tatt hensyn til bruk av verneutstyr da det er knyttet stor usikkerhet til bruk og effekt av dette og det sannsynligvis har vært store variasjoner mellom perioder, operatør- og kontraktørselskaper, installasjoner, stillingskategorier, arbeidsoppgaver og kjemiske faktorer.

4. GRUPPERING AV MÅLINGER

4.1 Boring og brønn

Boreprosessen innledes med fjerning av sedimenter med drillhodet og fortsetter med å bore toppseksjonen, trekke ut borestreng, sette det første foringsrøret (konduktor) i brønnen, sementere konduktor, bore neste seksjon, sementere, sette brønnhode, sette BOP og deretter sette forbindelsesrør (riser). Målet med sementering er å beskytte foringsrøret og isolere det fra formasjonen. Sementeringen skal gi en varig forsegling av borehullet og hindre lekkasje og uønsket migrering av væsker til andre formasjoner eller til overflaten [8].

Etter at forbindelsesrøret er satt bores det med slam (mud) i sirkulasjon (fig. 4.1). Borevæske (basevæske og tilsetningsstoffer) blandes i slamtanken (mud pit) og ferdigblandet slam pumpes med høyt trykk, ved hjelp av mudpumper, inn i borestrengen. Borevæsken er en kompleks vann- eller oljebasert blanding med et stort antall tilsetningsstoffer avhengig av hvilket system som blir brukt og formasjonen det bores i. Vannbaserte systemer benyttes i de øvre seksjonene av en brønn, mens oljebasert borevæske benyttes i lange og dype brønner. Sammensetningen av disse systemene har variert med periode, formasjoner det bores i og mellom ulike leverandører og selskaper. Borevæsken benyttes blant annet for smøring og kjøling av borekrone og borestreng. Borevæsken passerer gjennom dysene i borekronen og returnerer på utsiden av borestrengen sammen med borekaks til shaker på installasjonen.



Figur 4.1 Skjematisk fremstilling av boreprosessen med slam (hentet fra Steinsvåg et al. 2006, [9])

På shaker blir faste stoffer og væske skilt før det sendes tilbake til slamtanken for å bli resirkulert. Shakerne krever overvåking, prøvetaking, rengjøring og skifte/lapping av screens (gitter for sikting). Personell som oppholder seg i området har ofte en shakerbu, men dette har variert og er blitt innført i nyere tid. Skal borekaksen pumpes ned i en gammel brønn for lagring blir den først kvernet og slurrifisert i et SMACC- (Statoil method for autogenous crushing and classifying and cuttings) anlegg [6, 8].

Av og til må en kjøre borestrengen ut av brønnen for deretter å kjøre den ned igjen (tripping). Under dette arbeidet sirkuleres slammet og det vil kunne renne ut slam på boredekk. Ved frakobling av rør blir det ofte mye søl på boredekk og det kan også være nødvendig med manuell tørking av borestreng. Dette arbeidet er blitt mer og mer fjernoperert så eksponeringen er blitt betraktelig redusert med årene. Arbeid på boredekk kan ha medføre hudkontakt med borevæsker, smøremidler (kan ha inneholdt bly) og hydrauliske oljer [8].

Borevæsker/boreslam består av en væskefase som tilsettes ulike tilsetningsstoffer slik at den har de egenskapene som kreves under de gitte forholdene. Slammet må ha riktige egenskaper med hensyn til tetthet, viskositet, filtreringstap og avleiring [6]. Borevæsken kan kontamineres med hydrokarboner, inkludert benzen fra de geologiske formasjonene det bores i, eller fra hydrokarboner som tilsettes borevæsken for å forbedre boreegenskapene [10].

Borevæskene er vannbaserte, oljebaserte eller syntetiske. Tabell 4.1 gir en oversikt over gruppe baseolje og tidsperiode for bruk. På norsk sokkel ble diesel faset ut tidlig på 80-tallet og erstattet med lavaromatisk mineralolje [9]. Fra 1990 ble det også benyttet syntetiske baseoljer, men disse ble mer og mer sjelden i bruk. Etter 1997 er det hovedsakelig vann- og ikke-aromatiske baseoljer som benyttes [6]. Detaljerte beskrivelser av ulike borevæsker og tilhørende tilsetningsstoffer finnes i en rapport utgitt av OGP [11] samt i tre rapporter som omhandler vannbaserte- og oljebaserte borevæsker [12, 13] og syntetiske borevæsker [14].

Tabell 4.1 Oversikt over gruppe baseolje og tidsperiode for bruk

Periode	Baseolje
Før 1979	Hovedsakelig vannbaserte borevæsker
1979-1984	Diesel – aromatinhold >15%
1985-1997	Lavaromatisk mineralolje - aromatinhold 1-10%
1990-2002	I denne perioden ble det også benyttet syntetiske baseoljer basert på eter, ester eller olefin.
Fra 1998	Ikke-aromatiske baseoljer - aromatinhold <0,01%

I tillegg til væskefasen tilsettes det vektmaterialer, viskositetsprodukter, bindemidler og andre kjemikalier for å tilpasse egenskapene til slammet, inkludert sitronsyre i pulverform, lime, bikarbonat og andre kjemikalier (fosfater, tanniner, ligniner, lignitter, lignosulfater, flokkulanter, polymerer, skumhindrende stoffer, og biocider). Barytt er det mest vanlige vektmaterialer, mens bentonitt brukes som viskositetsøkende stoff. Begge kjemikaliene inneholder krystallinsk silika og kan inneholde små mengder tungmetaller. Før asbestforbudet ble innført på 80-tallet ble også asbest brukt som tilsetningsstoff/tørrstoff i vannbasert boreslam, mulig frem til totalforbud i 1983 [1]. Oljedirektoratet satte totalforbud mot asbestholdige boreslamskjemikalier 26.10.1983.

Bruk av oljebaserte slam medfører blant annet hydrokarbonforurensing (oljetåke og oljedamp) i arbeidsatmosfæren i slambehandlingsområdene. Det er potensiale for inhalasjon av oljetåke og oljedamp ved blant annet shaker, sentrifuger og slamtank. Eksponeringsmålinger blant operatører i slambehandlingsområdene har hovedsakelig vært begrenset til målinger av oljedamp og oljetåke. Prøvetakingsmetoden som har vært mest benyttet ble utviklet i 1989. Eksponeringsmodeller har vist at temperaturen på slammet har stor betydning for mengden oljetåke og oljedamp som frigjøres [9].

Borevæsker fra tidlig periode med høyt aromatinhold eller basert på diesel kan inneholde PAH og mindre mengder benzen. Innholdet av PAH-forbindelser i mineraloljer benyttet i borevæsker er redusert siden 70-tallet da diesel ble benyttet, og med at de aromatiske hydrokarbonene på 1990-tallet ble erstattet med ikke-aromatiske hydrokarboner. På grunn av at flere av PAH-forbindelsene er relativt tunge, tas PAH særlig opp via hud. Vi har ikke eksponeringsmålinger for PAH fra denne perioden.

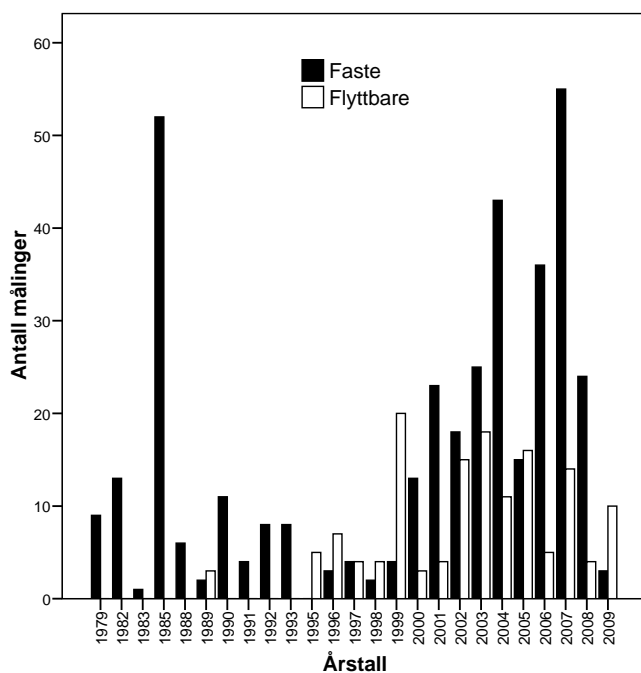
Det er sannsynlig at borekaksen som kommer opp i slambehandlingsområdene har vært anriket med benzen og andre hydrokarboner dersom det har gått gjennom hydrokarbonrike formasjoner. Etter det vi vet har det vært utført kun et fåtall eksponeringsmålinger av benzen i slambehandlingsområdene, så vi har ikke et godt estimat på eksponeringsgrad for noen av periodene. Målingene som er gjort tilgjengelig, er relatert til shaker- og slamtankområdene, og 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.

Etter boring må brønnen klargjøres for drift og oppstart av produksjon. Underveis i produksjon gjennomføres vedlikehold av brønnen for å opprettholde eller forbedre produksjon. Dette innebærer reparasjon av pumper, ventiler, rør, pakninger, og mekaniske eller elektriske deler.

I forbindelse med boring og brønnvedlikehold kan det være mye dieseldrevet utstyr/aggregater i bruk. Graden av eksponering er avhengig av utstyret, avstand mellom operatør og utstyr, værforhold, varighet og vernetiltak [15].

Biocid brukes ved boring når det benyttes vannbasert borevæske siden denne kan gi en del bakterievekst, og da særlig hvis borevæsken blir stående i borehullet. For å unngå dannelse av biofilm og korrosjon av utstyr tilsettes biocider gjennom lukkede systemer og direkte fra kanna ned i pit [1]. Formaldehyd har sammen med glutaraldehyd vært benyttet som biocid offshore (eks. Dyno MB 5041 og Dyno MB 548). Det er rapportert om søl fra slanger og overfylling av biocidtanker som gjør at operatørene har blitt utsatt for biocid i forbindelse med dette arbeidet.

Det er foretatt målinger for flere at disse eksponeringene og figur 4.2 gir en oversikt over antallet målinger av oljedamp/oljetåke som ble tilgjengeliggjort for Universitetet i Bergen i forbindelse med deres publikasjon [6].



Figur 4.2 Fordeling av antall målinger av oljedamp/oljetåke på faste og flyttbare installasjoner ved boring med oljebasert slam i perioden 1979-2009.

4.1.1 Stillingskategorier og arbeidsoppgaver knyttet til områder

Under er en beskrivelse av utvalgte stillingskategorier og deres oppgaver i forbindelse med boring og brønn. For tårnmann/assisterende tårnmann, og boredekkarbeider/roughneck finnes det eksponeringsmålinger som er beskrevet i kap. 4.1.2. Andre stillingskategorier en har eksponeringsmålinger for er listet opp i kap. 4.1.1.1 og eksponeringen er beskrevet i kap. 4.1.2.

Generelt gjelder det at stillingsbeskrivelsene ikke er dekkende for tidlig periode der installasjonene hadde lavere bemanning på teknisk side slik at mer ansvar og flere arbeidsoppgaver var normalt for hver stillingskategori. I tillegg antas det at det var større improvisasjon og selvhjelp for å holde utstyr og prosesser i gang.

Tårnmann og assisterende tårnmann. Tårnmannen oppholder seg i dag i all hovedsak i sekkerom, pumperom og ved slamtank. I de senere år har det vært installert bu med overvåkingskamera ut til slamtank, pumperom og shaker, noe som gjør det mulig å overvåke boreprosessen på avstand. Tidligere, og særlig da rørhåndteringen var manuell, var hovedoppgaven å stå i boretårn og styre rør ved montering og demontering av borestrengene under boring. Hovedarbeidsoppgavene til tårnmann og assisterende tårnmann er:

- styring av rør i boretårn
- miksing av slam - automatisk fra tanker eller manuelt ved hopper
- overvåking av slamtank
- veiing av slam under boring
- kontroll og vedlikeholdsarbeid på slampumper
- logistikkoppgaver i sekkerom

Hovedutfordringen mhp. eksponering for kjemikalier for tårnmann og assisterende tårnmann er støv som genereres ved miksing av slam, og selve boreslammet.

Tørrstoff (hovedsakelig barytt og bentonitt), bindemiddel for å holde tørrstoffet i borevæske, sitronsyre i pulverform, lime, bikarbonat og andre kjemikalier (fosfater, tanniner, ligniner, lignitter, lignosulfater, flokkulanter, polymerer, skumhindrende stoffer, biocider inkl. formaldehyd, mv) ble i tidlig periode tilsatt fra sekk i mikseanlegget ved hopper (trakt, manuelt uten automatisk sekkekutter).

Tårnmann er også i kontakt med borevæske ved slamtank, ved vedlikehold og service på borevæskepumper og ved prøvetaking og veiing av borevæske. Innimellom må slamtankene tømmes, og noen ganger entres før høytrykksspyling. I forbindelse med høytrykksspyling av utstyr tilgriset med borevæske vil det dannes en aerosol av vann og olje som kan inhaleres. Ved lekkasjer, demontering og vedlikehold av pumpene eksponeres en også fra pumpeolje i tillegg til borevæske.

Boredekkarbeider og roughneck. Stilling som boredekkarbeider har vært en av inngangsportene for jobber innen boring. Boredekkarbeideren har sine oppgaver på boredekk i forbindelse med boreoperasjoner og vedlikeholdsarbeid. Boredekkarbeidere utfører typiske arbeidsoppgaver som:

- kjøring av roughneck (maskin som skrur sammen rørlengder) og manuell håndtering av rør
- overvåking av slambehandlingsområder inkludert inspeksjon og vedlikehold av screens
- tripping inkl. smøring med grease, doping* av borestreng og gjenger og reparasjon ved brudd i slanger
- avløser på rørdekk og i pumperom/sekkerom (inkludert miksing av boreslam)
- klatring i «manrider» i forbindelse med tårn inspeksjon og planlagte modifikasjoner og vedlikehold
- arbeid på BOP ved nippling og kjøring av BOP kran og risere
- rengjøringsoppgaver (boredekk og slambehandlingsområder)

Boredekk- og boreslamsarbeid kan medføre betydelig eksponering for boreslam, mens miksing av slam kan gi eksponering for støv [1, 6]. Olje- eller vannbasert slam, «dope» og grease i tillegg til andre borekjemikalier benyttes daglig.

*Smøringen kalles dop (fra engelsk dope). Dette må brukes for å tette og smøre sammenkoplingen mellom rørene. Dop er en svært klebrig masse som må tåle høye temperaturer og beskytte mot korrosjon. Det skal gjøre at rørene kan skrus fra hverandre igjen. Det var vanlig at dop ble smurt på rørene med en kost av borepersonalet på boredekk, men for å unngå mennesker på boredekk (rød sone) har flere rigger i dag montert automatisk doping (*auto dope tool*).

Dekksarbeider. Dekksarbeiderens hovedarbeidsoppgaver er materialhåndtering på dekk, lasting og lossing av diverse utstyr og containere, utvendig vask og vedlikehold av utstyr og områder, kjøring av gantry- og catwalkkran og klargjøring og fremhenting av boreutstyr. Dekksarbeider bistår ofte også på helidekk, og med arbeid de fleste steder på riggen, som i pumperom/sekkerom, boredekk og i shakerområdet.

Dekksarbeiderne er generelt lite eksponert for kjemikalier, men er i kontakt med kjemikalier i forbindelse med håndtering av tilgriset utstyr (eks merking av casing, rørhåndtering og av/på skruing av protektor) og ved rengjøring av dekk (høytrykksspyler både med og uten avfettingsmidler/såpe). Dekksarbeidere kan også sporadisk/sesongmessig utføre malingsarbeid. I tillegg kan det forekomme, gjerne i form av å være avløser, eksponering for boreslam i særlig shakerområde og støv i mikseområde.

Målinger av dieseleksos fra 2011 (målt med elementært karbon) viste forholdsvis lave eksponeringsnivå sammenlignet med gruve- og tunnelarbeidere, men eksponeringen var høyest på helidekk hvor dekkarbeidere kan oppholde seg noe [15].

Borer og assisterende borer. Borer er arbeidsleder for boredekkarbeidere, og planlegger aktivitetene på boredekk. Borer utfører i all hovedsak sine arbeidsoppgaver fra borebuen, men kan være på boredekk i korte perioder i forbindelse med veiledning av og bistand til boredekkarbeiderne. Assisterende borer avlaster borer, og har i tillegg ofte ansvar for tilretteleggingen av boreoperasjonene, samt opplining og rigging av pumper. Assisterende borer oppholder seg i alle boreområdene.

Assisterende borer eksponeres for slam og dope (smøremiddel) i forbindelse med arbeid på boredekk og ved ettersyn, kontroll og vedlikehold av pumper og boreutstyr. Eksponeringen antas å være lavere enn for boredekkarbeideren og tårnmann.

Brønnvedlikehold. Ved brønnintervensjoner og håndtering (rengjøring, vedlikehold og inspeksjon) av BOPer, «juletrær» og annet undervannsutstyr har subsea-operatører og andre som har arbeidet med brønner hatt et potensiale for eksponering for hydrokarboner, også benzen. Dette vil eksempelvis være tilfelle i forbindelse med kontakt med brønnvæske som kommer i retur fra brønnen, og ved vedlikehold av BOPer og «juletrær» ved fjerning av gammel borevæske og i noen tilfeller produksjonsolje, ofte ved hjelp av manuell høytrykkvask (varmt vann, diesel og jetfuel). Eksponeringsgrad vil avhenge av felt og operasjon. Det har i svært begrenset grad vært gjort noe forsøk på å karakterisere eksponeringen av BOP-oljer, mud og boreslam og andre oljer BOP-operatør og andre grupper innenfor brønnvedlikehold utsettes for offshore. Det har etter det vi vet ikke vært publisert eksponeringsmålinger av benzen for denne type arbeid, og vi har derfor ikke informasjon om eksponeringsgrad.

4.1.1.1 Arbeidsoppgaver knyttet til områder med måledata

I de publiserte materialene fra UiB og Stami er ikke eksponeringsmålingene koblet til stillingskategori, men til arbeidsområder. I det nylig publiserte prosjektet «Eksponering for oljedamp og oljetåke fra oljebasert boreslam» [16] er 90% av alle eksponeringsmålingene utført i perioden 2012-2020 utført på boredekkarbeider. En kan derfor anta at mange av de tidligere målingene også representerer eksponering for denne stillingskategorien. Oppgaver som er beskrevet i tabell 4.2 er knyttet til områder det det er foretatt og delt eksponeringsmålinger frem til 2009. For en fyldigere beskrivelse henvises det til rapport fra UiB og Stami [6, 8].

Tabell 4.2 Oversikt over områder med eksponeringsmålinger, og stillingskategorier og arbeidsoppgaver knyttet til disse

Område	Stillingskategori	Arbeidsoppgaver
Shaker	Boredekkarbeider / roughneck	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontroll og inspeksjon av shaker ▪ Prøvetaking/henting av slam og kaks (tetthetsprøver) ▪ Vedlikehold, spyling, lapping og skifte av screen ▪ Spa ut av slam fra shaker ▪ Rengjøring/spyling av dørk
Slamtankområdet	Tårnmann og Ass. Tårnmann	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeksjon av returflow ▪ Prøvetaking og veiing av slamprøver ▪ Tømme og rengjøre slamtankene
Pumperom	Tårnmann og Ass. Tårnmann	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeksjon ▪ Overhaling/vedlikehold på mudpumper ▪ Justeringer i forhold til brønnseksjon

Mudlaboratorium	Mudingeniør	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prøvetaking og analyse av boreslam
SMACC anlegg	SMACC-operatør	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Overvåke anlegget ▪ Viskositetsmålinger ▪ Spyling og rengjøring etter behov
Mikserom	Tårnmann og Ass. Tårnmann	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blanding og tilsetning av borekjemikalier i slam ▪ Vedlikehold på maskiner i området ▪ Klargjøre flytende kjemikalier ▪ Spyling og rengjøring etter behov
Sementering	Sementerer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sementering rundt foringsrør i brønn ▪ Oppkobling av slanger fra tank ▪ Blanding av tørrstoff (mindre mengder) ▪ Rengjøring av sementlagringstank / silo ▪ Vedlikehold og trykktesting av boreutstyr

4.1.2 Eksponeringsmålinger

De personlige målinger gir bare i en svært liten andel av rapportene opplysninger om hvilke arbeidsoppgaver operatørene har utført i løpet av måleperioden. Tidsbruk for arbeidsoppgavene er ikke oppgitt, heller ikke hvor lang tid operatøren har oppholdt seg i de ulike områdene. Det er derfor ikke mulig å vurdere hvor mye arbeidsoppgavene har bidratt til målt eksponering. I slambehandlingsområdene kan personell bli eksponert for boreslam både ved inhalasjon av aerosol og damp eller ved hudkontakt.

I materialet fra UiB er det for boring med oljebasert slam tatt nesten tre ganger så mange stasjonære som personlige målinger og det har blitt gjort flere målinger på faste enn på flyttbare installasjoner. Hovedvekten av målingene er fra etter 1998/99. Det er hovedsakelig gjennomført målinger i shakerområdet etterfulgt av slamtank og SMACC anlegg.

I Stami sitt arbeid ble det samlet inn 81 personlige målinger for oljetåke og oljedamp. Alle målingene var over 15 min, og som i materialet fra UiB er de fleste målingene utført på shaker og ved slamtank [7].

Selv om det ikke finnes eksponeringsmålinger for asbest under miksing av boreslam på norsk sokkel opplyser et oljeselskap at krysotil asbest under handelsnavnene Flosal Drilling Mud Asbestos Additive og Flosal Viscosifier ble brukt som tilsetningsstoff i slam frem til 1980. Flosal ankom i 20 kg sekker. Sekkene ble kuttet opp med kniv og tømt i hopper. Dette har ført til en antatt høy eksponering for tårnmenn og noe lavere eksponering for arbeidstakere som oppholdt seg i nærheten (borere, boredekkarbeidere, brønnservicearbeidere, o.l.). Fra et eksperimentelt laboratorieforsøk har det vært rapportert eksponeringsnivåer over tiltaksverdien for asbest ved kutting av sekker med asbest og overføring av åpnet sekk til beholder [17].

Asbest i bremsebånd kan også ha medført asbesteksponering for arbeidstakere på boredekk i den første tidsperioden [2]. I 1999 rapporterte Spencer *et al.*, funn av asbestfibre fra bremseklosser på industrikraner (<0,005-0,011 fibre/cm³) [18].

4.1.2.1 Shakerområdet

I materialet samlet inn av UiB er det totalt 521 personlige eksponeringsmålinger ved boring med oljebasert borevæske fra arbeid i shakerrom. Disse fordeler seg på 28 faste og 13 unike flyttbare borerigger i perioden 1979-2009 [6]. Dette er antallet unike installasjoner da flere installasjoner har målinger fra flere tidsperioder. For tidsrommet 1993-2000 er det også samlet inn 74 personlige målinger foretatt ved bruk av syntetisk baseolje. Disse målingene er oppsummert i tabell 4.3 og 4.4.

Tabell 4.3 Personlige målinger av oljetåke i shakerom frem til 2009

Baseolje	Type installasjon	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Oljebasert	Fast	Før 1985	0			0,6
		1985-1997	32	0,50	<lod – 48	
		1998-2009	251	0,22	<lod – 86	
	Flytende	Før 1985	0			
		1985-1997	19	0,42	<lod – 6,8	
		1998-2009	123	0,38	<lod – 8,0	
Syntetisk	Fast + Flytende	1993-2002	74	0,08	0,04 – 1,7	

*Grenseverdi er omregnet til 12 timers skift

Tabell 4.4 Personlige målinger av oljedamp i shakerom frem til 2009

Baseolje	Type installasjon	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Oljebasert	Fast	Før 1985	0			30
		1985-1997	38	27,0	3,2 - 138	
		1998-2009	261	11,0	1,0 – 240	
	Flytende	Før 1985	0			
		1985-1997	17	37,0	4,0 – 72,0	
		1998-2009	124	18,0	1,2 – 150	
Syntetisk	Fast + Flytende	1993-2002	71	0,04	0,04 – 18,3	

*Grenseverdi er omregnet til 12 timers skift

- 1985-1997: Det ble benyttet lav-aromatisk baseoljer og en ser noe høyere medianverdier for oljedamp på flytende sammenliknet med faste installasjoner. For oljetåke er forskjellene mindre mellom flytende og faste installasjoner.
- 1998-: Det ble benyttet ikke-aromatiske baseoljer og en ser en økning i antall målinger utført. En ser lavere målte verdier for både oljetåke og oljedamp, men sammenliknet med faste installasjoner er verdiene høyere for begge på de flytende installasjonene. Det er verdt å merke seg at det er mye færre målinger på de flytende enn de faste installasjonene.

I de stasjonære målingene fra shaker finner en også høyere konsentrasjoner på flytende enn faste installasjoner, og en ser reduserte konsentrasjoner i perioden etter 1997. Stasjonære målinger foretatt i shakerbu viser betydelig lavere konsentrasjoner sammenliknet med selve shakerrommet.

Målingene systematisert i Stami-rapporten viser 81 prøver av oljetåke og 81 prøver av oljedamp med median på hhv 0,17 (<lod – 55) og 13 (<lod – 240) mg/m³. Disse resultatene er ikke systematisert i forhold til faste eller flytende installasjoner.

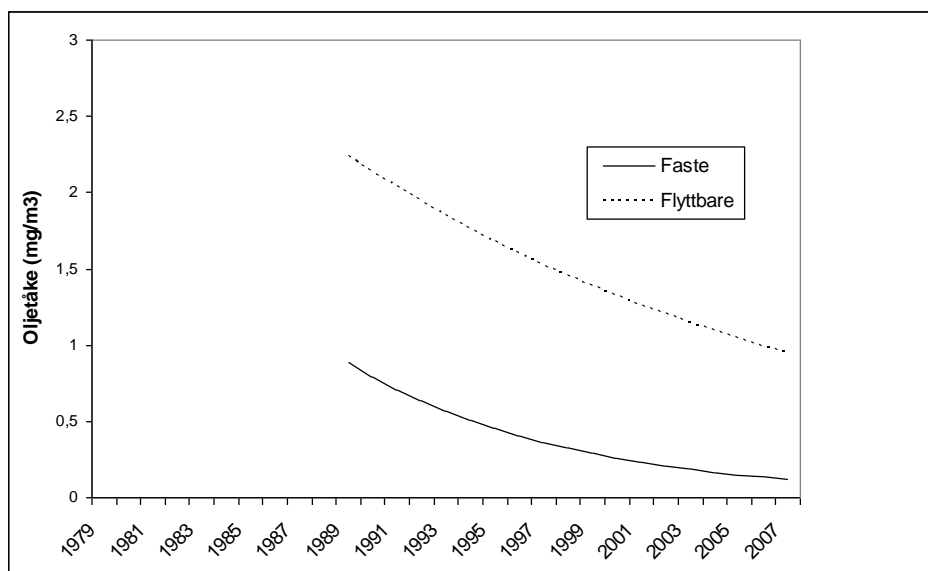
I materialet fra UiB finnes det i tillegg 3 målerapporter fra før 1985 og disse viser eksponering målt på dosimeter for dieseldamp med en median på 1280 mg/m³ (298-2650 mg/m³).

Figur 4.3 og 4.4 er hentet fra UiB sin rapport [6] og viser statistiske modeller for personlig eksponering for oljedamp og oljetåke som funksjon av året målingene ble utført. Utgangspunktet for denne beregningen er alle personlige eksponeringsmålingene i shakerrommet fra perioden 1979-2009. Modellene viser at eksponeringen både for oljetåke og oljedamp var høyere på flyttbare enn på faste installasjoner. Konsentrasjonene viser en synkende tendens med tiden på begge typer installasjoner, både for oljedamp og oljetåke.

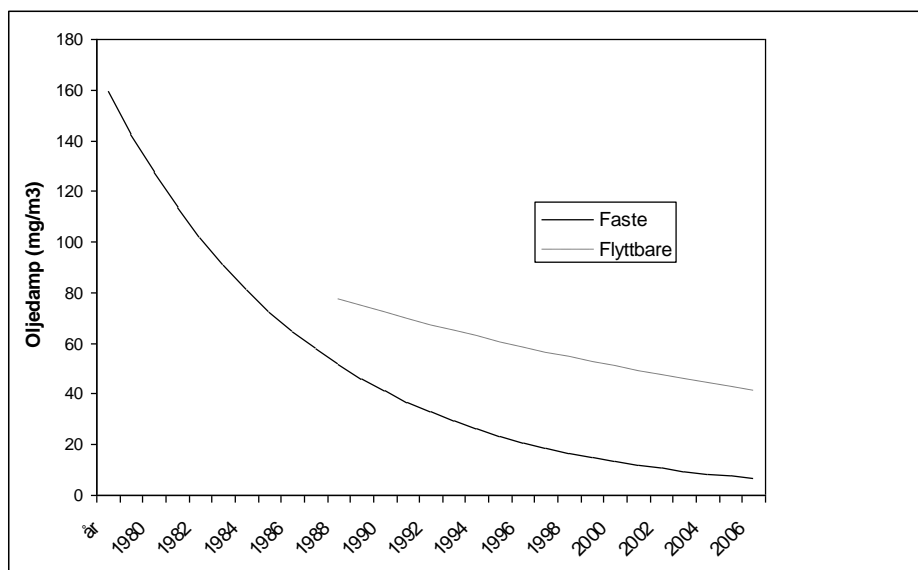
- Den nedadgående tidstrenden i eksponeringsnivå for faste installasjoner var; oljedamp: -10,5% og oljetåke -10,7% pr år.
- Tilsvarende var reduksjonen for flyttbare installasjoner på - 4,7% og - 3,4% pr år.

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

Sammenlikner en disse figurene med nyere målinger fra rapporten "Eksponering for oljedamp og oljetåke fra oljebasert boreslam" [16], ser en at 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. Målingene er hentet fra 44 installasjoner, 17 faste og 27 flytende og det var flest målinger den siste treårsperioden.



Figur 4.3. Lineær regresjon av personlig eksponering for oljetåke for operatører i shakerområdet som funksjon av året målingene ble utført. Beregningene er basert på 425 målinger av oljetåke shakerområdet ved boring med oljebasert slam fra perioden 1990-2009.



Figur 4.4. Lineær regresjon av personlig eksponering for oljedamp for operatører i shakerområdet som funksjon av året målingene ble utført. Beregningene er basert på 521 personlige målinger av oljedamp shakerområdet ved boring med oljebasert slam fra perioden 1979-2009 (for flytende installasjoner er målingene fra perioden 1990-2009).

I tillegg til oljetåke og oljedamp er det utført noen få målinger av andre agens i shakerrom under boring. Agens og målte verdier er oppsummert i tabell 4.5

Tabell 4.5 Målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp i shakerrom frem til 2009

Baseolje	Agens	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi*** (ppm)
Oljebasert*	VOC	26	6,2	1,0 – 54,0	-
	Benzen	5	0,015	<lod – 0,29	0,12
	Toluen	3		<lod	15
	Etylbenzen	5	<lod	<lod – 0,09	3
	Xylen	3		<lod	15
	Heksan	3		<lod	12
Syntetisk**	VOC	3	1,20	0,07 – 10,4	-
	Butoksyetanol	4	0,95	0,3 – 1,6	6
	Etylheksanol	4	0,60	0,20 – 1,1	0,6
	Tetradekan	5	3,50	0,50 – 4,0	-

*Målinger fra 1996-2008, hovedsakelig fra flytende installasjoner

**Målinger fra 1993-2002, hovedsakelig flytende installasjoner

***Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

Personlige målinger av benzen, toluen, etylbenzen og xylen viste hovedsakelig lave verdier i slambehandlingsområdene bortsett fra en måling av benzen med måleverdi på 0,29 ppm [6]. Det er gjort betydelig flere stasjonære enn personlige målinger av slike enkeltkomponenter i shakerrommet. Disse viser også hovedsakelig lave konsentrasjoner (se Bråtveit *et al.*, 2010, Appendix 6).

På en installasjon ble det i 1998 og 1999 gjort henholdsvis 10 og 12 stasjonære målinger i slambehandlingsområdet under boring der det ble analysert på ulike C-kjedelengder. I 1998 hadde konsentrasjonen av C5-C7 en median på 24 mg/m³ (7-120) og C10-C16+ en median på 248 mg/m³

(53-960). I 1999 hadde C4-C9 en median på 77 mg/m³ (6-117) og C10-C14+ en median på 102 mg/m³ (6-305). Det antas i målerapporten at en del av de lettere hydrokarbonene (C4-C6) kan komme fra oljeslammets kontakt med hydrokarboner fra formasjonen.

I perioden 2012-2020 ble det utført noen målinger av benzen under boreoperasjoner, samt enkelte andre flyktige organiske komponenter som kan stamme fra reservoaret [16]. Totalt ni personlige målinger av benzen på to installasjoner i denne tidsperioden viser en median på 0,008 ppm (0,003-0,020 ppm). Stasjonære målinger av benzen i shakerområdet er beskrevet i fem målerapporter i denne perioden. I fire av disse rapportene er benzen-konsentrasjonen under deteksjonsgrensen, mens den i den siste rapporten er på 0,044, 0,038, 0,050 ppm. Typiske situasjoner der eksponering for benzen 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. Ifølge målerapportene synes disse imidlertid ikke å være målrettet mht slike forhold. Noen enkeltmålinger viser verdier rundt grenseverdi. Mangel på måldata tilgjengelig i form av personbårne målinger der eksponering for benzen er aktuelt gir ikke grunnlag for å kunne gi noe eksponeringsestimat.

En studie fra 2015 det påviste luftkonsentrasjoner av boreslam i shakerområdet på 10 boreinstallasjoner [19]. Mediankonsentrasjonen var 0,14 mg/m³ (<lod-3,1). Dette støtter tidligere antakelser om at mekanisk genererte, ikke-volatile komponenter fra boreslammet er til stede i arbeidsatmosfæren i dette området, og at arbeidstakerne dermed kan bli eksponert også for de ikke-volatile komponentene i boreslammet.

4.1.2.2 Slamtankområdet

Fra perioden 1979-2009 er det totalt samlet inn 72 personlige eksponeringsmålinger under boring med oljebasert borevæske fra 15 unike rigger der arbeid i slamtankområdet er oppgitt som hovedområde. Målingene er oppsummert i tabell 4.6 og 4.7.

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

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

Tabell 4.6 Personlige målinger av oljetåke i slamtankområdet frem til 2009

Baseolje	Type installasjon	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Oljebasert	Fast	Før 1985				0,6
		1985-1997	13	2,1	<lod - 37	
		1998-2009	29	0,20	<lod - 2,1	
	Flytende	Før 1985				
		1985-1997	11	0,14	<lod - 1,5	
		1998-2009	11	0,50	0,34 - 1,1	
Syntetisk	Fast	1985-1997	7	0,40	0,22 - 1,0	
	Flytende	1985-1997	7	0,19	0,07 - 1,0	

*Grenseverdi er omregnet til 12 timers skift

Tabell 4.7 Personlige målinger av oljedamp i slamtankområdet frem til 2009

Baseolje	Type installasjon	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Oljebasert	Fast	Før 1985				30
		1985-1997	13	31,0	0,71 – 164	
		1998-2009	36	4,5	1,4 – 25	
	Flytende	Før 1985				
		1985-1997	11	32,0	7,0 – 107	
		1998-2009	12	8,3	1,5 – 32	
Syntetisk	Fast	1985-1997	7	5,6	1,7 – 27	
	Flytende	1985-1997	7	0,85	0,18 – 6,8	

*Grenseverdi er omregnet til 12 timers skift

- 1985-1997: Det er utført få målinger med stor spredning i måleresultat.
- 1998-: Det er utført flere målinger enn forrige periode og en ser en tendens til nedgang i eksponeringsverdiene. Som på shaker ser en noe høyere verdier på flytende enn faste installasjoner.

Det finnes 3 målerapporter fra før 1985 og disse viser eksponering målt på dosimeter for dieseldamp med en median på 1076 mg/m³ (73 - 1775 mg/m³). De stasjonære målingene fra slamtankområdet viser tilnærmet like nivåer som i shakerrommet for perioden 1985-1997. Etter 1997 er nivåene betydelig redusert i forhold til hva en fant i shakerrommet og det er ingen forskjell mellom flytende og faste installasjoner.

Målingene systematisert i Stami-rapporten viser 27 prøver av oljetåke og 30 prøver av oljedamp med median på hhv 0,22 (<lod – 0,61) og 7,5 (0,1 - 34) mg/m³. Disse resultatene er ikke systematisert i forhold til faste eller flytende installasjoner.

I tillegg til oljetåke og oljedamp, finner en i materialet fra UiB noen få målinger fra 1 installasjon for andre agens i slamtankområdet under boring. Agens og målte verdier er oppsummert i tabell 4.8. Borekaks anriket med benzen og andre hydrokarboner etter å ha gått gjennom hydrokarbonrike formasjoner kan gi et potensiale for eksponering for benzen i shaker- og slamtankområder. De få målingene som har vært rapportert er svært lave iht. gjeldende grenseverdi. Mangel på eksponeringsmålinger er ikke en indikasjon på at eksponeringen for benzen er ubetydelig, men det gjør at vi ikke kan gi et godt estimat (intensitet, frekvens og varighet) for noen av periodene.

Tabell 4.8 Målinger av andre agens enn oljetåke og oljedamp i slamtankområdet frem til 2009

Baseolje	Agens	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi*** (ppm)
Oljebasert*	VOC	7	5,0	2,0 – 10,0	-
	Benzen	3		<lod	0,12
	Toluen	3		<lod	15
	Etylbenzen	5	<lod	<lod – 0,13	3
	Xylen	3	<lod	<lod	15
	Hexan	3		<lod	12
Syntetisk**	VOC	9	2,0	0,03 – 9,8	-
	Butoksyetanol	5	1,6	0,3 – 9,8	6
	Etylhexanol	5	0,9	0,4 – 1,4	0,6

* Fra etter 1998 på fast installasjon

** Fra etter 1998 på flytende installasjon

***Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

4.1.2.3 Pumperom

Fra perioden 1979-2009 er det totalt samlet inn 18 personlige eksponeringsmålinger under boring med oljebasert borevæske fra 5 unike installasjoner der arbeid i pumperom er oppgitt som hovedområde. Alle måleresultatene er presentert i tabell 4.9 og 4.10.

Tabell 4.9 Personlige målinger av oljetåke i pumperom frem til 2009

Baseolje	Type installasjon	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Oljebasert	Fast	Før 1985				0,6
		1985-1997				
		1998-2009	4	0,10	0,04 – 0,70	
	Flytende	Før 1985				
		1985-1997	3	0,41	0,28 – 0,59	
		1998-2009	9	0,46	0,19 – 1,1	

*Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

Tabell 4.10 Personlige målinger av oljedamp i pumperom frem til 2009

Baseolje	Type installasjon	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Oljebasert	Fast	Før 1985				30
		1985-1997				
		1998-2009	6	1,3	0,37 – 6,0	
	Flytende	Før 1985				
		1985-1997	3	24,4	15,5 – 29,4	
		1998-2009	9	12,0	6,0 – 14,0	
Syntetisk	Flytende	1985-1997	2	0,06	0,04 – 0,08	

*Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

- Det er svært få målinger så en kan ikke si om disse er representative, men eksponeringsnivåene er noe lavere enn i shakerrommet.
- Det finnes i tillegg 35 personlige dosimetermålinger for oljedamp fra tidsrommet 1985-1997. Alle disse målingene er fra samme installasjon og medianverdien er 35 mg/m³.
- Det finnes stasjonære målinger som viser svært høye nivåer. Alle disse er tatt ved åpne aktive piter og vil ikke være representative for personlig eksponering.

I tillegg til oljetåke og oljedamp er det utført 3 målinger på VOC fra 1 flytende installasjon i tidsrommet 1998-2009. Her er medianverdien 3,0 ppm (1,0 – 3,0).

4.1.2.4 Mudlaboratorium

Det finnes kun 4 personlige målinger for oljedamp fra 1 fast installasjon. Prøvene er tatt under analyse av boreslam. Disse er fra perioden 1985-1997 og har en medianverdi på 15,9 mg/m³ (12,3 – 22,1 mg/m³). Dette er lave verdier sammenliknet med målinger fra shakerområdet.

4.1.2.5 SMACC anlegg

Fra perioden 1985-2009 er det totalt samlet inn 81 personlige eksponeringsmålinger fra 13 ulike faste installasjoner der arbeid i SMACC-området er oppgitt som hovedområde under boring med oljebasert borevæske. Resultatene fra målingene finner en i tabell 4.11.

Tabell 4.11 Personlige målinger av oljetåke og oljedamp i SMACC anlegg frem til 2009

Base-olje	Type installasjon		Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Olje-basert	Fast	Oljetåke	Før 1985				0,6
			1985-1997	12	0,43	0,1 – 1,3	
			1998-2009	65	0,20	0,06 – 1,9	
		Oljedamp	Før 1985				30
			1985-1997	15	19,4	<lod - 82	
			1998-2009	66	4,55	0,3 - 25	

*Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

- I perioden 1985-1997 er det utført et lite antall personlige målinger som viser median oljetåkenivå omtrent på samme nivå som en finner på shaker. Nivåene for oljedamp er noe lavere enn på shaker.
- Fra 1998 er det utført noe flere målinger, og det er en tendens til synkende eksponeringsnivåer. Også i denne perioden er nivåene for oljedamp lavere enn på shaker.

Ved jetting fjernes sand fra separatorene og blir ført videre som sandholdig vann (slurry) til SMACC enheten før det blir pumpet ned i reservoar eller tank. To personlige prøver ved jetting viste oljedampkonsentrasjoner på 4,6 og 15,2 mg/m³ og lave eksponeringer for benzen, toluen, etylbenzen og xylen (alle <0,01ppm) i SMACC enheten.

I tillegg er det utført 10 personlige VOC målinger fra 3 faste installasjoner. Målingene er fra 1998 og median er 2,0 ppm (0,7 – 7,0 ppm).

4.1.2.6 Sekkelager / mikserom

Det er lite måledata, totalt 25 personlige målinger, som er tilgjengelig for støveksposering ved miksing av boreslam. Ved miksing av tørrstoff (vektmateriale) i boreslam kan eksponering for kvarts skje om tørrstoffet inneholder kvarts. Barytt er et kvartsholdig mineral som har vært, og fortsatt er, mye benyttet som tørrstoff. I dag er det et krav om at kvartsinnholdet skal være mindre enn 5%, med respirabel fraksjon på maksimalt 0,3%. Vi har ikke informasjon om hva barytten inneholdt tidligere, men kvarts- og tungmetallinnhold vil variere med gruen den kommer fra. Et annet kvartsholdig vektmateriale som har vært mye brukt er leiren bentonitt (lavere kvartsinnhold enn barytt), mens Soltex (kvartsinnhold < 1%) som er et filtertapsregulerende produkt ble brukt tidligere [1].

Siden miksing foregår med ujevne mellomrom har det blitt rapportert at det også har vært vanskelig å få representative målinger. Det er kun innhentet 1 måling for respirabel kvarts, og ingen målinger for andre tilsetningsstoffer som vil kunne ha lavere grenseverdi enn totalstøv-grenseverdien for sjenerende støv, f.eks. kalsiumhydroksid. Det som er innhentet av måleresultater er presentert i tabell 4.12.

Tabell 4.12 Personlige målinger av støv i sekkelager / mikserom frem til 2009

Agens	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Totalstøv	1990-1999	7	1,13	0,61 – 56,5	6
	Etter 2000	18	4,92	0,22 – 98,1	
Respirabelt støv	1990-1999	4	0,19	0,10 – 0,32	3
	Etter 2000	1	4,1		
Respirabel kvarts	Etter 2000	1	0,03		0,03

*Grenseverdier for sjenerende støv og krystallinsk silika er omregnet til 12 timers skift

- Målingene er gjort ved sekkekutting ved Procon-anlegg. Her er eksponeringen knyttet til sekkehåndtering før de går til kutting, under kutting og ved håndtering av tomme sekker. De fleste prøvene var tatt ved tilsetning av Lime. I noen av prøvene var det også noe manuell tilsetning til hopper.
- Det var stor variasjon i eksponeringen. De høyeste eksponeringene er funnet når det foregikk manuell miksing.
- En høy måleverdi ble også funnet ved tilsetning av barytt i bulk da det ble overtrykk ved påfylling.
- Støvmengden vil trolig variere noe fra hvilket kjemisk stoff som håndteres på sekkekutteren, men det er for få målinger til å kunne analysere slike forskjeller. Det rapporteres betydelig eksponering spesielt ved miksing av Lime og Barytt.

I materialet fra Stami er det innhentet 7 personlige totalstøvprøver under miksing av tørrstoff. Medianverdien var på 0,05 mg/m³ (0,22 – 31 mg/m³). I perioden 2007-2009 (Bakke & Solbu, 2011) ble det registrert en måling hvor α -kvarts var bestemt i totalstøv (0,13 mg/m³) under miksing av tørrstoff.^[1] To målinger viste eksponering for α -kvarts i respirabelt støv (<0,03 i sementrom og 0,03 mg/m³ i sekkelager). Krystallinsk silika har vært brukt som additiv til borevæskesystemer og sementeringskjemikalier også bakover i tid.

4.1.2.7 Sementerering

Det er et potensiale for kvartseksponering ved sementerering av foringsrør siden sementen inneholder litt krystallinsk silika, og i tillegg tilsettes silika på land for å bedre bruksegenskapene til sementen. Det er eget sementeringspersonell som utfører sementereringen og eventuell rengjøring av sementsilo, men med noe bistand fra boredekkspersonell og tårnmenn [1]. I materialet fra UiB er det kun en målerapport (fra 2006) om støveksponering ved sementerering. Denne består av personbårne og stasjonære målinger av totalstøv, respirabelt støv og kvarts i løpet av to sementeringsjobber på 45 og 85 minutter. Det er normalt 2 operatører som sementerer, en styrer prosessen mens den andre kontrollerer tanker og foretar manuell sjekk. Sementerering foregår ikke på hver offshoretur, gjennomsnittlig blir det en til to jobber per tur. Resten av tiden jobbes det med vedlikehold og trykktesting av boreutstyret. Resultater av målingene er presentert i tabell 4.13.

^[1] Grenseverdien for α -kvarts er 0,3 mg/m³ i totalstøv og 0,05 mg/m³ i respirabelt støv [Arbeidstilsynet, 2022]. Grenseverdien (12-timer) for α -kvarts: total støv 0.18 mg/m³, respirabelt støv: 0,03 mg/m³.

Tabell 4.13 Personlige målinger av støv under sementering frem til 2009

Agens	Tidsperiode	Antall	Median mg/m ³	Min-Max mg/m ³	Grenseverdi* mg/m ³
Totalstøv	Etter 2000	2	2,39	0,96 – 3,81	6
Respirabelt støv		2	2,67	1,99 – 3,35	3
Respirabel kvarts		2	0,035	0,03 – 0,04	0,03

*Grenseverdier for sjenerende støv og krystallinsk silika er omregnet til 12 timers skift

- Antallet målinger er svært lite og kan kun ses på som stikkprøver.
- Første måling kan betraktes som et «worst case» pga driftsproblemer og støvskyer fra blandetank i perioder. Andre sementering ble ansett som representative for «ordinær» sementering.

4.1.3 Historiske endringer

Personlig eksponering for oljedamp og oljetåke i shakerområdet viser en nedadgående tidstrend i eksponeringsnivå. Dette sammenfaller med tekniske og prosessmessige endringer i slambehandlingsområdene, inkludert endringer i type baseoljer som har blitt benyttet. For andre agens var det for lite historisk datagrunnlag til å gjøre en kvantitativ analyse av eventuelle tidstrender i eksponering.

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

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

Inspeksjoner på shaker foretas nå i større grad enn tidligere fra shakerbua som har innsyn til shakerne gjennom vindu eventuelt via videoovervåkning. Bua blir brukt når de ikke har arbeid som skal utføres ute i shakerrommet, og har trolig medført en reduksjon i operatørens eksponering.

Tabell 4.14 gir en oversikt over hvor stor andel av de undersøkte installasjonene som hadde shakerbu på ulike tidspunkter. Tabellen viser at det på alle tidspunkter var en større andel av de faste enn de flyttbare som hadde shakerbu, og at andelen med shakerbu har øket gradvis i fra 1990 til 2007 for begge typene installasjoner.

Tabell 4.14 Oversikt over andel av faste og flyttbare installasjonene med shakerbu.

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

Før ca. 1990 ble sekker med tilsetningsstoffer manuelt kuttet opp og tømt i åpen "hopper" (beholder/trakt). Dette førte til mye støvdannelse. I løpet av første halvdel av 90-tallet innførte de fleste faste installasjoner med borefasiliteter automatiske innelukkede sekkekutteanlegg (Procon-anlegg) i sekkerrommet, noe som trolig har redusert støveksponeringen vesentlig. Innføring av automatiske sekkekuttere tok noe lenger tid blant flyttbare borerigger, og manuell tilsetning er beskrevet i rapporter så sent som år 2002. Også i senere år er det kjent at manuell tilsetning i "hoppere" har forekommet i spesielle tilfeller, som en back-up løsning. På Procon-anlegg skjæres sekkene oftest manuelt før de skyves inn i sekkekuttemaskinen som automatisk åpner sekken ved å skru den over en skrue. Det er ofte avsug over sekkekutteren, men operatør står gjerne mellom kutter og avsug.

Attapulgitt ble benyttet som tørrstoff, men bruken av disse ble forbudt av Oljedirektoratet i 1985 sammen med asbest og asbestholdige produkter [1]. Bruken var også før forbudet begrenset. Attapulgitt ble tilsatt borevæsken via hopper. Det finnes ingen måledokumentasjon på eksponering for Attapulgitt under miksing av borevæske, men det antas at støvdannelsen var betydelig.

Kromlignitt (kaliumkromat/dikromat, sort pulver) og kromlignosulfat (5% natriumdikromat, brunt pulver) har blitt tilsatt borevæsker offshore blant annet som et viskositetsendrende kjemikalie frem til rundt 1990, og det er tårnmann som har tilsatt disse gjennom hopper [1]. For kromlignitt vil kromforbindelsen være seksverdig. Ifølge brønnselskaper benyttes denne type produkter fortsatt, men vekt% krom er redusert. Vi er ikke kjent med eksponeringsmålinger av krom ved denne arbeidsoperasjonen.

Polyakrylamid ble brukt i vannbasert borevæske (0,01-0,1 vekt% i tørrstoff) for å hindre svelling ved boring i leirformasjoner. En analyse fra en kjemikalieleverandør viste et monomerinnhold i polyakrylamid på 0.02-0.04% i tørrstoff. Polyakrylamid ble faset ut i 1996 da akrylamid ble kreftmerket [1]. Tårnmenn kan derfor ha blitt eksponert for akrylamid over grenseverdien ved blanding av tørrstoff som inneholdt polyakrylamid, mens boredekkarbeidere kan ha blitt eksponert ved opphold i sekkelager.

Frem til slutten av 70-tallet ankom sementen til sementeringsjobbene i sekker offshore. Ved forbrenning av leire og kalk ved sementproduksjon kan krom omdannes til seksverdig krom, og sementen som ble brukt offshore har trolig hatt høyere andel løselig seksverdig krom enn det som ble påbudt som en maksimal konsentrasjon i 2005. Sementtørrstoffet og -væsker ankommer nå plattformen i store transporttanker og overføres til mellomlagringstanker. Tørrstoffet går i lukket system til blandingstank på sementeringsenheten, hvor vann og additiver blir blandet sammen med tørrstoffet, før blandingen pumpes ned i brønnen.

Det er også gjort forbedringer i forbindelse med tilføring av biocid så operatørene ikke lenger utsettes for søl. Før var det vanlig å bruke formaldehyd eller glutaraldehyd som biocid. På noen installasjoner er det rapportert bruk av glutaraldehyd frem til 1999 og fra 2002 virker også formaldehyd å være erstattet av andre typer biocider.

Blyholdig gjengefett ble faset ut i 1995, men det har i ettertid vært gitt dispensasjon til bruk ved spesielle tilfeller.

HISTORISK EKSPONERING

Tabell 4.15 Utvalgte historiske endringer innen boring

	Før 1980	1980-1990	1990-2000	2000-2007
Borevæsker	Hovedsakelig vannbasert	1979-84: dieselbasert 1985-1997: lavaromatisk	1985-1997: lavaromatisk 1998-: ikke-aromatisk 1990-: syntetiske	Ikke-aromatisk
Tilsetningsstoffer	-1984: asbest, Attapulgitt Krystallinsk silika	Krystallinsk silika	Krystallinsk silika	Krystallinsk silika
Gjengefett til rørhåndtering	Blyholdig	Blyholdig	-1995: Blyholdig	
Biocid	Formaldehyd	Formaldehyd	Glutaraldehyd, nitrittbaserte	
Mikse- /sekkerom	Åpne miksesystemer Manuell sekkekutting (også sement)	Delvis lukket miksesystem Automatisering av kutting Noe manuell miksing	Hovedsakelig automatiske kutteanlegg Noe manuell miksing	Automatisk kutteanlegg Litt manuell miksing
Shakerom	Åpne systemer	Liten andel installasjoner med shakerbu	Flere installasjoner med shakerbu Ventilasjonsforbedringer Anbefaling om åndedrettsvern på shaker	Shakerbu på de fleste installasjoner Mer lukkede systemer Ventilasjonsforbedringer Varierende bruk av verneutstyr
Slamtank	Åpne tanker og renner	Delvis lukkede tanker og renner	Varierende grad av åpne og lukkede tanker og renner	Noen flytende installasjoner med åpne tanker og renner
Boredekk	Asbest fra bremsebånd Manuell rørhåndtering	Asbest fra bremsebånd 1985-1995: Innføring av automatisk rørhåndtering (redusert asbesteksponering)	1985-1995: Innføring av automatisk rørhåndtering (redusert asbesteksponering)	Automatisert rørhåndtering

Tabell 4.15 gir en oversikt over ulike endringer innen boring og brønn som har hatt betydning for kjemisk eksponering [2, 4].

4.1.4 Vurdering av måledata

Målingene er hovedsakelig fokusert på kvantifisering av oljetåke og oljedamp. Det er manglende dokumentasjon på eksponering for enkeltkomponenter i baseoljene eller komponenter i boreslammet som kan stamme fra berggrunn/reservoar, inkludert benzen. I tillegg er det et begrenset antall målinger av totalstøv, og ingen målinger av asbest fra tiden det ble brukt som tilsetningsstoff i borevæsker. Fra et ukjent antall stasjonære målinger fra en installasjon ble det identifisert asbest i luftprøver på boredekk i 1988. Fibrene stammet fra bremsebånd i heisespillet og det ble detektert i gjennomsnitt 0,03 fiber/cm³ [20]. Det er ingen objektive målinger av eksponering for brønnvedlikehold og heller ingen rapporter som omhandler hudeksponering blant borepersonell.

Rapportene beskriver i liten grad tekniske forhold i områdene målingene er foretatt. Det er manglende informasjon om utforming av områdene, ventilasjonsløsninger og arbeidsoppgaver utført under målingene. I rapportene som gir informasjon om utførte arbeidsoppgaver mangler det informasjon om tidsbruk pr. oppgave.

Det har vært en vesentlig forbedring over tid med hensyn til kontekstuell informasjon som er angitt i målerapportene. I perioden 1998-2009 inneholdt rapportene hovedsakelig prosess tekniske faktorer som type baseolje, mudtemperatur, seksjon det bores i og tidvis stillingskategorier. Nyere rapporter fra senere perioder inneholder i tillegg informasjon om ulike tekniske/operasjonelle data, vernetiltak inkludert bruk av verneutstyr, værforhold og aktiviteter.

De fleste målingene fra shakerrom er foretatt i de to siste tidsperiodene (1985-1997 og 1998-2009). Målingene er hentet fra 41 installasjoner, 28 faste og 13 flytende. Antallet gjør at en får en god indikasjon på eksponeringen i dette området i disse tidsperiodene. Fra perioden før 1985 finnes det kun målinger fra 3 faste installasjoner. Dette er dosimetermålinger av olje- og dieseldamp og det lave antallet installasjoner og prøver gjør at en ikke kan si noe om representativitet for disse målingene.

For de andre områdene er antallet målinger og installasjoner lavt og måleresultatene mer usikre. Manglende informasjon om oppholdstid, arbeidsoppgaver og varighet av disse gjør at en kun har eksponeringsinformasjon om generelt opphold/arbeid i slambehandlingsområdene. Støvmålingene kan kun ses på som stikkprøver som kan gi en indikasjon på høy eksponering ved manuelt arbeid.

Målestrategien for oljetåke og oljedamp har i de aller fleste rapportene basert seg på målinger i to-timers perioder når arbeidstakeren antas å ha høyest eksponering i løpet av 12-timers skiftet, dvs når de for det meste er i shakerområdet. Siden boredekkarbeiderne i løpet av sitt 12-timers skift også er i andre, mindre eksponerte, områder antas det generelt at 2-timers målingene er en konservativ strategi som medfører en overestimering av full-skift eksponering. Samtidig er prøvetaking og analysemetoden utviklet for relativt ikke-flyktige maskinoljer, og det er sannsynlig at når relativt flyktige oljer måles kan aerosolkomponenten undervurdert på grunn av damptap fra filter.

I målerapportene er målte konsentrasjoner under deteksjonsgrensen i mange tilfelle oppgitt som <lod. Siden lod varierer med prøvetakingstiden og mellom ulike laboratorier er dette en svakhet når man skal sammenstille resultatene fra målerapportene. Som eksempel var ca. 8% av de personlige oljetåkemålingene tatt i shakerområdet i perioden 1985-2009 under lod.

4.2 Produksjon og prosess

Petroleumsstrømmene som pumpes opp består av en blanding av råolje, gass, vann og sand. På produksjonsplattformer blir denne blandingen ført i et lukket prosesssystem og separert. Råolje og gass sendes til en onshore terminal via rør eller fraktes med skip, mens det produserte vannet enten blir reinjisert i brønnen eller renses og sluppet ut i sjøen. Det er først ved åpning av systemkomponenter at det oppstår en potensiell eksponeringsfare for kjemikalier. Ved normal drift åpnes prosesssystemene bare i kortere perioder.

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

Produsert vann varierer både i mengde og sammensetning mellom oljefeltene. Vannet består av olje, kjemiske stoffer som finnes naturlig i reservoaret og kjemikalier som tilsettes under produksjonsprosessen. Forbruket av de ulike gruppene av tilsetningsstoffer, som har ulike funksjoner, varierer mellom de ulike feltene.

Utførte målinger er fokusert hovedsakelig på benzen, i mange tilfelle supplert med analyse av toluen, etylbenzen og xylen. Fokuset på benzen synes fornuftig ut fra en risikovurdering mht kreft. I tillegg er det enkelte rapporter der det er målt på alifater (C4-C6 og C7-C13), men disse er ikke videre diskutert i denne rapporten da antallet målinger er lavt.

I forbindelse med utarbeidelse av rapporten «Historisk eksponering for kjemikalier i den norske olje- og gassindustrien» [6] ble det mottatt 1387 målinger av benzen fra 38 installasjoner. Av disse var 913 personlige og 319 stasjonære målinger, mens det for 155 målinger hovedsakelig fra før 1990 er ukjent om de var personlige eller stasjonære. Andelen personlige målinger av benzen i prosessområdene er betydelig høyere etter år 2000 sammenlignet med tidligere.

I Stami sin systematisering av data fra 2007-2009 ble det samlet inn 692 målinger for benzen, der 555 (fra 36 installasjoner) av de var personlige [7]. Som tidligere ser det ut til at en del av benzenmålingene er supplert med analyser av toluen, etylbenzen og xylen. Dette materialet inneholder også målinger av n-Heksan og alifater (C4-C8 og C9-C16). Som i materialet fra UiB er antall målinger i forhold til antallet arbeidsoperasjoner for lite til å kunne generalisere.

4.2.1 Stillingskategorier og arbeidsoppgaver

De personlige målingene av benzen, inntil år 2007, er fordelt på stillingskategorier (Figur 4.5). Det er hovedsakelig blitt gjort målinger på prosesstekniker/operatør, laboratorietekniker, mekaniker og dekkarbeidere.

Generelt gjelder det at stillingsbeskrivelsene ikke er dekkende for tidlig periode der installasjonene hadde lavere bemanning på teknisk side slik at mer ansvar og flere arbeidsoppgaver var normalt for hver stillingskategori. I tillegg antas det at det var større improvisasjon og selvhjelp for å holde utstyr og prosesser i gang.

I rapporten fra Stami er ikke eksponeringen knyttet til stillingskategori, kun til arbeidsoppgaver. Det er likevel beskrevet at stillinger innen prosess og produksjon kan være prosesstekniker/prosessoperatør, NTD-tekniker, mekaniker, laborant, instrumenttekniker, elektro og automasjon, brann og gass, sveising, platearbeid, isolasjon og dekkarbeid. Dette samsvarer med stillingskategoriene som er brukt i rapporten fra UiB.

De personlige målingene som foreligger av benzen, er fordelt på arbeidsoppgaver og prøvetakingstid (<15min og >15 min). Rapportene både fra før 2007 og i perioden 2007-2009 domineres av målinger >15 min. Det er ved de uspesifiserte/ikke angitte oppgavene en finner absolutt flest målinger, etterfulgt av arbeidsoppgaven prøvetaking. Det er målinger av benzen og de andre BTEX-ene som dominerer [7].

Diesel, brukt til rengjøring eller drivstoff, kan inneholde PAH og mindre mengder benzen. Vi har ikke eksponeringsmålinger på benzen eller PAH i forbindelse med dieseleksponering fra denne perioden.

4.2.1.1 Arbeidsoppgaver knyttet til eksponeringsmålinger

Opgaver som er beskrevet er knyttet til eksponeringsmålinger som er hentet inn i forbindelse med UiB og Stami sine prosjekter. Stami har en egen rapport som beskriver arbeidsoppgaver og eksponeringer som kan forekomme i forbindelse med disse, og en samler rapport der de har systematisert de yrkeshygiene data som er samlet inn [6, 8].

Uspesifiserte oppgaver er arbeid langs hele prosessen fra oljen og gassen kommer fra havet og til den blir sendt av gårde i rør samt oppgaver knyttet til overvåkning og manøvrering av strøm-, vannforsynings- og dieselprosesser. Noen av arbeidsoppgavene er databaserte, og foregår inne i kontrollrommet, mens andre arbeidsoppgaver vil dreie seg om en fysisk kontroll i prosessmodulene. Arbeidstakere som arbeider med prosessstekniske oppgaver kan eksponeres for hydrokarboner både fra produksjonsstrømmen, diesel, jettfuel og mineraloljer.

Prøvetaking innebærer å ta prøver fra produsert vann, prøvetaking av råolje, vannprøveuttak separator, oljeprøver fra testseparator, gass fra draintank, prøvetaking av kondensat, peiling av cargotanker, spotting, prøvetaking av sloptank, gasstesting. Prøvetaking av olje kan foregå både automatisk og manuelt. Produsert vann inneholder vannløselige hydrokarboner, for eksempel benzen, toluen og xylen.

Åpning av HC-systemer skjer ved åpning av flenser, sning av briller, skifte av ventiler, og når ventiler åpnes i forbindelse med skifte av filter. Ved åpning av rør som inneholder råolje, naturgass eller produsert vann vil man bli eksponert for hydrokarboner med varierende flyktighet.

Laboratoriearbeid innebærer analysering av prøver på laboratorium etter prøvetaking. I tillegg blir utstyr rengjort etter bruk. Arbeidet har foregått både i og utenfor avtrekksskap.

Vedlikehold av filter foregår ved at filteret tas ut av filterbeholderen, rengjøres/skiftes ut og settes på plass igjen. Avdampingen kan være høy idet filteret tas opp fra beholderen. Målinger for vedlikehold av filter er knyttet til skifte av fakkelpumpefilter, skifte av produsert vann filter, skifte av strainer, bleed på MEG-filter pakke, åpning av MEG-filter pakke og åpning av sentrifuge fødefilter og sandfelle.

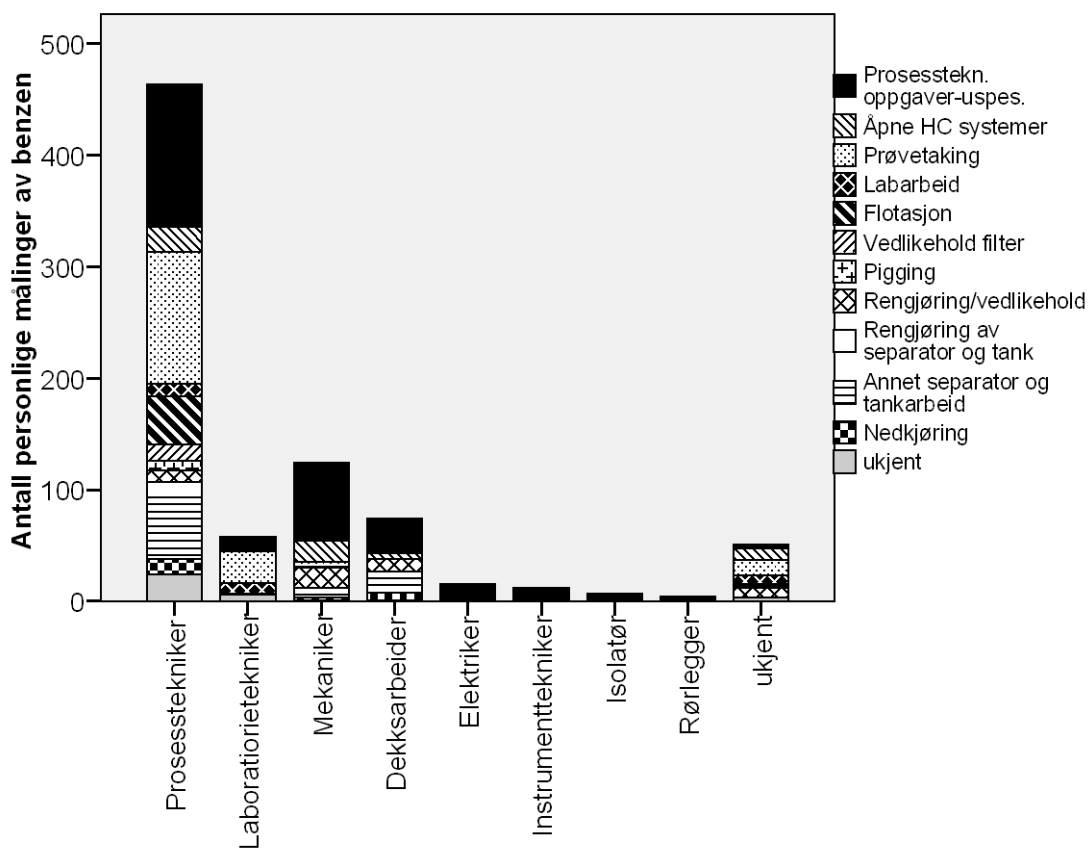
Flotasjon (vannbehandling) innebærer å skille olje fra vann. Det bobles gass (produksjonsgass) fra bunnen av GFU-tanken (Gas Flotation Unit). Når boblene stiger oppover vil de bære med seg oljedråper til overflaten, hvor de akkumulerer og skummes av. For å inspisere tanken måtte arbeidstaker åpne en luke og stikke hodet inn, noe som kan ha ført til en høy eksponering i noen sekunder. Som regel ble det foretatt inspeksjon fra to til seks ganger per skift. I dag er flotasjonsenhetene erstattet med filterpakker og hydroykloner som potensielt gir langt lavere og sjeldnere potensiale for benzeneksponering.

Pigging utføres for å rense og inspisere rørledninger innvendig. Ved pigging fjernes avfallsstoffer og avleiringer i rørsystemet og en øker da gjennomstrømningen og effektiviteten. I enkelte perioder kan det være nødvendig å pigge daglig, mens det i andre perioder kan være tilstrekkelig å pigge hver fjortende dag. Operatøren vil eksponeres både ved sending og mottak av pigg. Når piggen sendes vil

eksponeringen skje idet operatøren åpner sluseluken og skyver piggen inn, samt når oljen tørkes av lukeåpningen. Ved mottak av pigg vil operatøren eksponeres når piggen hentes ut av slusen, olje og voks skrapes av piggen og overføres til oljefat, og når lukeåpningen smøres med voks før den stenges.

Rengjøring og vedlikehold er daglige arbeidsoppgaver. I tillegg gjennomføres det mer spesialisert vedlikehold/rengjøring under planlagte stanser som åpning av utstyr og rengjøring av tanker. Rengjøring og vedlikeholdsoppgaver som det er foretatt målinger ved er: rensing av plateseparator, høytrykkspyling av tanker, rensing av pumper, klargjøring og drenering av råoljemanifold, spyling av sykloner, drenering av tank, rengjøring av hydrosyklon, rengjøring av flotasjonsenhet, og rengjøring av sentrifuge.

Separator og tankarbeid innebærer vedlikehold og rengjøring av tanker, inspeksjon av tank, avgassing av tank, tømning og skylling av tank, prøvetaking i tank, reparasjoner, bygging av stillas i tank og sveisearbeid i tank. I tillegg er det utført målinger under «annet» arbeid som: drenering, inspeksjon og vedlikehold av separator og tank og bygging av stillas i lagertank.



Figur 4.5 Antall personlige eksponeringsmålinger av benzen fordelt på yrkeskategorier og arbeidsoppgaver inntil 2007 [6].

Figur 4.5 gir en oversikt over antall personlige eksponeringsmålinger som har blitt tilgjengeliggjort for UiB frem til 2007. Eksponeringsmålingene er fordelt på yrkeskategorier og arbeidsprosesser oppgitt i målerapportene. For prosesstekniker er eksempelvis de fleste målingene utført ved uspesifisert prosesstekniske oppgaver og ved prøvetaking.

4.2.2 Eksponeringsmålinger

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

Det foreligger hovedsakelig målinger av benzen (i tillegg til de andre BTEX-kjemikaliene og n-heksan), noe som viser at målinger av disse kjemikaliene har vært høyt prioritert. Det er hovedsakelig benzenmålinger som er omtalt og knyttet til arbeidsoperasjoner i tidligere rapporter så dette vil også være hovedfokus her. Oversikt over antall benzenmålinger, inntil år 2007, knyttet til ulike arbeidsoppgaver og stillingskategorier er gitt i tabell 4.16. Måleresultatene er delt inn i langtidsmålinger >15 min og korttidsmålinger <15 min og disse finnes hhv i kap. 4.2.2.1 og 4.2.2.2 [6].

Det foreligger ingen rapporter som omhandler kvantitativ hudeksponering innen produksjon/prosess.

Tabell 4.16 Oversikt over arbeidsoppgaver med personlige eksponeringsmålinger knyttet til stillingskategori

Stillingskategorier	Arbeidsoppgaver (antall benzenmålinger)
Prosesstekniker	<ul style="list-style-type: none"> • Uspesifiserte prosessstekniske oppgaver (128) • Prøvetaking av olje, kondensat og produsert vann (118) • Åpning av HC systemer (23) • Flotasjon (48) • Vedlikehold av filter (15) • Pigging (9) • Rengjøring og vedlikehold (10) • Separator og tankarbeid (17) • «Annet» separator og tankarbeid (55)
Laboratorietekniker	<ul style="list-style-type: none"> • Uspesifiserte prosessstekniske oppgaver (13) • Prøvetaking / laboratoriearbeid (29) • Åpning av HC systemer (19) • Rengjøring (2)
Mekaniker	<ul style="list-style-type: none"> • Uspesifiserte prosessstekniske oppgaver (70) • Prøvetaking (4) • Vedlikehold av filter (1) • Rengjøring og vedlikehold (18) • «Annet» separator og tankarbeid (9)
Dekksarbeider	<ul style="list-style-type: none"> • Uspesifiserte prosessstekniske oppgaver (31) • Åpning av HC systemer (5) • Rengjøring og vedlikehold (11) • Separator og tankarbeid (6) • «Annet» separator og tankarbeid (13)

4.2.2.1 Langtidsmålinger (>15 min)

I materialet som UiB samlet inn er det hovedsakelig tilgjengeliggjort målinger på prosessteknikker / operatør, mekaniker, laboratorietekniker og dekkarbeider.

I tabell 4.17 er måleresultatene for benzen oppgitt i forhold til tidsperioder og arbeidsoppgaver, mens i tabell 4.18 er måleresultatene av benzen oppgitt i forhold til stillingskategori.

Tabell 4.17 Måleresultater for benzen i forhold til arbeidsoppgaver og tidsperiode frem til 2007

Arbeidsoppgaver > 15 min	Agens	Tidsperiode	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi* (ppm)
Uspesifiserte prosesstekniske	Benzen	1990-99	98	0,01	<lod - 0,97	0,12
		>1999	195	0,01	<lod - 11,9	
Åpning av HC systemer		1990-99	3	0,02	<lod - 0,02	
		>1999	50	0,01	<lod - 4,0	
Prøvetaking		1990-99	15	0,06	<lod - 0,7	
		>1999	104	<lod	<lod - 1,5	
Laboratoriearbeid		1990-99	11	0,01	<lod - 0,06	
		>1999	13	0,01	<lod - 0,04	
Flotasjon		1990-99	32	0,05	<lod - 0,7	
		>1999	8	0,05	0,002 - 0,4	
Vedlikehold av filtre		1990-99	-	-	-	
		>1999	9	<lod	<lod - 0,03	
Pigging		1990-99	-	-	-	
		>1999	7	0,14	0,01 - 0,6	
Rengjøring / vedlikehold		1990-99	2	0,01	<lod - 0,014	
		>1999	6	0,005	<lod - 0,20	
Rengjøring av separator / tank	1990-99	-	-	-		
	>1999	26	0,22	<lod - 17,0		
Annet separator- og tankarbeid	1990-99	-	-	-		
	>1999	95	0,05	<lod - 14,0		

*Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

- For uspesifiserte prosesstekniske oppgaver er det 2 målinger på 2,6 og 11,9 ppm for dekkarbeider som skiller seg ut.
- For åpning av HC systemer er det 3 målinger på mekaniker under skifte av celleventil i utstyrsskiftet som skiller seg ut. Disse målingene var på under 30 min og viste 1, 2 og 4 ppm.
- For rengjøring av separator og tank er målingene hentet fra 4 ulike installasjoner i tidsrommet 2004-2007. Her er det prosesstekniker og dekkarbeider som har utført rengjøringen.
- For annet separator og tankarbeid er målingene hentet fra 4 ulike installasjoner i tidsrommet 2004-2007. Her var 9 av målingene over 0,6 ppm og de høyeste målingene (12 og 14 ppm) har kort prøvetakingstid (20 min). Her er det prosesstekniker, mekaniker og dekkarbeider som har utført arbeidet.

Tabell 4.18 Måleresultater for benzen i forhold til stillingskategori frem til 2007

Stillingskategori	Agens	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi* (ppm)
Prosesstekniker	Benzen	404	0,008	<lod - 7,30	0,12
Laboratorietekniker		45	0,006	<lod - 0,14	
Mekaniker		124	0,003	<lod - 4,00	
Dekksarbeider		74	0,012	<lod - 16,80	
Elektriker		15	0,020	<lod - 0,10	
Instrumenttekniker		12	0,030	0,001 - 0,06	
Isolatør		7	0,013	0,010 - 0,10	
Rørlegger		4	0,045	0,02 - 0,07	
Annet		5	0,001	<lod - 0,90	
ukjent		34	0,027	<lod - 0,81	

*Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

I materialet som Stami samlet inn er det tilgjengeliggjort 395 langtidsmålinger av benzen for tidsrommet 2007-2009 [7]. Dette utgjør over 70 % av målingene utført på benzen. Medianverdien for disse målingene er 0,005 ppm (<lod - 17 ppm). De høyeste målingene finner en ved grovrengjøring/rengjøring, videre følger «ikke oppgitte arbeidsoperasjoner», åpning av HC utstyr, inspeksjon og prøvetaking. Resultatene for de resterende BTEX-kjemikaliene og n-heksan kan ses i tabell 4.19.

Tabell 4.19 Måleresultater for benzen, mellom 2007-2009, i forhold til arbeidsoperasjoner og måleresultater for ulike agens

Arbeidsoperasjon	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi* (ppm)
Spyle og rengjøring	26	0,104	<lod - 17	0,12
Ikke angitt	128	0,003	<lod - 7,8	
Åpning av HC utstyr	23	0,020	<lod - 2,2	
Inspeksjon	26	0,069	<lod - 1,4	
Prøvetaking	60	0,019	<lod - 0,5	
Agens				
Benzen	395	0,005	<lod - 17	0,12
Toluen	431	0,005	<lod - 25	15
Etylbenzen	401	0,001	<lod - 4	3
Xylener	423	0,005	<lod - 23	15
n-Heksan	379	0,003	<lod - 59	12

*Alle grenseverdier omregnet til 12 timers skift

4.2.2.2 Kortidsmålinger <15 min

I materialet som UiB samlet inn er det tilgjengeliggjort målinger på prosestetnikker/operatør og laboratorietekniker [6]. I tabell 4.20 er måleresultatene for benzen oppgitt i forhold til tidsperioder og arbeidsoppgaver, mens i tabell 4.21 er måleresultatene av benzen oppgitt i forhold til stillingskategori.

Tabell 4.20 Måleresultater for benzen frem til 2007 i forhold til arbeidsoppgaver og tidsperiode

Arbeidsoppgaver <15 min	Agens	Tidsperiode	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi* (ppm)
Åpning av HC systemer	Benzen	1990-99	1	0,79	0,79 - 0,8	0,12
		>1999	5	0,02	0,002 - 0,1	
Prøvetaking		1990-99	16	0,20	<lod - 1,20	
		>1999	56	0,24	<lod - 40,0	
Labarbeid		1990-99	3	0,19	<lod - 0,06	
		>1999	2	0,04	<lod - 0,04	
Blåsing av transmittor		1990-99	-	-	-	
		>1999	7	0,29	<lod - 0,8	
Flotasjon		1990-99	-	-	-	
		>1999	9	1,03	0,09 - 2,3	
Vedlikehold av filtre		1990-99	-	-	-	
		>1999	8	0,95	0,01 - 3,4	
Pigging		1990-99	-	-	-	
		>1999	6	0,38	0,02 - 0,7	
Rengjøring / vedlikehold	1990-99	8	1,85	0,15 - 9,2		
	>1999	-	-	-		
Annet separator- og tankarbeid	1990-99	-	-	-		
	>1999	1	4,12	4,1 - 4,1		

*Grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

- For prøvetaking er det 9 målinger fra 2004/2005 som skiller seg ut. Disse er tatt på to rigger, hovedsakelig ved peiling av cargotanker og spotting.
- For flotasjon er det kun mottatt målinger fra 1 installasjon. Dette er en arbeidsoperasjon som av arbeidstakere blir trukket frem for å gi kortvarig høy eksponering
- For rengjøring / vedlikehold er den høyeste målingen (9,2 ppm) funnet ved rensing av plateseparator. Dette er en arbeidsoppgave som er trukket frem av arbeidstakerne å medføre høy eksponering.
- For annet separator- og tankarbeid er det kun 1 måling. Den er hentet fra 1 installasjon i tidsrommet 2004-2007. Målingen er utført under fjerning av scale fra container etter slamtømming av en 2. trinnseparator.

Tabell 4.21 Måleresultater for benzen, frem til 2007, i forhold til stillingskategori

Stillingskategori	Agens	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi* (ppm)
Prosesstekniker	Benzen	72	0,493	<lod - 12,7	0,12
Laboratorietekniker		13	0,117	<lod - 9,2	

*Alle grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

Råolje, kondensat og produsert vann inneholder alle både benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX). Personlige målinger utført på personell i produksjonsområdet (prosessoperatører, mekanikere, laboranter, mv) og arbeidsoperasjoner med potensiale for benzen viser relativt lavere eksponering for toluen, etylbenzen og xylen sammenlignet med både benzen og deres respektive grenseverdier. Samvariasjonen var høy mellom BTEXene hos både prosessoperatører og personell som entrer tank som inneholdt rester av råolje. For de to stillingskategoriene samlet var samvariasjonen (uttrykt ved Pearsons korrelasjonskoeffisient, r) mellom benzen og de andre aromaterne 0.89, 0.76 og 0.90 (alle $p < 0.001$) for henholdsvis toluen, etylbenzen og xylen [22]. Videre viste denne studien som omfattet 70 personlige målinger at eksponeringen for toluen og xylen (alle isomerer) var rundt 2,5 ganger høyere enn for benzen, mens eksponeringen for etylbenzen var halvparten av eksponeringsnivået av benzen.

En samlet vurdering av gjennomsnittsnivået for BTEX og n-heksan, samt samvariasjonen mellom BTEXene, indikerer at eksponeringen for hydrokarboner relatert til produksjonsstrømmen (med unntak av benzen) har vært lav sammenliknet med de respektive grenseverdier.

I materialet fra Stami er det tilgjengeliggjort 145 korttidsmålinger av benzen for tidsrommet 2007-2009 [7]. Medianverdien for disse målingene er 0,020 ppm (<lod – 8,1 ppm). Det er utført flest målinger under prøvetaking og ikke angitte arbeidsoperasjoner (~70%). Type prøvetaking er hovedsakelig av olje, gass og produsert vann. De høyeste målingene finner en ved ikke oppgitte arbeidsoperasjoner og videre følger prøvetaking, pigg-operasjoner, filterbytte og vedlikehold, sandfelle, og håndtering av produsert vann. Måleresultatene for benzen samt for de resterende BTEX-kjemikaliene og n-heksan kan ses i tabell 4.22.

Tabell 4.22 Måleresultater for benzen, mellom 2007-2009, for utvalgte arbeidsoperasjoner og samlet måleresultater for benzen og relaterte hydrokarboner (toluen, etylbenzen, xylen og n-heksan). De respektive grenseverdiene omregnet til 12 timers skift er gitt til sammenlikning.

Arbeidsoperasjon	Antall	Median (ppm)	Min – Max (ppm)	Grenseverdi* (ppm)
Ikke angitt	17	0,041	<lod - 4,30	0,12
Prøvetaking	83	0,016	<lod - 2,13	
Pigg-operasjoner	2	0,825	<lod - 0,95	
Filterbytte og vedlikehold	8	0,427	<lod - 0,81	
Sandfelle og prod. vann	4	0,085	<lod - 0,38	
Agens				
Benzen	145	0,020	<lod - 8,1	0,12
Toluen	133	0,034	<lod - 3,8	15
Etylbenzen	122	0,0006	<lod - 3,4	3
Xylener	135	0,020	<lod - 9,5	15
n-Heksan	96	0,015	<lod - 4,3	12

*Alle grenseverdier er omregnet til 12 timers skift

4.2.2.3 Diverse eksponeringer

Biocider

Biocider tilsettes produsert vann før injeksjon for å hindre vekst av mikroorganismer. Biocider som tilsettes er stort sett basert på aldehyder og kvartære aminer. Eksponering for biocid kan forekomme i forbindelse med pumping til lagertank, ved manuell håndtering eller ved rengjøring av systemer der det er tilsatt biocider. Det er rapporter om operatører som har blitt akutt syke etter eksponering for biocider i prosessanlegg [1]. I tillegg var det vanlig å helle biocider i sluker for å hindre lukt eller tilsette det i tanker og utstyr for å hindre «dieseldyr».

Det er hovedsakelig prosessoperatør og dekkarbeider som potensielt kan ha bli utsatt for biocider, men eksponering kan også ha forekommet blant vedlikeholdsyrker i prosessområdet som instrumenttekniker, mekaniker og elektriker.

I perioden 1991-2000 er det utført 29 målinger på biocider. Kun 14 av prøvene har en kjent prøvetakingstid med en median på 7 timer.

- For personlig prøvetaking av formaldehyd^[2] var median 0,14 mg/m³ (0,06 – 0,29 mg/m³).
- For personlig og stasjonære målinger av glutaraldehyd^[3] var alle prøvene under deteksjonsgrensen.

H₂S

H₂S har vært et tema siden slutten på 70-tallet i forbindelse med biologisk nedbrytning av organisk materiale i lagertanker for råolje og produsert vann. Direktevisende målere for H₂S har vært benyttet siden 70-tallet, og har vært brukt for varsling ved overskridelser av alarmnivåene. Det er kun tilgjengeliggjort noen stasjonære og personlige målinger av H₂S og disse er i forbindelse med skifte av celleventiler i utstyrsskafte på en installasjon mellom 1999 og 2006. Sannsynligvis er målingene utført med direktevisende instrument da det rapporteres om høye toppverdier (66, 75, 196 og 200 ppm). Dette arbeidet ble utført av mekaniker. På dekk over og under celleventilen var konsentrasjonen av H₂S^[4] lave.

Organofosfater

Eksponering for organofosfater (OP) er forbundet med mulig helsefare. I olje- og gassindustrien er organofosfater (isopropylert fenylfosfat (IPPP) og trifenylfosfat (TPP^[5])) først og fremst benyttet i smøreoljer til turbiner og i mindre grad i de vanlige hydraulikkoljene. Eksponeringen som er kartlagt, er derfor knyttet til tilsyn og vedlikehold av turbiner. I 2011 publiserte Stami resultater fra 120 innsamlede OP-prøver fra fire arbeidsoperasjoner (direkte håndtering av olje, turbininspeksjon, forebyggende vedlikehold og annet vedlikehold), og fra turbinhette og turbinhall [22].

- Det ble påvist OP i 4 av 120 prøver.
- Tre personlige målinger (av 63) er funnet i forbindelse med turbininspeksjon og forebyggende vedlikehold (konsentrasjon av TPP/IPPP på 0,05/0,03, 0,08/0,05 og 0,57/0,70 µg/m³).

^[2] Grenseverdien for Formaldehyd er 0,37 mg/m³, 0,74 mg/m³ (korttid) og 1,2 mg/m³ (takverdi). [Arbeidstilsynet, 2022]. Grenseverdien (12-timer) for Formaldehyd er 0,22 mg/m³.

^[3] Grenseverdien for Glutaraldehyd er 0,8 mg/m³ (takverdi). [Arbeidstilsynet, 2022]. Grenseverdien (12-timer) for Glutaraldehyd 0,48 mg/m³.

^[4] Grenseverdien for H₂S er 5 ppm [Arbeidstilsynet, 2022]. Grenseverdien (12-timer) for H₂S er 3 ppm.

^[5] Grenseverdien for Trifenylfosfat (TPP) er 3,0 mg/m³ [Arbeidstilsynet, 2022]. Grenseverdien (12-timer) for TPP er 1,8 mg/m³.

- En stasjonær måling (av 57) der OP er funnet i turbinhall mellom to turbinetter (konsentrasjon av TPP/IPPP på 0,07/0,05 µg/m³)
- Detektering av OP i 21 av 24 passive langtidsprøver (1-3 mnd.) viser potensiale for deponering av OP på veggene i turbinrom når turbinen er i drift. Det er lite sannsynlig at turbinoljer med 1-5 % OP-innhold vil resultere i høy OP-eksponering [22].

I 2005 publiserte Sintef studien «Organofosfater i hydraulikk- og turbinolje: Bruk og eksponering» [23]. Her ble det konkludert med at ut fra de produkttyper som ble benyttet i 2002/03 (lavt innhold av OP) og de identifiserte arbeidsoperasjoner (kortvarig) er eksponeringen for organofosfater meget lav. Samme år ble det også utført en studie for å dokumentere graden arbeidstakeren blir eksponert for turbinoljer/ hydraulikkoljer via hud eller klær. Arbeidsoperasjonene med høyest eksponeringspotensial for turbinolje var forebyggende vedlikehold turbinene. Det konkluderes i rapporten med at det er en risiko for hudeksponering gjennom tilsølt kjeledress og hender. Hydraulikkolje var den oljen som flest rapporterte at de hadde hyppig hudkontakt med. Vurderingen av de tilsølte kjeledressene viste at armer og bein blir mest tilsølt, men graden av tilsøling varierer mye fra person til person og mellom de ulike arbeidsoperasjonene [24].

En historisk oversikt over innblanding av andre organofosfater i smøreoljer har vist seg vanskelig å fremskaffe. Norsk petroleumsinstitutt har samlet informasjon om historisk bruk av organofosfater fra bilbransjen, oljebransjen og produsenter av tilsetningsstoffer til smøreoljer. Det har vært vanskelig å få noen eksakt informasjon om salg av smøreoljer i Norge. Det er imidlertid ingen grunn til å tro at innholdet i smøreoljer i Norge har variert vesentlig fra Europa for øvrig gjennom tidene. Ifølge rapporten har innholdet av o-TCP (o-trikresylfosfat) i smøreoljer, på grunn av o-TCPs nevrotoksikologiske effekt, vært redusert til et minimum i 30-40 år (2004). o-TCP tilsettes ikke bevisst i smøreoljer, men kan forekomme som en forurensning i trikresylfosfat isomerblanding [25].

En kort rapport fra seniorforsker Susan Michaelis og Professor Vyvyan Howard skrevet for Sammenslutningen av Fagorganiserte i Energisektoren (SAFE) i april 2022 hadde som målsetting å oppsummere noe av kunnskapen relatert til eksponering for røyk og damp fra turbiner, inkludert organofosfater og komplekse sammensetninger av pyrolyserte komponenter. Rapporten presenterer og diskuterer toksiske mekanismer og helseeffekter relatert til eksponering for dette. Det blir ikke presentert noen eksponeringsmålinger i denne rapporten.

Oljetåke og oljedamp i lukket rom

Det har blitt utført 2 timers stasjonære målinger av oljetåke (n=45) og oljedamp (n=75) på 5 installasjoner. Av disse var henholdsvis 27 målinger og 39 målinger under deteksjonsgrensen. I generatorrom (kun en installasjon) var median konsentrasjon av oljetåke 0,02 mg/m³ (<lod-0,28, n=15) og for oljedamp 0,3 mg/m³ (0,1-0,8 mg/m³, n=39) I generatorrom var henholdsvis 3 og 13 av disse målingene under deteksjonsgrensen for oljetåke og oljedamp. I turbinrom var alle målingene av oljedamp under deteksjonsgrensen, mens 21 av 25 målinger av oljetåke var under deteksjonsgrensen.

4.2.3 Historiske endringer

Fra 1994-2006 er det ingen klare tidstrender i personlige benzeneksponeringer verken for målinger med prøvetakingstider <15 min eller >15 min. Det var heller ingen korrelasjon mellom årstall for måling og benzeneksponering når alle personlige målinger ble inkludert, verken for prøvetakingstider <15 min eller >15 min.

Det henvises i flere rapporter til at det har blitt gjort tekniske modifikasjoner av diverse prosessutstyr. Flotasjonsenheter ble benyttet for å skille olje fra vann, men disse ble gjennom perioden erstattet med filterpakker og hydrosykloner. Når denne erstatningen fant sted, er usikkert og den vil variere fra installasjon til installasjon. En vet at flotasjonsanlegg var i bruk på enkelte installasjoner frem til 2007.

En annen arbeidsoperasjon der det har vært utvikling er innen pigging. I de første tidsperiodene ble piggen hentet ut av piggslusen og olje og voks ble manuelt skrapet av før det ble overført til et oljefat. På slutten av 1990-tallet ble det på noen installasjoner etablert et piggsystem der piggen ble kokt med olje og vann inne i piggslusen i 18 timer før den ble tatt ut. Voks, olje og evt kvikksølvrester ble tappet til et lukket system. Det er også rapportert at fra 2000-tallet ble piggene sendt til land for rengjøring.

For prøvetaking er det ikke oppgitt årstall eller perioden for endringer og en må også anta at dette varierte veldig fra installasjon til installasjon. Det har vært mye manuell prøvetaking som innebærer at råoljen først blir tappet i en bøtte før den blir overført til flasker. Det kan ha foregått åpent i prosessområdet eller prøvetakingspunktene kan ha vært bygd inn i skap. Det har også foregått automatisk prøvetaking som innebærer at en sylinder automatisk fylles med råolje. På laboratoriet blir oljen fordelt videre i mindre beholdere før analyse. I starten var laboratoriene små kott med ingen eller dårlig ventilasjon, men etter hvert fikk flere og flere avtrekkskap en kunne jobbe i.

Det er grunn til å anta at slike modifikasjoner har redusert eksponering for benzen over tid. Imidlertid er det gjennomgående for lite datagrunnlag til å analysere kvantitativt hvilken betydning slike endringer har hatt for personlig eksponering.

4.2.4 Vurdering av måledata

1990 – 2006:

Tilgjengeliggjorte målinger er hovedsakelig på benzen, og i mange tilfelle supplert med analyse av toluen, etylbenzen og xylen.

Petroleumsstrømmene og produsert vann inneholder en rekke andre forbindelser som blant annet alkylfenoler, kvikksølv, H₂S, organiske syrer, biocider og monoetylenglykol. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) finnes i de tyngre petroleumsfraksjonene og som bestanddel av diesel og dieseleksos. Det er ikke tilgjengeliggjort eksponeringsdata for PAH verken under vanlig drift, under revisjonsstanser eller under rengjøring og vedlikeholdsarbeid i tanker, separatorer og annet prosessutstyr. Prosessoperatører og tankarbeidere som var eksponert for råolje i forbindelse med rutinearbeid i prosessområdet og arbeid i råoljetanker hadde imidlertid lav konsentrasjon av biomarkøren 1-hydroksypyren i urin (stoffskefteproduktet av PAH-forbindelsen pyren) sammenlignet med ACGIHs biologiske grenseverdi [26]. Tankarbeiderne som hadde en høyere eksponering for benzen enn prosessoperatører [28, 29], og antatt mer kontakt med tyngre petroleumsfraksjoner i tank, hadde en statistisk signifikant høyere konsentrasjon av 1-hydroksypyren i urin. Dette indikerer potensiale for eksponering og opptak av PAH også ved arbeid med produksjonsstrøm.

Blant tilsetningsstoffene er det gjort noen målinger på biocider som formaldehyd og glutaraldehyd. Det mangler historisk måledokumentasjon på klorerte hydrokarboner, kvikksølv har hovedsakelig blitt målt ved biologiske prøver og personlige målinger av H₂S er av svært begrenset omfang.

Kontekstuell informasjon

- Ingen personlige målinger fra før 1990
- Prøvetakingstid manglet for 26,4% av målingene fra perioden 1990-1999 og for 1,9% av målingene etter 1999
- Yrke var ikke angitt for 29,6% av målingene i perioden 1990-99 og for 10,8% av målingene etter 1999.
- Arbeidsoppgave i prosessområdene var ikke spesifisert for 55,1% av målingene i perioden 1990-99 og for 31,5% av målingene etter 1999.
- For arbeidsoppgaver med prøvetakingstider >15 min er det kun i et fåtall tilfeller angitt tidsbruk for selve arbeidsoppgaven.
- Kort- og langtidsmålinger av benzen for de fleste arbeidsoppgavene inkluderer få rigger pr. arbeidsoperasjon. Et unntak er prøvetaking, men prøvetaking inneholder prøver fra minst 7 ulike scenarier.

Måledataene gir en indikasjon på eksponeringsnivå ved ulike arbeidsoppgaver, men antallet målinger pr. arbeidsoppgave og antallet installasjoner målinger er utført ved, er for lite til å kunne si om dette er representative målinger. Rapporten inneholder kun resultater fra målinger som er delt, og sannsynlig finnes det flere utførte kartlegginger.

Flere målinger av alifater sammen med aromater ville kunne gitt et mer riktig bilde av totaleksponering for løsemidler enn målingene der en kun har analysert for BTEX [7].

Deteksjonsgrensene (lod) for konsentrasjonsbestemmelse i luftprøvene er avhengig av flere faktorer som sensitiviteten av selve analysemetodikken og prøvetakingstiden. Angivelse av dette i målerapportene er svært varierende, og de aller fleste rapporter mangler opplysninger om lod for de ulike komponentene det analyseres på. Eksempelvis kan nivåer under lod i ulike målerapporter være oppgitt som 0 (null), mindre enn en gitt verdi (for eksempel <0,1) eller uten angivelse (-). For benzen har lod endret seg med utvikling av analysemetodikken. Ut fra rapportene oppgis lod for fullskiftmålinger av benzen før 1990 oftest som 0,1 ppm, i perioden 1990-1999 er lod oftest oppgitt som 0,01 ppm, og fra 2000 som 0,001 ppm. I beregninger av aritmetisk gjennomsnitt er det benyttet disse verdiene for benzen i de respektive tidsperiodene, og dividert med 2 når verdier <lod er rapportert.

4.3 Vedlikehold

I denne rapporten er vedlikehold delt inn i varmt arbeid, overflatebehandling og generelt vedlikeholdsarbeid. Arbeidstakerne som har arbeidet med disse typer jobber har vært eksponert for mange ulike forurensninger. Vedlikeholdsoperatører som er beskrevet i dette kapitlet er mekanikere, sveisere, rørleggere, elektrikere, platearbeidere og overflatearbeidere.

Varmt arbeid inkluderer montering, demontering, reparasjon og vedlikehold hvor det benyttes åpen ild, oppvarming, sveising, skjæring, lodding og/eller sliping. Varmt arbeid skal helst utføres på fast, spesielt tilrettelagt arbeidssted (sveiseverksted).

Overflatebehandling omfatter fjerning og påføring av maling. Det benyttes malingsystemer som ofte består av flere malingslag fra grunning (primer) til toppstrøk (topcoat). Korrosjonsbeskyttende maling benyttes i stor grad på stålstrukturer i offshoreindustrien.

Generelt vedlikehold omfatter eksponeringer for oljer, asbest, keramiske fibrer, kvikksølv og generelt rengjøringsarbeid.

Dataen i dette kapitlet bygger på målinger innhentet av UiB i forbindelse med rapporten «Historisk eksponering for kjemikalier i den norske olje- og gassindustrien» og data Stami innhentet i forbindelse med sitt prosjekt «Eksponering for kjemikalier i norsk olje- og gassindustri – Dagens eksponeringsbilde [6, 8].

Målingene innhentet av UiB er fordelt på 3 tidsperioder: før 1989, 1990-1999 og etter 2000. Antall prøver har økt siden før 1989. De fleste prøvene finner en innenfor varmt arbeid, fjerning av isolasjon, maling og vedlikehold / stansarbeid. Som i de andre kapitlene fokuserer vi på personlige prøver, men i tillegg til disse er det tatt med 312 direktevisende målinger av kvikksølv. Da de fleste personlige prøvene er tatt med en prøvetakingstid >15 min er resultatene ikke delt opp i kort og langtidsmålinger i dette kapitlet.

Det er tilgjengelig svært få målinger innen vedlikehold. Med unntak av noen målinger utført under påføring av maling og isolasjonsarbeid er målinger tilnærmet fraværende for ISO-arbeidere (isolasjon, stillas og overflate). Innenfor denne gruppen finner en også de mer spesialiserte stillingskategoriene: cleanere og tilkomstteknikk. Dette er en entreprenørgruppe som potensielt kan være utsatt for høy eksponering for en rekke kjemikalier. Fra 2007 til 2014 var risikoutsatte grupper (RUG) blant Petroleumstilsynet sine hovedprioriteringer. Gjennom tilsyn og kartlegginger ble det sett på hvordan risiko er fordelt mellom ulike personellgrupper i petroleumsnæringen. Funnene viste at enkelte grupper var høyere eksponert for arbeidsulykker med personskader, arbeidsbetinget sykefravær og helseplager. ISO-arbeiderne, og da særlig overflatebehandlerne, er en gruppe som ofte trekkes frem i denne sammenhengen. En kan derfor anta, at selv om det ikke er tilgjengelig målinger som viser til denne gruppens eksponering i pionertiden, kan de ha hatt betydelig eksponering gjennom alle tidsperiodene.

4.3.1 Arbeidsoppgaver og stillingskategorier

De personlige målingene er knyttet til tidsperiode og arbeidsoppgave. Tabell 4.23 gir en oversikt over stillingskategorier, arbeidsprosesser og eksponeringer beskrevet i de historiske dataene fra UiB [6].

Generelt gjelder det at eksponeringskildene gitt for vedlikehold ikke er dekkende for tidlig periode der installasjonene hadde lavere bemanning og gjerne høyere grad av flerfaglighet slik at flere arbeidsoppgaver var normalt for hver stillingskategori. I tillegg antas det at det var større improvisasjon og selvhjelp for å holde utstyr og prosesser i gang.

Tabell 4.23 Oversikt over de vanligste stillingskategoriene, arbeidsprosesser og eksponeringer innen vedlikehold

Stillingskategori	Arbeidsprosess	Eksponeringskilde	Agens
Overflatebehandler - mange av arbeidsoppgavene er også aktuelle for Tilkomsteknikk (TT)	Vedlikehold	Påføring av maling og passiv brannbeskyttelse (PBB) Fjerning av maling (inkl. varmt arbeid) og PBB Mekanisk forbehandling	Bly, Epoksy, Hydrokarboner, Isocyanater, asbest Bly, Isocyanater, Dikolometan, Krystallinsk silika, asbest Støv
Cleanere (teknisk rengjøring)	Vedlikehold	Spyling og suging av diverse tanker, drainlinjer, separatorer, sykkloner, dørk, produksjonsrom og produksjonsrør, flowline mm	Hydrokarboner (benzen) Kvikksølv H ₂ S Boreslam Div oljer og vaskemiddel
Stillas	Vedlikehold / Nybygg	Eksponering fra omgivelsene Smøremiddel	Div fra omgivelsene
Isolatør	Vedlikehold	Isolasjon (av / på)	Asbest, Keramiske fibre
Dekksarbeider	Vedlikehold	Påføring av maling Fjerning av maling Arbeid på hydrauliske systemer	Bly, Epoksy, Hydrokarboner, Isocyanater Bly, Dikolometan, Krystallinsk silika Mineraloljer
Mekaniker	Vedlikehold	Mekanisk arbeid inkl. arbeid på hydrauliske systemer Sliping på metall	Asbest, Keramiske fibre, Mineraloljer Cr ^{VI} , Ni
Sveiser, platearbeider	Sveising, sliping	Mekanisk arbeid (sliping, dreining)	Cr ^{VI} , Ni
Turbintekniker, hydrauliker, maskinist	Vedlikehold	Arbeid på hydrauliske systemer	Mineraloljer
Prosessoperatør	Vedlikehold	Arbeid på hydrauliske systemer Vedlikehold i prosessanlegg	Mineraloljer Asbest, Keramiske fibre

Selv om det ikke er tilgjengeliggjort eksponeringsmålinger for asbest, vet en at flere av stillingskategoriene som hører til vedlikehold sannsynlig har vært eksponert for asbest i sitt arbeid [2]. På installasjoner som ble bygd før 1985 ble det bruk asbest som brannbeskyttende isolering [20]. Isolatører har derfor blitt eksponert for asbest både under påføring av, og fjerning av isolasjon. I tillegg har sannsynlig rørleggere, mekanikere og prosessoperatører som bedrev vedlikehold på systemer isolert med asbest blitt eksponert i noe lavere grad [2].

4.3.1.1 Arbeidsoppgaver knyttet til eksponeringsmålinger

Opgaver som er beskrevet, er direkte knyttet til eksponeringsmålinger som er hentet inn i forbindelse med UiB sitt prosjekt [6]. Stami har en egen rapport som beskriver arbeidsoppgaver og eksponeringer som kan forekomme i forbindelse med vedlikeholdsarbeid, og en samlerapport der de har systematisert de yrkeshygieneiske data som er samlet inn og knyttet disse opp mot arbeidsprosesser og kjemisk agens [8, 29].

Sveising er en sammenføyingsmetode der grunnmateriale og/eller tilsatsmaterialet (sveiseelektrode, sveisetråd) smelter. Ved sveising ble det brukt TIG eller rørtrådsveising i over 80 % av tilfeller, resten pinnerveising (elektroder). Det er mest røykutvikling fra pinnerveising, minst fra TIG. TIG-sveising kan derimot gi høye nivåer av gasser, særlig ozon, nitrogendioksid og CO som lett kan bli neglisjert ettersom synlig røykutvikling er lav. Dette kan også være tilfelle for andre former for dekk-gass sveising. Sveiserøyk inneholder i grove trekk metalloksider og gasser. Hvilke forbindelser som dannes og mengden av disse er avhengig av hva det sveises på og elektrodene som brukes. Pulveret som er inni rørtråden som brukes til rørtrådsveising, fester seg til godset under sveisingen. Dette belegget må bankes av eller fjernes vha. vinkelsliper.

Sprøytemaling er en av arbeidsoppgavene til en overflatebehandler. Under sprøytemaling dannes aerosoler og løsemiddeldamp som kan inhaleres. I tillegg ble kost og rull brukt til påføring av maling. Det antas at sprøytemaling gir høy eksponering for malingsaerosoler og løsemiddeldamp. Arbeidet foregår både innendørs i tanker/trange rom og i mer åpne rom samt utendørs. Før sprøytemalingen må malingen blandes og overflaten avfettes. Type malingsystem har variert gjennom tidene. På 70-tallet dominerte vinyl-, sink- og alkydsystemer. Epoksy overtok på 80-tallet. Polyuretansystemer har blitt brukt i perioden 1980-2002. Kromater som pigment ble faset ut i perioden 1988-95.

Asbest har vært brukt i passiv brannbeskyttelse frem til desember 1984. Diklormetan har blitt brukt til å jevne ut sementbasert brannbeskyttelse i perioden fra ca. 1980 frem til 1993 [1].

varmt arbeid (brenning, sliping og platearbeid) brukes til bearbeiding/overflatebehandling. Med sliping menes å fjerne materiale med et roterende slipeverktøy. Formålet kan være å bearbeide eller planere en overflate, lage fuge for sveising eller å fjerne feil i et metallisk materiale. Skjærebrenning ble brukt til å fjerne maling fra rør før de skulle sveises. Under dette arbeidet ble det dannet mange hundre forskjellige forbindelser, avhengig av grunnmaterialet (stålet), type maling og hvilke temperaturer som ble benyttet.

Isoleringsjobber består av å montere og/eller avmontere ulike isolasjonsmaterialer. Isolasjon som har stått i mange år, særlig isolasjon brukt på varme rør og overflater, vil støve mye ved demontering. Det er blitt benyttet ulike typer isolasjon som asbest og MMMF (man-made mineral fiberes) som keramiske fibre, mineralull og glassull. Størrelsen på fibre avgjør i hvilken grad de virker irriterende på hud og slimhinner, eller blir innåndet. Grove og tykke fibre vil ikke bli avsatt nedover i luftveiene og er lokalt irriterende, mens lange fibre med lav diameter kan være kreftfremkallende på samme måte som asbest. I dag brukes verken asbest eller keramiske fibre offshore, men isolatørene, og andre grupper, kan eksponeres for dette i forbindelse med avisolering eller rivning av gamle installasjoner.

4.3.2 Eksponeringsmålinger

Alle eksponeringsmålingene er fordelt på de 3 underkategoriene av vedlikehold: varmt arbeid, overflatebehandling og generelt vedlikehold. Der prøvetakingstid ikke er oppgitt i tabell eller tekst er dette heller ikke oppgitt i datagrunnlaget.

4.3.2.1 Eksposering ved varmt arbeid

Fra perioden frem til 2006 er det kun data fra 45 personlige støvmålinger offshore [6]. 26 av prøvene er tatt ved ulike sveiseaktiviteter og 21 av disse er tatt i verksted. Ved sveising genereres ultrafине partikler og gasser sammensatt av et komplekst spekter av metaller, metalloksider og andre kjemiske forbindelser som fordampes enten fra grunnmaterialet, sveiseelektroden eller flussmiddelet. I de mottatte rapportene er bare en liten del av de forbindelsene som dannes under oppvarming av stål og maling målt. De resterende støvmålingene var få og fordelt på flere ulike arbeidsoppgaver og vil derfor ikke bli omtalt videre. Måleresultatene er oppsummert i tabell 4.24

Tabell 4.24 Personlig eksponering for totalstøv og metall i forbindelse med sveising frem til 2006

Agens	Tidsperiode	Antall	Median (mg/m ³)	Min – maks (mg/m ³)	Grenseverdi* (mg/m ³)
Totalstøv (sveiserøyk)	Før 1989	4	2,9	0,62 - 12,3	3
	1990-1999	6	9,0	0,005 - 28	
	2000-2006	16	0,8	0,12 - 8,1	
Jern	Før 1989-2006	25	0,19	0,01 - 93	1,8
Krom		19	0,0005	0,0005 - 1,0	0,3
Krom ⁶⁺		2	0,002	0,0015 - 0,003	0,0006
Nikkel		25	0,0009	0,0005 - 1,66	0,03
Bly		16	0,0005	0,0005 - 0,019	0,03

* Alle grenseverdiene er relatert til 12 timers skift

To av prøvene fra 1990-tallet skiller seg ut og viser ekstremt høye verdier av totalstøv og høye verdier av krom og nikkel. Disse målingene er fra et verksted uten påskrudd ventilasjon. Da måleresultatene ble gjort kjent ble det innført tiltak om kontinuerlig ventilasjon i verkstedet.

I materialet fra Stami er det tilgjengeliggjort 39 personlige målinger på totalstøv [7]. Oversikt over målinger relatert til ulike arbeidsoppgaver er beskrevet i tabell 4.25. I forbindelse med sveising er det for noen prøver også analysert for metaller i sveiserøyk, tabell 4.26. Under prøvetakingen ble det benyttet tre sveisemetoder: pinnerveis på rustfritt stål, TIG og rørtrådsveising på svartstål.

Sliping benyttes for å bearbeide overflaten på et materiale eller fjerne overflatebelegg. Slipeprosessen medfører støvutvikling og det kan også dannes gasser og aerosoler fra overflatebelegg og slipeskive.

Tabell 4.25 Personlig eksponering for totalstøv, mellom 2007-2009, ved utførelse av ulike arbeidsoppgaver

Arbeidsoppgave	Antall	Median prøvetakingstid (min)	Median (mg/m ³)	Min – maks (mg/m ³)	Grenseverdi* (mg/m ³)
Sveising	20	206	1,8	<lod - 50	6
Vannjetting	5	10	<lod	<lod - 5,5	
Sliping	2	136	1	0,9 - 1,1	
Rensing filter	2	258	4,8	4,8 - 4,8	
Meisling	1	127	3,3	3,3	
Nålebanking	1	57	30	30	
Sprøytemaling	1	28	2,9	2,9	

* Grenseverdi er relatert til 12 timers skift

Tabell 4.26 Oversikt over konsentrasjoner av metaller i målinger av sveiserøyk mellom 2007-2009

Metall	Antall	Median (mg/m ³)	Min – maks (mg/m ³)	Grenseverdi* (mg/m ³)
Aluminium	8	0,06	0,004 - 0,14	3
Mangan	6	0,04	0,002 - 0,5	0,03**
Bly	6	<0,003		0,03
Kadmium	6	<0,004		0,012
Krom	6	0,006	0,0005 - 0,1	0,3
Nikkel	6	0,005	<0,0006 - 0,07	0,03
Sink	6	0,011	<0,0004 - 9,5	3
Jern	6	0,49	0,03 - 3,6	1,8
Krom ⁶⁺	1	0,33		0,0006

* Alle grenseverdiene er relatert til 12 timers skift

** Respirabel fraksjon

4.3.2.2 Eksposering ved overflatebehandling

Innenfor denne kategorien finner en målinger for polyuretanbaserte og epoksybaserte malinger. Det er svært få målinger fra offshore, så vi vil også omtale målinger foretatt onshore da en antar at eksposeringen var representativ også for offshore.

Offshore ble først og fremst HDI- (1,6-heksametylendiisocyanat) og MDI- (4,4'-difenylnmetandiisocyanat) systemer brukt. En overflateoperatør opplyser at det antagelig også var bruk av TDI- (2,4- og 2,6-toluendiisocyanat) holdige systemer før 80-90-tallet. Laboratorieansvarlig for polyuretanprodukter hos Jotun opplyser at de ikke har levert TDI-holdig maling til offshorevirksomhet i perioden 1980-2005 [1]

Det er stort sett (HDI) som er funnet i prøvene og det er for denne komponenten det er tatt flest prøver. Offshore er det tatt 31 målinger av HDI med en medianverdi på 6,0 µg/m³ (0,050 – 340 µg/m³). Onshore er det tatt 24 målinger av HDI med en medianverdi på 0,9 µg/m³ (0,001-201µg/m³). Nivåene var høyest ved sprøytemaling og varmt arbeid (skjærebrenning, sliping og platearbeid) [30]. Målinger onshore, under sprøytemaling av HDI-basert maling på skipsside i tørrdokk, viste HDI-konsentrasjoner opp til 1/3 av grenseverdi. Under sprøytemaling i maskinrom ble det målt HDI-konsentrasjoner 5-6 ganger grenseverdi. Ved blanding av maling og andre oppgaver ute i friskluft ble det knapt påvist HDI-eksponering. Det konkluderes med at isocyanateksponering og dermed risiko for isocyanatrelaterte helseeffekter er knyttet til sprøytepåføring [30].

Ved påføring av epoksybasert maling onshore, er det gjort målinger på ulike aminer. Ved rullepåføring kunne en ikke påvise aminer. Ved sprøytepåføring av herder som inneholdt 2,5-10% Dietyltriamin (DETA) og 10-30% Isoforondiamin (IPDA), ble det påvist inntil 0,13 mg/m³ IPDA. Dette tyder på at både ved rull- og sprøytepåføring vil aminkonsentrasjonene være svært lave, men luftveiseksponering for andre reaktive stoffer er lite kartlagt. Det ble også påvist at konsentrasjonen av aminer faller raskt i løpet av de første 10 min etter blanding. Dette vil være en medvirkende forklaring på lave aminkonsentrasjoner under malingspåføring [30].

Til å rulle utenpå sementbasert passiv brannbeskyttelse ble *metylenklorid* brukt frem til 1993. Eksposering for metylenklorid ble målt onshore i forbindelse med brannisoleringsarbeid i 1992. Her

ble metylenklorid rullet på brannisoleringen og operatørene ble utsatt for høye nivåer (150 – 830 ppm). Måling av randsonepersonell viste betydelig lavere nivå (1,9 – 4,8 ppm) [6].

Selv om det er utført mye malearbeid offshore har en ingen målinger fra før 1990. Fra 1990 – 1999 foreligger det 4 personlige prøver og etter 2000 er det 14 personlige prøver av organiske løsemidler ved malingsarbeid tilgjengeliggjort. Onshore var det tatt totalt 14 personlige målinger ved malingsarbeid knyttet til oljeinstallasjoner. Alle målingene som er tilgjengelig offshore og onshore, viser lave verdier av løsemiddel som toluen, xylener, etylbenzen og benzen.

Selv om det ikke foreligger publiserte data er det godt kjent at eksponeringen under sprøytemaling kan ligge fra rundt grenseverdi til rundt 200 ganger grenseverdien for løsemiddeldamp. For maling med kost/rull varierer det fra under/rundt grenseverdi til rundt 30 ganger grenseverdien for løsemiddeldamp. Eksponeringen er blant annet avhengig av malingstypen, værforhold/ventilasjon og påføringssted. Det er under spesielt trange forhold som i mindre tanker og små rom at eksponeringen kan bli ekstremt høy.

4.3.2.3 Eksponering ved generelt vedlikehold

Her inngår eksponering for fiber, kvikksølv, turbinoljer/hydraulikkoljer og samleposten «generelt vedlikehold (skifte av filtre og oljer, fjerning av isolasjon o.l.)».

UiB mottok resultater fra 29 fibermålinger. 14 av prøvene var personlige tatt på respirable fibre. Det er ingen informasjon om type fiber det ble målt på. Gjennomsnittsnivået av de personlige prøvene av respirable fiber i luftprøver var 0.44 fibre/cm³ luft [6] [7] [8]. Nivåene i luftprøver er høyest ved fjerning av gammel isolering i lukkede rom.

Kvikksølv forekommer i naturen i mange kjemiske former. Små mengder kvikksølv forekommer naturlig i råolje og naturgass. I naturgass produsert i Nordsjøen er konsentrasjonen av ulike kvikksølvforbindelser fra 1 ng-100 ng/m³. I naturgass foreligger grunnstoffet hovedsakelig som elementært Hg (Hg⁰). Elementært Hg har mulighet for å felle ut i spesielle områder i prosessen på oljeinstallasjoner til havs. Ved sveising eller skjærebrenning på gammelt produksjonsutstyr vil kvikksølvet i tillegg på grunn av varmen, kunne frigjøres til luft. Opptak av kvikksølv skjer hvis man under dette arbeidet puster inn kvikksølv damp. Potensiell kvikksølv eksponering hos ansatte med tilknytning til oljebransjen har i et historisk perspektiv først og fremst vært knyttet til betjening av kvikksølvholdig prøvetakings- og måleutstyr i forbindelse med bunnhullsprøvetaking frem til ca. 1990, samt etterfølgende analyse av disse prøvene i såkalte PVT-laboratorier onshore. De senere årene har hovedsakelig eksponering for kvikksølv i denne bransjen vært knyttet til potensiell eksponering for kondensert naturlig forekommende kvikksølv fra naturgass og råolje som er blitt oppkonsentrert i lukkede systemer og blitt gjort tilgjengelig gjennom vedlikeholdsarbeid og demolering [31].

I materialet fra UiB er det 49 personlige målinger av kvikksølv (måletid ikke oppgitt), i tillegg til 299 direktevisende målinger. Resultatene av målingene er oppsummert i tabell 4.27.

[7] Grenseverdien for mineralull er 1,0 fiber/cm³ [Arbeidstilsynet, 2022]. Grenseverdien (12-timer) for mineralull er 0,6 fiber/cm³.

[8] Grenseverdien for Ildfaste keramiske fibre er 0,1 fiber/cm³ [Arbeidstilsynet, 2022]. Grenseverdien (12-timer) for Ildfaste keramiske fibre er 0,06 fiber/cm³.

Tabell 4.27 Resultater av personlige og direktevisende målinger av kvikksølv frem til 2007

Type måling	Antall	Område	Arbeidsoperasjon	Gjennomsnittsnivå (mg/m ³)	Grenseverdi (mg/m ³)
Personbårne målinger for kvikksølv	49	-	-	0,008	0,012
Personbårne målinger for kvikksølv	36*	Verksted	Varmt arbeid	0,009	
Direktevisende målinger for kvikksølv	299**		Åpning av ventiler	0,019	
			Entring av tank	0,06	

*inngår i totalen på 49 målinger

** målinger tatt i pustesonen til operatør under stansperiode

Stami har i perioden 1978-2006 registrert 7721 målinger av kvikksølv i urin (U-Hg) fra 1677 ansatte med tilknytning til offshoreindustrien. Prøvene er tatt i forbindelse med kvikksølv-eksponert arbeid på oljeplattformer og i landbaserte laboratorier. De høyeste urinkvikksølvverdiene forekom før 1988 i forbindelse med bunnhullsprøvetaking og laboratorieanalyser av oljeprøver. Det ble funnet enkelte måleverdier over 1000 nmol Hg/l urin. Etter 1986 var eksponeringen avtakende, og etter 1988 er det funnet 3 personer med måleverdi over 200 nmol/l. Alle 3 arbeidet i laboratorier. Etter 1989 er målingene fra plattformarbeidere stort sett knyttet til vedlikeholdsarbeid. Alle disse målingene viser under 200 nmol Hg/l urin. I den aktuelle periode på 80-tallet var «utluftningsgrensen» for kvikksølv i urinen 500 nmol Hg/l urin [31].

4.3.3 Historiske endringer

Sveising på rustfritt stål kan gi høye eksponeringer for Krom⁶⁺. Det antas at det har blitt mer og mer sveising på rustfritt stål utover perioden, men mer restriksjoner i forhold til sveising i prosessområdene på 1990-tallet. På 2000-tallet er det lite sveisearbeid ute på installasjonene. Etter 2000 har endel sveiseaktivitet ute på installasjonene blitt gjennomført i habitat. Sveisehabitat benyttes der det skal foregå varmt arbeid i miljøer hvor det kan være eksplosjonsfare. I materialene er det ingen eksponeringsmålinger offshore som er gjennomført i habitater.

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

Det har vært brukt organiske løsemidler til rengjøring av maskindeler både på stedet og i verkstedet. Sannsynligvis var bruken av løsemidler noe større på 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet enn den har vært etter 1995. Eksempel på løsemidler man har brukt: Electraclean (inkl. klorerte hydrokarboner), aceton, white spirit og diesel. De første årene (før 1989) brukte de trikloretylen. Siden gikk de over til lynol (toluen) og de siste 10 årene av perioden har det vært brukt andre produkter.

Maling ble på 70- og 80-tallet hovedsakelig fjernet ved hjelp av sandblåsing. Sanden kunne inneholde krystallinsk silika. Fra 1970-79 var innholdet av krystallinsk silika i blåsesanden 2-5 %. Fra 1979 ble det innført grense på 1%. Under sandblåsing av gamle installasjoner kan arbeidstakerne blant annet også ha blitt eksponert for bly fra blyholdig maling [6].

Når det gjelder overflatebehandlerne som bruker epoksybaserte produkter meldte Oljedirektoratet på slutten av åttitallet at de ikke var tilfreds med denne gruppens opplæring og kunnskap om kjemikalienes farepotensial, samt hvilket verneutstyr som er påkrevd for å arbeide med epoksyprodukter. Dette bedret seg fra midten av nittitallet da det ble innført krav om CE-merking på verneutstyr, forbedret opplæring, og det kom en godkjenningsordning for sikkerhetsdatablader for å sikre tilstrekkelig og god kvalitet i disse. På samme tid forbys flere ulike malingstyper og en rettet et større fokus mot substitusjon. Det blir også en mer helhetlig tankegang for å bedre design på verneutstyr, verktøy og annet bruksutstyr for å forhindre skader og fremme bruk [5].

4.3.4 Vurdering av måledata

De fleste totalstøvmålingene er tatt ved sveising. Selve datamaterialet er mangelfullt og i utgangspunktet er det vanskelig å si noen om eksponeringsnivået, men en kan anta at det kan ha vært vanskelig å komme under 3 mg/m^3 i perioden før 2000. Disse antagelsene støttes av offshore-relatert industri på land. Hetland et al., analyserte alle støvmålinger som var registrert i EXPO-databasen til STAMI fra 1983 til 2006. De fleste av disse prøvene er fra landbasert industri og gjennomsnittskonsentrasjonen av de personlige prøvene var på $3,8 \text{ mg/m}^3$ ($n=2632$). Hetland konkluderte i sin rapport med at det ikke har vært noen markert nedgang i konsentrasjonen av total støvmengde i prøver tatt ved varmt arbeid i perioden 1983 til 2006.

Det har vært høy aktivitet av overflatebehandling offshore, men eksponeringsnivået er dårlig dokumentert i publisert materiale. For isocyanatmålingene er datamaterialet mangelfullt og det vanskelig å si noe sikkert om eksponeringsnivået. De få målingene en har viser at mediannivået for HDI har vært høyere etter år 2000 enn før.

Det har vært målt på mange ulike komponenter i malingen; benzen, toluen, MEK, n-butylacetat, xylener, C5-C8, C9-C13 og Total VOC. Det blir svært vanskelig å vurdere eksponeringen av løsemidler i forbindelse med overflatebehandlingen da mengden publiserte data er såpass begrenset. Vi er likevel kjent med at særlig sprøytemaling under trange forhold, enten det er offshore eller på land, kan gi løsemiddeleksponering langt over grenseverdier. Grenseverdiene for løsemidler kan også klart overskrides ved maling med kost og rulle under trange forhold.

For generelt vedlikeholdsarbeid er det få prøver og flere har mangelfull informasjon noe som gjør det vanskelig å vurdere eksponeringen.

Konklusjon

- Det er lite datamateriale tilgjengelig ved de ulike arbeidsoppgavene; sveising, maling og lignende. Vi har derfor ikke vært i stand til å undersøke tidstrender i eksponering innen vedlikeholdsarbeid
- Det har generelt vært mer fokus på å få et mål for langtidseksponering over et skift enn på eksponering i løpet av en arbeidsoppgave/scenario.
- Noen få målinger viser høye nivåer av totalstøv, krom og nikkel, men vi kan ikke konkludere fordi antall prøver er lite.
- Et betydelig antall målepunkter mangler essensiell kontekstuell informasjon som prøvetakingstid, type måling, arbeidsprosess, tidsbruk per arbeidsprosess

5. GENERELLE VURDERINGER AV BEGRENŚNINGER I DATA

I den ideelle verden ville det vert foretatt omfattende, representative eksponeringsmålinger av all aktuell kjemisk eksponering og kombinasjoner av eksponering i forhold til den kunnskap vi har om mulig kjemisk eksponering offshore. I virkeligheten er det generelt foretatt relativt få målinger som gir oss historiske data, selv om dette har bedret seg etter hvert i årenes løp. Det er flere forhold som dessverre sterkt begrenser tilgangen på den fullstendige informasjon vi ideelt kunne ønske oss:

5.1 Mlestrategi og tilgang på data

- Det er veldig begrenset hvor omfattende og dekkende mlestrategien har vert for å kunne gi relevante målinger som viser representativ eksponering for aktuell kjemisk eksponering for de aktuelle stillingskategorier, og med tilstrekkelig kontekstuell informasjon i målerapportene. Selv om dette har bedret seg over årene. Ref. vurderingene av måledata i kap. 4. Eksempelvis har fokuset på målinger av benzen under boring økt den senere tid, mye på grunn av økt kunnskap og strengere grenseverdi ref. 5.3. Vi vil etter hvert få et mye bedre grunnlag for å kunne estimere benzeneksponering for borepersonell som eksempelvis boredekkarbeidere. Ved å forbedre dette grunnlaget, vil også Jobb-eksponerings-matrisene (JEM) ref. kap. 6 kunne oppdateres og forbedres.
- Det er uklart hvor mye av de faktiske målinger som er utført, som er tilgjengelig i publisert form, og dermed kan inkluderes i denne oversikten.
- Den eventuelle cocktaileffekten av kombinasjoner av kjemikalier, og hvordan denne skal dokumenteres er ikke beskrevet. Oljedamp vil eksempelvis kunne inneholde benzen i tillegg til andre flyktige organiske forbindelser med mer. Ved målinger av oljetåke og oljedamp er det i all hovedsak bare analysert samlet på det som regnes som «oljetåke» og «oljedamp», ikke på de enkelte bestanddeler i tåken/dampen. Analyser av enkeltkomponenter i oljene eller komponenter som stammer fra berggrunn/reservoar fremkommer i liten eller ingen grad.
- Det er begrenset tilgang til installasjoner under intensive prosjekter med kort planleggingstid (stanser) hos enkelte selskaper; her vil gjerne aktiviteter foregå som genererer høyere kjemisk eksponering enn ved ordinære aktiviteter. Det har vert lettere å komme seg ut offshore og få gjort målinger ved aktiviteter med lengre planleggingshorisont. Først de siste ca. 10-15 årene er det blitt noe lettere for yrkeshygienikere  få kommet ut og få gjort målinger under stansaktivitet, selv om dette mange steder fortsatt er utfordrende å få til.
- Det har vert begrenset tilgang til nomadene, dvs de som ofte forflytter seg mellom innretninger, og dermed ofte kan være vanskelig å treffe på ved planlagte offshorekartlegginger. Nomadene vil ofte utføre aktiviteter som kan gi relativt høy kjemisk eksponering.
- Det er mulig at svert kortvarige høye eksponeringer (peaker) over gjerne bare noen få sekunder, kan være viktigere for helseutfall enn hva man tidligere har antatt. Dette er mangelfullt kartlagt. Dette kan for eksempel være tilfelle ved kortvarig åpning av lukkede systemer.
- Så har vi problemstillingen om hva målingene evt skal være representative i forhold til. Er det for eksempel over den tiden det bores på 12 ¼ eller 8 ½ seksjoner, som gjerne er de seksjoner som har høyest potensiale for oljetåke/oljedamp-eksponering, er det over den samlede tiden det bores med oljebasert slam, er det over den samlede tiden det foregår boring, eller er det tenkt et gjennomsnitt over en lengre tidsperiode, for eksempel 1 år. Boring på 12 ¼ eller 8 ½ seksjoner med oljebasert slam utgjør en begrenset tid av den samlede tiden en installasjon vil være i boreoperasjon, mesteparten av tiden vil gjerne vannbasert slam være i bruk. Og så vil igjen tiden i

løpet av et år det faktisk foregår boring på en borerigg også være begrenset. Dermed kan man overestimere den faktiske eksponeringen over tid, om man baserer seg på målinger kun over en begrenset, utsatt periode. Dette kan ha betydning når eksponering skal kobles til helseeffekt (dose-effekt, dose-respons).

5.2 Måleteknisk

- Det er begrensninger i måle- og analysemetoder, særlig mht hudeksponering der vi ikke har publiserte måledata å vise til. Som nevnt under 4.1.4 så medfører oljetåke prøvetakingen og analysemetoden en sannsynlig underestimering av aerosolkomponenten på grunn av damptap fra filter.
- Avkortede måleperioder gjør at man ikke får dekket hele skift, dels på grunn av begrensninger i måle/analysemetoder, f.eks. ved oljetåke/oljedamp-målinger over 1-2 timer typisk. Ressurs/tidsbegrensninger kan også bidra til dette.
- Korte måleperioder gjør at man i noen tilfeller kan få verdier som oppgis å være under deteksjonsgrensen. Ved slike kortvarige målinger kan deteksjonsgrensen være såpass høye at man ikke vet om målingene har vært over eller under grenseverdier. Dette fordi dess kortere måletid man har, dess høyere blir deteksjonsgrensen, og dess større sannsynlighet er det for at noen målinger vil ligge under denne. Dermed får man ikke oppgitt noen eksakt verdi ved analysene.

5.3 Grenseverdier/regelverksendringer

- Endringer av grenseverdier kan gi endret fokus og ny kunnskap. Dette er særlig tydelig i eksempelet benzen ved boring, der grenseverdien nylig ble betydelig redusert til femteparten av tidligere grenseverdi. De siste årene har også krom VI og mangan-inhalerbar eksempelvis fått redusert sin norske grenseverdi til femteparten.
- Nye grenseverdier er kommet til, for eksempel for elementært karbon mht dieseleksos
- Klassifiseringsgrenser for kjemikalier og endringer av disse legger restriksjoner på hvor mye data om potensielt helsefarlige kjemikalier det er mulig å få tilgang til. Innhold av små mengder av stoffer i mengder som ikke har vært klassifiseringspliktig, f.eks. tilsetninger til mudmiksing, vil dermed ikke nødvendigvis fremgå av sikkerhetsdatablader. Disse stoffene kan tenkes å gi vesentlige eksponeringer avhengig av håndteringen, f.eks. høy støveksposering (respirabel krystallinsk kvarts).

6. JOBB-EKSPONERINGS- MATRISER (JEM)

Jobb-eksponerings-matriser (JEM) ble i 2005 utarbeidet for et utvalg stoffer som offshore arbeidere er eller har vært eksponert for i norsk offshore industri. JEMene ble utarbeidet basert på åtte eksperter, med yrkeshygienisk kompetanse, sine vurderinger av ulik dokumentasjon. Tre av ekspertene var fra selskaper i offshore-bransjen, to var tilknyttet konsulentbedrifter for bransjen, og tre fra en forskningsinstitusjon som hadde flere prosjekter direkte relatert til bransjen.

Matrisene består av en vurdering av 17 kreftfremkallende agens for 27 jobbkategorier offshore i 4 ulike tidsperioder (1970–1979, 1980–1989, 1990–1999 and 2000–2005). Informasjon om eksponering ble hentet fra eksponeringsrapporter og intervjuer med arbeidstakere, oljeselskap og kontraktører, og leverandører av kjemikalier. I intervjuene ble det spurt om ulike arbeidsprosesser, kjemikaliebruk og eksponeringsvurderinger [20]. JEMene er en oppsummering av bransjen sett under ett. Det er ikke foretatt inndeling på installasjon, installasjonstype (fast eller flytende) eller selskap. Tabellene i kapittel 5.1-5.3 gir en antatt eksponering for ulike kreftfremkallende og helsefarlige stoffer for hver yrkeskategori innen hver tidsperiode. Tabell 6.1 gir en forklaring for grunnlaget for fastsettelsen av tegn. For mer informasjon rundt vurderingene henvises til tidligere publikasjoner [1, 33].

Nedenfor er noen hovedpunkter gjengitt fra rapporten Eksponering for kreftfremkallende faktorer i norsk offshore petroleumsvirksomhet 1970-2005 [1]:

- Prosjektet har resultert i en Jobb-eksponerings-matrise (JEM) til bruk for fremtidige analyser av sammenheng mellom eksponering for kreftfremkallende stoffer og utvikling av kreftsykdom i Offshore-kohorten. Kohorten ble etablert av Kreftregisteret i 1998.
- Med unntak av mineraloljedamp/tåke og benzen, var det lite måledata på kreftfremkallende faktorer offshore.
- For å kompensere for manglende måledata har to strategier blitt tatt i bruk. Den ene har vært å søke i litteratur etter lignende eksponeringssituasjoner, mens den andre har vært å opprette et ekspertpanel til å fylle ut Jobb-eksponerings-matrisen.
- For de fleste faktorene med sannsynlig eksponering er gjennomsnittsnivåene lave sammenlignet med administrativ norm (tilsvarer dagens grenseverdi), det vil si under 1/3 av norm. Få kombinasjoner i matrisen har eksponeringsintensitet som ligger mellom 1/3 og 1/1 av administrativ norm. Ingen hadde høy intensitet (over norm). Dette er intensiteten vurdert over hele skift i tiårsperioder. Det vil for de fleste eksponeringer over tiår forekomme høyere intensitet over kortere perioder som uker, dager, timer og minutter, men tidsvektingen som er gjort i denne rapporten har medført relativt lave gjennomsnittseksponeringer for de fleste agens.
- I JEMen er det lagt mest vekt på å bestemme sannsynlighet for eksponering og på relativ eksponering mellom yrkeskategorier. Sammenligning med administrativ norm er også angitt, men denne er basert på antatt gjennomsnittseksponering over tiår og svært lite måledokumentasjon, og må derfor ikke benyttes i selskapenes dokumentasjon med hensyn til administrativ norm for jobbtitler eller prosesser. En JEM er satt opp for de 14 antatt mest betydningsfulle kreftfremkallende eksponeringsfaktorene offshore samt for tre faktorer med mulig kreftfremkallende effekt.

Tabell 6.1 Forklaringsgrunnlag for fastsettelse av kategori i JEM

Tegn	Forklaring	Grunnlag for fastsettelse
3	Det er sannsynlig at en viss andel av arbeidstakerne var eksponert. Denne/disse yrkeskategorien/e antas å ha høyest relative eksponering for den aktuelle faktor blant yrkeskategoriene som har sannsynlig eksponering.	Basert på konsensusdiskusjon og høy relativ rangering. Median av relativ eksponering bestemt ved opptelling av individuelle ekspertsvar.
2	Det er sannsynlig at en viss andel av arbeidstakerne var eksponert.	Basert på konsensusdiskusjon mellom ekspertene og lavere relativ eksponering enn de som er angitt med tegn 3.
1	Det er mulig at enkelte arbeidstakere var eksponert, men sannsynligheten er lav.	Fire eller flere eksperter hadde svart at det er mulig eller sannsynlig at enkelte arbeidstakere har vært eksponert, det vil si blant de agensene som ikke fikk sum 2 ved konsensus.
*	Eksponering ligger mellom 1/3 og 1/1 av daværende administrativ norm, (For alle ruter med sannsynlighet 1, 2 eller 3 uten asterisk gjelder at eksponeringen over tiåret/tidsintervallet har vært under 1/3 av dagens administrative norm).	Median av semikvantitativ vurdering bestemt etter opptelling av ekspertsvar.
	Tomme ruter = usannsynlig eksponering.	

* Dette er eksponeringen vurdert over hele skift som gjennomsnitt over tiårsperioder. Det vil for de fleste eksponeringer over tiår, forekomme høyere intensitet over kortere perioder som uker, dager, timer og minutter, men tidsvektingen som er gjort i denne rapporten har medført relativt lave gjennomsnittseksponeringer for de fleste agens. Ingen eksponeringer ble vurdert å ligge over daværende administrativ norm.

6.1 Boring og brønn

	Tidsperiode	Asbest	Resp. kryst. silika	Uorg. bly	Benzen	Råolje – hud	Diesel-eksos	Mineralolje – hud	Mineralolje – innånding	Klorerte avfett. - midler ^g	Ioniserende stråling	Formaldehyd
Boredekk-arbeider	1970-79	2	1	2		1	1	2	1	2		
	1980-89	2 ^a	1	2	1	1	1	2 ^f	2 ^f	2		
	1990-99	1	1	2 ^d		1	1	2	2	1		
	2000-05		1	1		1		2	2			
Boreslamsarbeider	1970-79	1	1			1	1	2	1	2		1
	1980-89	1	1			1	1	2 ^f	3* ^f	2		1
	1990-99		1			1	1	2	3*	1		1
	2000-05		1			1		2	3*			
Tårnmann	1970-79	2	3			1	3	2	1	2		
	1980-89	2 ^b	2			1	3	2 ^f	2 ^f	2		
	1990-99	1	2 ^c			1	3 ^e	2	2	1		
	2000-05		1			1		2	2			
Borer	1970-79	1		1		1		1		2	1	
	1980-89	1		1		1		1		2	1	
	1990-99					1				1	1	
	2000-05					1					1	
Brønn-servicearbeider	1970-79	1	2			1	1	1		2		
	1980-89	1	2			1	1	1		2		
	1990-99					1	1	1		1		
	2000-05					1		1				
MWD / Mudoperatør	1970-79					1		1	1	2	2	
	1980-89					1		2 ^f	2 ^f	2	2	
	1990-99					1		2	2	1	2	
	2000-05					1		2	2		2	

a) Sannsynlig brukt i heisspill frem til 1988, mulig brukt frem til 1991.

b) Sannsynlig brukt som tilsetningsmateriale i boreslam frem til 08.04.1980, mulig i bruk frem til 26.10.1983.

c) Det antas lavere eksponering etter innføring av automatisk sekkekutteamlegg. Innført i løpet av 90-tallet, første halvdel for faste installasjoner, for flytere så sent som i år 2000.

d) Blyholdig gjengefett ble faset ut i 1995, men dispensasjon til bruk har blitt gitt i ettertid. Innføring av automatisk rørhåndteringssystem (1985-1995) har gitt betydelig lavere eksponering (varierer fra installasjon til installasjon når innført).

e) Dieseldrevne trucker på sekkerom har blitt brukt i varierende grad fra installasjon til installasjon.

f) Bruk av mineraloljebasert boreslam innført i 1985.

g) "Klorerte avfettingsmidler" vil si eksponering ved bruk av produkter som kan ha inneholdt følgende klorerte hydrokarboner: trikloretylen (TRI), tetrakloretylen (PER) eller 1,1,1-trikloreten (IARC-gruppe 3, ikke omtalt i eget kapittel, men er beskrevet under kapitlene om trikloretylen og tetrakloretylen.)

6.2 Prosess og produksjon

	Tids- periode	Asbest	Krom [VI]	Nikkel	Uorg. bly	Benzen	Råolje – hud	Mineral- olje – hud	Mineralo- lje – innånd.	Klorerte avfett.- midler	Diklor- metan	Ioniser- ende stråling	Form- aldehyd
Prosess- tekniker	1970-79	1	1	1	1	2	3	2	2	2		1	3
	1980-89	1	1	1	1	2	3	2	2	2		1	3
	1990-99	1	1	1	1	2	3	2	2	1		1	3
	2000-05					2	3	2	2			1	3
Kontroll- roms- operatør	1970-79												
	1980-89												
	1990-99												
	2000-05												
Lab. – tekniker	1970-79	1				2	3			1	1		1
	1980-89	1				2	3			1	1		1
	1990-99					2	3			1	1		1
	2000-05					2	3						1

6.3 Vedlikehold

	Tids- periode	Asbest	Resp. kryst. silika	Ref. keram. fibre	Krom [VI]	Nikkel	Sveise- røyk og – gasser	Benzen	Råolje – hud	Mineral- olje – innånding	Klorerte avfett.- midler	Ioniser- ende stråling
Elektriker	1970-79	1	1					2	1	1	2	
	1980-89	1	1	1				2	1	1	2	
	1990-99			1				2	1	1	2	
	2000-05			1				2	1	1		
Instrument- tekniker	1970-79	1						2	1	1	2	
	1980-89	1						2	1	1	2	
	1990-99							2	1	1	2	
	2000-05							2	1	1		
Radio / tele- operatør	1970-79	1										
	1980-89	1										
	1990-99											
	2000-05											
NDT- inspektør	1970-79											3
	1980-89											3
	1990-99											3
	2000-05											3
Rørlegger	1970-79	2	1		1	1		2	1	1	1	
	1980-89	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	
	1990-99	1		1	1	1	1	2	1	1	1	
	2000-05			1	1	1	1	2	1	1		

HISTORISK EKSPONERING

	Tids- periode	Asbest	Krom [VI]	Nikkel	Uorg. bly	Benzen	Råolje – hud	Diesel- eksos	Mineral olje – hud	Mineral olje – innånd.	Klor. Avfett.- midler	Diklor- metan	Sveise røyk og –gasser	Yrkes- eksp. maler
Sveiser	1970-79		3*	3*	1	1	1				1		3	
	1980-89		3*	3*	1	1	1				1		3	
	1990-99		3	3*	1	1	1				1		3	
	2000-05		3	3	1	1	1						3	
Plate- arbeider	1970-79		2	2	1	1	1				1		2	
	1980-89		2	2	1	1	1				1		2	
	1990-99		2	2	1	1	1				1		2	
	2000-05		2	2	1	1	1						2	
Mekaniker	1970-79	2	2	2	1	2	2		2	2	3	2 ^a	2	
	1980-89	2	2	2	1	2	2		2	2	3	2 ^a	2	
	1990-99	1	2	2	1	2	2		2	2	3	2 ^a	2	
	2000-05		2	2	1	2	2		2	2		2 ^a	2	
Maskinist	1970-79	2				1		1	2	2	2			1
	1980-89	2				1		1	2	2	2			1
	1990-99	1				1		1	2	2	2			1
	2000-05					1		1	2	2				1
Turbin- tekniker / Hydrau- liker	1970-79	1				1			3	2	2			
	1980-89	1				1			3	2	2			
	1990-99					1			3	2	2			
	2000-05					1			3	2				

a) Bruk av Molykote spray (knyttet noe usikkerhet til omfang av bruk).

	Tids- periode	As- best	Resp. kryst. silika	Ref. Ke-ram fibre	Krom [VI]	Nikkel	Uorg. bly	Ben-zen	Rå-olje – hud	Die- sel-eksos	Min.-olje – hud	Min.-olje – inn- ånd.	Klor. avf.-midl.	Diklorme- tan	Ion. strå-ling	For- mal-dehyd	Svei- se- røyk og gass	Yrk.- eksp.- maler
Dekks- arbeider	1970-79	1			1	1	1	1	1	1	2	2	2		1	2	1	2
	1980-89	1			1	1	1	1	1	1	2	2	2		1	2	1	2
	1990-99						1	1	1	1	2	2	2		1	2	1	2
	2000-05						1	1	1	1	2	2			1	2	1	2
Industri- rengjører	1970-79		1					3*	3		2	2	2					
	1980-89		1					3*	3		2	2	2					
	1990-99							3*	3		2	2	2					
	2000-05							3*	3		2	2						
Overflate- behandler	1970-79	1	3*		2	2	3*	2	1				1					3
	1980-89	1	3*	1	2	2	3*	2	1				1	3				3
	1990-99		3 ^b	1	2	2	3	1	1				1	3* ^d				3
	2000-05		1	1	1	2	1		1									3
Stillas- bygger	1970-79		1					1	1									1
	1980-89		1					1	1									1
	1990-99		1					1	1									1
	2000-05		1					1	1									1
Isolatør	1970-79	3*	1					2	1									
	1980-89	3* ^a	1	3 ^c				2	1									
	1990-99	1		3				2	1									
	2000-05			3				2	1									

a) Eksposering ved legging og fjerning av asbestholdig isolasjon. Legging av isolasjon ble gjort frem til forbud 14.12.1984.

b) Sandblåsing brukt som teknikk frem til 1995 – etter den tid antatt lite i bruk.

c) RCF erstattet asbest som isolasjonsmateriale i høytemperatursoner. Det antas derfor å ha vært i aktiv bruk fra 1985.

d) Diklormetan i bruk frem til ca. 1994.

Rapporten «Supplementary information to the Job Exposure Matrix for benzene, asbestos and oil mist/oil vapour among Norwegian offshore workers» hadde som mål å komme med supplerende informasjon for tre av komponentene: benzen, oljetåke og oljedamp, og asbest [2]. Basert på tilgjengelig måledokumentasjon ble to ulike strategier valgt for utarbeiding av de ulike eksponeringsmatrisene: en semikvantitativ tilnærming for benzen og asbest og en kvantitativ strategi for oljetåke/damp. Tilgang på måledata og kontekstuell informasjon over hele perioden var klart høyest for oljetåke/damp.

Noen hovedpunkter fra rapporten er:

Den semikvantitative vurderingen av jobbkategorier når det gjelder eksponeringsbyrde for benzen og asbest ble kategorisert i fire grupper (lav til høy) i henholdsvis fire og tre tidsperioder. I estimatene ble ingen variasjon inkorporert i eksponering innen jobbkategorier og på tvers av installasjoner og felt. Generelt gikk eksponeringsbyrden ned med tidsperiode.

- Mekanikere, industrirengjørere (cleanere) og prosess teknikere hadde den høyeste eksponeringsbyrden for benzen i alle tidsperioder.
- Før 1985 hadde tårnmenn, maskinister og isolatører den høyeste graden av eksponeringsbyrde for asbest. På grunn av vedlikeholdsarbeid var det fortsatt en viss asbesteksponering etter 1985. Imidlertid antas ingen asbesteksponering ved installasjoner bygget etter 1985.
- Anslått fullskiftseksponering for oljetåke og oljedamp fra borevæsker var høyest for slamhånderingsoperatører og boredekkarbeidere. For alle jobbkategorier var det nedgang i personlig eksponering for oljetåke/damp med tiden. Høy eksponering for dieseldamp ble målt for slamhånderingsoperatører da diesel ble brukt som baseolje frem til ca. 1985. En hadde imidlertid ingen informasjon om mengden og hvor ofte diesel ble brukt som baseolje.

Eksponeringsbyrdene knyttet til benzen, asbest og oljetåke/ oljedamp er estimert for typiske arbeidstakere innenfor de respektive jobbkategoriene. De estimerte kontrastene i eksponeringen mellom jobbkategorier og tidsperioder kan brukes i fremtidig analyse av sammenhengen mellom eksponering og kreft. Eksponeringen varierer imidlertid med tid, mellom og innenfor jobbkategorier og på tvers av installasjoner og felt. I dette prosjektet er det derfor gjort flere generaliseringer ved estimering av eksponeringsbyrde for typiske arbeidstakere innenfor de respektive jobbkategoriene. Begrensningene til de anvendte modellene bør tas i betraktning ved tolkning av eksponeringsestimatene.

Flere tilgjengeliggjorte målinger og nye målinger gjør at en nå har mer informasjon som kan benyttes til å oppdatere eksponeringsmatrisene.

Eksponeringsmatrisen for benzen og asbest inneholder fargekodene rød, orange, gul og grønn. Disse fargene representerer eksponeringsbyrden ut fra et skåringssystem (intensitet x frekvens x varighet) som er nærmere beskrevet i den opprinnelige rapporten.

For benzen: *rød*: > 1,0, *orange*: >0,5 ≤ 1,0, *gul*: >0 ≤ 0,5 og *grønn*: -, eller veldig lavt.

For asbest: *rød*: > 5,0, *orange*: >1,0 ≤ 5,0, *gul*: >0 ≤ 1,0 og *grønn*: -, eller veldig lavt.

Eksponeringsbyrden er et estimat som ikke må forveksles med konsentrasjon i mg/m³ eller ppm.

Målsettingen med disse estimatene av eksponeringsbyrde var at de skulle kunne benyttes til å studere sammenheng mellom eksponering og kreftforekomst i Kreftregisteret sin offshorekohort.

Oljetåke og oljedamp:

- 1) Estimert eksponering i de ulike områdene ble gjort på grunnlag av personlige prøver, personlige + stasjonære prøver, eller personlige + stasjonære + antagelser. Hvilken metode som ble benyttet var avhengig av antallet prøver tilgjengelig.
- 2) Estimere tid brukt i hvert område for hver stillingskategori
- 3) Estimere fullskift eksponering for hver stillingskategori i hver tidsperiode

Tabell 6.2 Estimert gjennomsnittlig eksponering for ulike stillingskategorier (figur hentet fra [2])

	OIL MIST (mg/m ³)		OIL VAPOUR (mg/m ³)	
	1985-1997	1998-2010	1985-1997	1998-2010
Drill floor worker^a				
fixed&movable installations	0.4	0.2	15	7
fixed installations	0.3	0.2	13	6
movable installations	0.4	0.3	21	9
Drill floor worker^b				
fixed&movable installations	0.5	0.3	20	9
fixed installations	0.4	0.2	17	8
movable installations	0.6	0.3	28	12
Mud handling operator				
fixed&movable installations	0.4	0.2	16	8
fixed installations	0.4	0.2	14	7
movable installations	0.5	0.3	23	11
Derrick				
fixed&movable installations	0.2	0.1	10	4
fixed installations	0.2	0.1	9	3
movable installations	0.3	0.2	13	4
Driller				
	0.06	0.03	3	1
MWD/Mud-operator				
fixed&movable installations	0.1	0.1	8	4
fixed installations	0.1	0.1	7	4
movable installations	0.2	0.1	11	5

a Boredekkarbeider 4 timer i shakerområdet

b Boredekkarbeider 6 timer i shakerområdet

I estimatene er det ikke hensyntatt antall dager med boring som kan være svært varierende. Det er også verdt å merke seg at estimatene bygger på relativt få målinger, spesielt i noen av områdene, fra før år 2000. I tillegg kan man anta ut fra temperatur på slam og boreseksjon at mange av prøvene er «Worst case» som har vært en vanlig målestrategi.

Benzen:

- 1) Identifisering og vurdering av arbeidsoperasjoner vurdert til å ha høyest potensiale for benzeneksponering ble valgt ut på bakgrunn av eksponeringsmålinger (hovedsakelig fra etter år 2000) og deskriptiv informasjon
- 2) Rangering av arbeidsoppgaver mht intensitet for benzeneksponering for 4 tidsperioder (1970-79, 1980-89, 1990-99, og 2000-). For vurdering av arbeidsoppgaver se opprinnelig publikasjon [2]
- 3) Rangering av stillingskategorier mht benzen eksponering (eksponering x frekvens x varighet)

Tabell 6.3 Rangering av stillingskategorier mht benzeneksponering (figur hentet fra[2])

Job category	Exposure burden (intensity x frequency x duration)			
	1970-79	1980-89	1990-99	2000 →
Process technicians ^a	2.4	2.4	2.1	1.8
Mechanics	1.9	1.9	1.6	1.4
Industrial cleaners	1.4	1.4	1.3	1.3
Process technicians ^b	1.4	1.4	1.1	0.9
Laboratory engineers	1.3	1.3	1.0	0.7
Deck crew	0.8	0.8	0.7	0.7
Plumbers and piping engineers	0.6	0.6	0.5	0.4
Non-destructive testing	0.5	0.5	0.4	0.4
Machinists	0.4	0.4	0.4	0.4
Electric instrument technicians	0.3	0.3	0.2	0.2
Scaffold crew	0.2	0.2	0.2	0.2
Sheet metal workers and welders	0.2	0.2	0.2	0.2
Insulators	0.2	0.2	0.1	0.1
Mud engineers and shale shaker operations*	*	*	-	-
Drill floor crew*	*	*	-	-
Surface treatment (painters)*	*	*	-	-
Drillers	-	-	-	-
MWD and mud loggers	-	-	-	-
Derrick employees	-	-	-	-
Well service crew	-	-	-	-
Control room operators	-	-	-	-
Electricians	-	-	-	-
Radio employees	-	-	-	-
Turbine operators	-	-	-	-
Hydraulics technicians	-	-	-	-
Chef and catering	-	-	-	-
Health, office and administration personnel	-	-	-	-

a Prosesstekniker som utførte alle arbeidsoppgaver spesifisert i rapport
 b Prosesstekniker som kun utførte de mest vanlige arbeidsoppgavene i rapporten
 * Stillingskategorier med antatt eksponering for benzen før 1985
 - Estimert til ingen eller lav eksponering (bakgrunns eksponering)

Asbest:

- 1) Identifisering og vurdering av arbeidsoperasjoner vurdert til å ha høyest potensiale for asbesteksponering ble valgt ut på basert på kunnskap om bruk og håndtering av asbest i bransjen samt publisert litteratur.
- 2) Rangering av arbeidsoppgaver mht intensitet for asbesteksponering for 4 tidsperioder (1970-79, 1980-89, 1990-99, og 2000-). For vurdering av arbeidsoppgaver se opprinnelig publikasjon [2]
- 3) Rangering av stillingskategorier mht asbest eksponering (eksponering x frekvens x varighet)
- 4) Kategorisering av stillingskategorier i 4 grupper i forhold til asbesteksponering.

Tabell 6.4 rangering av stillingskategorier med hensyn til asbesteksponering (tabell hentet fra [2])

Job category	Exposure burden (Intensity x frequency x duration)		
	1970-85	1985-99 ^a	2000- ^a
Derrick man	9.8	*	-
Machinists	8.3	3.7	2.9
Insulators	6.0	2.8	1.7
Plumbers and piping engineers	4.3	3.7	2.2
Drill floor crew	4.1	*	-
Driller	2.9	*	-
Mechanics	1.8	*	*
Well service crew	1.4	-	-
Turbine operators	0.9	0.9	0.5
Hydraulics technicians	0.9	0.9	0.5
Deck crew	0.9	0.9	0.5
Electric instrument technicians	0.9	0.9	0.5
Mud engineers and shale shaker operations	0.9	0.9	0.5
Welders	0.9	0.9	0.5
Electricians	0.9	0.9	-
Process technicians	0.9	0.9	-
Scaffold crew	0.9	0.9	-
Sheet metal workers	0.9	0.9	-
Surface treatment (painters)	0.9	0.9	-
Industrial cleaners	0.9	-	-
Non-destructive testing	-	-	-
MWD and mud loggers	-	-	-
Control room operators	-	-	-
Radio employees	-	-	-
Laboratory engineers and technicians	-	-	-
Catering/chef	-	-	-
Health, office and administration personnel	-	-	-

^a Gjelder for installasjoner bygd før 1985

* Antatt lav eksponering, men kan ha vært noen fibre fra bremsebånd på boredekk

- Antatt lav eksponering

7. SELVRAPPORTERT EKSPONERING OFFSHORE 1965- 99

7.1 Hovedpunkter

I forbindelse med Kreftregisterets Offshore-kohortstudie ble det gjennom et selv-administrert spørreskjema til potensielle offshore-arbeidere i 1998 samlet inn selvrapportert informasjon om eksponering for kjemiske faktorer offshore som ble vurdert å være relevant for vurdering av risiko for utvikling av kreft [33]. Totalt ble 27 917 offshorearbeidere, som hadde vært offshore mellom 1965 og 1999, inkludert i kohorten. Svarprosenten for spørreskjemaundersøkelsen var 69 %.

Syv av 17 selvrapporterte eksponeringsfaktorer/grupper ble valgt ut for detaljert karakterisering basert på eksponeringens relevans for kreft og deres potensiale til å forbedre de ekspertbaserte JEMene [34]. Prosentandel som rapporterte eksponering for de respektive eksponeringsgruppene $\frac{1}{4}$ eller mer av arbeidsskiftet, definert som hyppig eksponering, er gjengitt under.

Innen produksjon:

1. Hudkontakt med olje og diesel 33,2%
2. Naturgass 31,6%
3. Kjemikalier som ble brukt til vanninjeksjon 31,0%
4. Eksponering for oljedamp fra shaker og annen slam rengjøring 16,2%
5. Løsemiddeldamp 11,8 %
6. Eksosrøyk (fumes) 9,0%
7. Damp fra kjemikaliemiksing brukt til boring 2,1%

Innen boring:

1. Hudkontakt med olje og diesel 53,9%
2. Eksponering for oljedamp fra shaker og annen slam rengjøring 49,7%
3. Damp fra kjemikaliemiksing brukt til boring 34,7%
4. Løsemiddeldamp 20,4 %
5. Eksosrøyk(fumes) 19,2%
6. Naturgass 9,1%
7. Kjemikalier som ble brukt til vanninjeksjon 8,1%

Innen vedlikehold:

1. Hudkontakt med olje og diesel 30,6%
2. Løsemiddeldamp 29,7 %
3. Eksponering for oljedamp fra shaker og annen slam rengjøring 14,8%
4. Eksosrøyk (fumes) 12,9%
5. Naturgass 6,0%
6. Kjemikalier som ble brukt til vanninjeksjon 4,9%

7. Damp fra kjemikaliemiksing brukt til boring 5,4%

Stenehjem et al. oppsummerte følgende:

- For alle eksponeringsgrupper var sannsynligheten for å rapportere hyppig eksponering ($\geq 1/4$ eller mer av arbeidsskiftet) høyere blant de som forlot sin stilling på 1980-tallet, sammenlignet med de som sluttet på 1990-tallet.
- Det var statistisk signifikante avtagende trender etter år for rapportering av hyppig eksponering for alle eksponeringer unntatt hudkontakt med olje og diesel og eksponering for eksosgasser.
- Sammenlignet med arbeidet på stasjonære installasjoner økte sannsynligheten for å rapportere hyppig eksponering ved arbeid på flyttbare installasjoner for alle eksponeringsgrupper unntatt eksponering for naturgass og for kjemikalier som brukes til vanninjeksjon og prosessering, hvor (for de to sistnevnte eksponeringene) sannsynligheter ble redusert.
- Sannsynligheten for å rapportere hyppig eksponering var generelt høyere blant dem som var ansatt i et entreprenørselskap. Entreprenører hadde økt sannsynlighet for å rapportere typiske eksponeringer for boring som oljedamp og miksing av kjemikalier sammenlignet med operatører.
- Sammenlignet med dagtidarbeidere hadde skiftarbeidere høyere sannsynlighet for å rapportere hyppig eksponering for alle de undersøkte eksponeringsgruppene.
- Nattarbeidere hadde økt sannsynlighet for å rapportere hyppig eksponering for oljedamp, eksosgasser, kjemisk damp og løsemiddeldamp.
- Arbeidstakere med kun obligatorisk utdanning som høyeste utdanningsnivå hadde høyere sannsynlighet for å rapportere hyppig eksponering for alle eksponeringsgrupper enn arbeidstakere med en universitets- eller høyskolegrad.
- Den fallende tidstrenden i å rapportere hyppig eksponering, sammenfaller med implementeringen av forbedret teknologi som lukkede væskestrømningslinjer og slampiter og mer effektive ventilasjonssystemer. Mange av funnene basert på egenrapportering var også konsistente med målte forskjeller i eksponering I tillegg har myndighetenes oppmerksomhet vært mer rettet mot helse- og sikkerhetsstandarder på 1990-tallet enn tidligere tiår.
- De observerte nedadgående endringene i sannsynligheten for å rapportere hyppig eksponering for damp fra olje og kjemikalier som brukes til boring, er i samsvar med funnene fra Steinsvåg *et al.* [1] som rapporterte om en nedgang i konsentrasjoner av oljetåke og damp i slamhåndteringsområdene offshore mellom 1979 og 2004. Noe av denne nedgangen skyldtes trolig en gradvis endring på 1980-tallet fra dieselbasert boreslam til lav- og ikke-aromatiske oljer med høyere kokepunkt som produserer mindre damp.

7.2 Begrensninger i relevans av data

Kunnskapsgrunnlaget for eksponering for kjemiske stoffer i pionertiden offshore er mangelfullt. Informasjon om selvrapportert eksponering hentet inn gjennom Kreftregisterets spørreundersøkelse i 1998 [34] vil derfor kunne være et viktig supplement til, og fylle ut det bildet som fremkommer fra eksponeringsmålinger og Jobb-eksponerings-matrisene.

- For de som arbeider/arbeidet både offshore og på land; Når de skal krysse av på spørsmål om arbeidsmiljø offshore, og for eksempel krysser av på "oljedamp fra slamsikter og øvrig slamrensing" ca. $\frac{1}{4}$ av tida, så går det ikke frem om det menes $\frac{1}{4}$ av den tiden de arbeider/arbeidet offshore, eller det menes $\frac{1}{4}$ av arbeidstiden totalt. Dette kan slå mye ut for de som for eksempel bare er 10% av arbeidstiden offshore – det er stor forskjell på $\frac{1}{4}$ (25%) av arbeidstiden utsatt for "oljedamp fra slamsikter og øvrig slamrensing" og $\frac{1}{4} * 10\% = 2,5\%$ av arbeidstiden utsatt for dette. Her er det mulighet for ulik tolkning.
-

- I spørreskjemaet på spørsmål om arbeidsmiljø offshore skal det registreres kun hvor mye av arbeidstiden man har vært utsatt, eller ikke utsatt. Altså en angivelse av eksponering (i form av “utsatt” eller ikke eksponering (ikke “utsatt”) - enten –eller. Det er ikke gjort noe forsøk på å gradere eksponeringen/grad av utsatt med for eksempel “mye” eller “lite utsatt”.
 - Dette medfører at f.eks. to ulike boredekkarbeidere vil rapportere likt på spørreskjema dersom de begge har vært ca. ¼ av arbeidstiden i shakerområdet, og begge oppfatter “utsatt for” som en eller annen form for eksponering, selv om den kan ha blitt oppfattet som ubetydelig i noen tilfeller. Dette på tross av at den ene boredekkarbeideren kan ha jobbet i et gammelt shakerområde med manglende ventilasjon og fått jevnt over høy eksponering, mens den andre har jobbet i et nyere område med relativt god tilrettelegging med innelukkning, ventilasjon, egen shakerbu og antatt betydelig lavere eksponering.
 - Begrepet “utsatt for” tolkes veldig forskjellig av ulike personer. Noen vil gjerne ikke regne opphold i en shakerbu med ventilasjonsløsning som skal motvirke innsig av oljedamp som at man er “utsatt for”, mens andre gjerne kan tenke at “litt oljedamp vil nå alltid komme inn” og dermed angi at man er “utsatt for”.
 - I spørreskjemaet på spørsmål om arbeidsmiljø offshore skal det registreres “hvor mye av arbeidstida” man har vært utsatt, altså en tidsangivelse med gradering i 6 alternativer. Det vil alltid være en usikkerhet knyttet til hvor nøyaktig folk klarer å oppgi en faktisk utsettelse for en arbeidsmiljøfaktor.
 - Det har vært rapportert at operatørene generelt vil overestimere den tiden de har vært daglig vibrasjonseksponert, og ta med tidsrom da verktøyet ikke er på og i kontakt med arbeidsflaten, [35].
 - Ref. Storaas [36] så vil resultater fra spørreskjema være utsatt for feil mht hva som erindres. De som har kraftige symptomer, vil ha en tendens til å huske mer enn de som har færre symptomer.
 - Graden av bevissthet i samfunnet av en tilstand påvirker svarmønsteret. Graden av bevissthet rundt støy har eksempelvis vært relativ stor i Norge over lengre tid. Annerledes har det vært med vibrasjoner, som det ikke engang er spurt om i spørreskjema.
 - Noen arbeidsmiljøfaktorer er langt lettere å registrere subjektivt enn andre. Innenfor støy har man for eksempel hørbar lyd, men også infralyd, som ikke er hørbar men som likevel kan gi plager. Flere kjemikalier kan lett luktes ved lav lukteterskel, andre vil i praksis ikke kunne luktes. Radioaktivitet er ikke noe man vil kunne oppleve som plagsomt, selv om den kan være til stede. Motsatt kan frykten for å ha blitt utsatt for dette gjerne gjøre at noen føler seg “utsatt” dersom man ikke har kunnskap om hvor dette kan være aktuelt.
 - Peak eksponering, altså kortvarige og høye eksponeringstopper, er ikke registrert
 - I spørreskjemaet på spørsmål om arbeidsmiljø offshore er det grove kategorier som er valgt for de ulike hovedgrupper av arbeidsmiljøfaktorer. Dette er forståelig utfra at det er begrenset hvor mye detaljinformasjon man hadde om bransjen da spørreskjemaene ble sendt ut i 1998. Disse grove kategoriene reduserer likevel presisjonen i det materialet man får frem. Hvor skal man for eksempel lete etter mulig benzen-eksponering i de ulike spørsmålene som er stilt; under “naturgass”, “oljedamp fra slamsikter og øvrig slamrensing” eller under “Løsemiddeldamp”?
 - Det spørres ikke spesifikt etter asbesteksponering. Sveiserøyk er spurt om, men ikke om det er sveising på rustfritt stål eller svartstål. Dermed er det heller ikke mulig å si noe om krom- og nikkeleksponering mv.
 - For eksponering for støv ved miksing og fra sandblåsing er det ikke hentet inn informasjon som muliggjør estimering av grad av eksempelvis krystallinsk kvartseksponering.
 - Sveiserøyk som er klassifisert som kreftfremkallende (gr.1) [37] og støv ved miksing som tidligere inneholdt både asbest og krystallinsk silika er blant de 10 eksponeringene som ikke ble valgt ut for detaljert karakterisering basert på “eksponeringens relevans for kreft” og deres potensiale til å forbedre de ekspertvurderte JEMene [34]. Årsaken til at sveiserøyk ikke ble inkludert i analysene kan skyldes at få respondenter har angitt at de er “utsatt”, naturlig nok ettersom andel av personell
-

som utfører sveising er relativt lav. Men selve eksponeringen, graden av hvor mye man er utsatt når man sveiser, kan forventes å være høy.

- Eksempelet med sveiserøyk belyser en annen begrensning ved denne type spørreundersøkelser; dersom det er en lav andel av personell innen en hovedkategori av arbeidsområder som er potensielt utsatt for en eksponering, vil disse gi lite utslag i en slik undersøkelse. Det vil være relativt mange i hovedkategorien, for eksempel produksjon eller boring, som rapporterer "ikke utsatt". Men de få som er utsatt, som faktisk utfører arbeid som gir denne eksponeringen, kan bli sterkt utsatt; som her ikke skiller fra "utsatt". I ekspertvurderingene (JEM) blir på den annen side ikke andelen av personell som er eksponert innen en hovedkategori, for eksempel vedlikehold, tatt hensyn til; her er kun andelen innenfor en spesifisert stillingskategori tatt inn i vurderingen. Dermed vil sveisere score høyt på spesifiserte eksponeringer som krom og nikkel.
- For hver av hovedgruppene av arbeidsmiljøfaktorer er det kun oppgitt selvrapportert eksponering for arbeidsområdene (produksjon, boring, vedlikehold, catering) [34]. I spørreskjema er det imidlertid spurt om stilling innenfor disse arbeidsområdene. Å knytte resultatene også direkte til stillinger, f.eks. boredekkarbeider, vil kunne gjøre det mulig å sammenligne noe mer direkte med resultatene fra JEM, eksempelvis kunne man da sammenligne hvor høyt boredekkarbeidere skårer mht eksponering/utsettelse for oljedamp fra shaker/ «mineralolje innånding» (JEM) i forhold til f.eks. borer innenfor hovedkategorien boring.

7.3 Selvrapporterte data som supplement

Gitt begrensninger som er nevnt i kap. 7.2, så er det likevel viktig å vurdere hvordan de selvrapporterte dataene kan supplere eksponeringsbildet som fremkommer fra eksponeringsmålinger og ekspertvurderinger (JEM).

Som nevnt i rapporten er den selvrapporterte informasjonen hentet inn fra norske offshorearbeidere [34], så muliggjør disse data bruk av noen flere potensielle prediktorer for eksponering, som ikke fanges opp i JEMene. Dette er prediktorer som årstall da man sluttet i stillingen, ledende stilling eller ikke, type selskap (operatør/kontraktør), type installasjon (fast eller flytende), arbeidstidsordning (dagtid, nattarbeid, skiftarbeid), og utdanningsnivå (obligatorisk utdanning, yrkesrettet utdanning, videregående skole, universitet/høyskole). I rapporten nevnes som eksempel at for å forbedre ekspertvurderte anslag for hudeksponering av mineralolje, kunne funnene basert på rapportert hyppighet av hudkontakt med oljer og diesel brukes for å endre den opprinnelige JEM-vurderingen med en faktor på 1,2 for deltakere som jobbet på flyttbare installasjoner sammenlignet med stasjonære installasjoner og med en faktor på 1,6 for arbeidere på skiftarbeid sammenlignet med dagskift. Det kan altså være mulig å fange opp forskjeller i eksponeringsfrekvens i undergrupper av deltakere som har samme jobb - jamfør de nevnte prediktorer.

Når det gjelder en mer direkte sammenligning av rangeringer av eksponeringer opp mot hverandre ved å se på resultatene fra de selvrapporterte data opp mot estimer basert på eksponeringsmålinger og i særdeleshet opp mot de to JEMene, er det svært vanskelig å få dette til.

Som nevnt under 7.2 er det i spørreskjemaet på spørsmål om arbeidsmiljø offshore grove kategorier som er valgt for de ulike hovedgrupper av arbeidsmiljøfaktorer. Man kan ikke finne rapportering av mulig benzen-eksponering i de ulike spørsmålene som er stilt; altså er det ikke mulig å få ut data spesifikt om benzeneksponering fra spørreskjema-undersøkelsen. Det samme gjelder for eksponering for asbest. For oljetåke/oljedamp har man derimot eksponeringen "Oljedamp fra slamsikter og øvrig slamrensing" i spørreskjema. Men i rapporten er data bare oppsummert på hovedkategorier som boring, ikke på stillingskategori-nivå som boredekkarbeider, tårnmann, borer, mudhånderingsoperatør. Om data på stillingskategori ble hentet ut fra spørreskjema, kunne det til en

viss grad vært mulig å sammenligne data opp mot JEM/Supplementary mht rangering av stillingskategorier opp mot oljetåke/oljedamp, med de begrensninger som ligger i vurderinger av eksponering i spørreskjema med angivelse av "utsatt" som vi har tatt opp i 7.2.

APPENDIX

Jobb-eksponerings-matrisene fra 2005 inneholder 27 yrkeskategorier. Disse yrkeskategoriene er laget etter en sammenslåing av jobbtitler med relativ lik eksponering som kom frem i Krefregisteret sine lister over jobbtitler oppgitt i spørreskjema.

Tabell A.1 Oversikt over jobbtitler knyttet til stillingskategori innen boring og brønn hentet fra [1]

Boring og brønnvedlikehold	
Yrkeskategorier	Jobbtitler som kan inngå
Boredekkarbeider	Boredekkarbeider/Roughneck/Boredekksmann Hjelparbeider/Roustabout/Rigger Pumpemann Motormann
Boreslamsarbeider	Shakeroperatør MPA-operatør Smaccoperatør, Slurryoperatør
Tårnmann	Tårnmann/Derrickman, Assisterende Tårnmann/Derrickman
Borer	Borer/Driller, Assisterende Borer/Driller
Brønnservicearbeider	Sementer/Sementeringsoperatør Foringsoperatør/Casingoperator
MWD/Mud-operatør	MWD (Measure while drilling)-logger/-operatør/-ingeniør Mudingeniør Mudlogger, Slamlogger / -operatør

Tabell A.2 Oversikt over jobbtitler knyttet til stillingskategori innen produksjon og prosess hentet fra [1]

Produksjon og prosess	
Yrkeskategori	Jobbtitler som kan inngå (med kommentarer)
Prosesstekniker	Produksjonstekniker/-operatør, Senior produksjonstekniker Prosesstekniker/-operatør Driftsoperatør/-tekniker Senior produksjonstekniker
Kontrollromsoperatør	Kontrollromsoperatør Stabilitetssjef, Ballastoperatør/-ingeniør/-formann Barge engineer/-master
Laboratorietekniker	Laboratorietekniker, laborant, labingeniør

Tabell A.3 Oversikt over jobbtitler knyttet til stillingskategori innen vedlikehold hentet fra [1]

Vedlikehold/ inspeksjon/dekk/konstruksjon	
Yrkeskategori	Jobbtitler som kan inngå (med kommentarer)
Elektriker	Elektriker Elektromontør EI-montør Kuldetekniker
Instrumenttekniker	Instrumenttekniker/-montør/-rørlegger Automatiker/-montør/-tekniker Automasjonsmontør/ -mekaniker Måletekniker
Radio/tele-operatør	Teletekniker, Telecomtekniker, Teleingeniør Radiooperatør
NDT-inspektør	NDT-inspektør, Røntgen
Rørlegger	Rørlegger/industrirørlegger
Sveiser	Sveiser
Platearbeider	Platearbeider
Mekaniker	Mekaniker
Maskinist	Maskinist Motormann Maskinromsoperatør
Turbintekniker/hydrauliker	Turbintekniker, Hydrauliker
Dekksarbeider	Dekksarbeider, Hjelpearbeider dekk Rigger Flaggmann Helivakt Brannvakt/-leder/-tekniker Vaktmester Materialforvalter/-koordinator/-mann Kranfører
Industrirensjører	Cleaner, Industrirensjører
Overflatebehandler	Maler/industrimaler, Overflatebehandler Sprøytemaler Sandblåser
Stillasbygger	Stillasbygger, Stillasarbeider, Stillasmontør
Isolatør	Isolatør, Brannisolatør

REFERANSER

1. Steinsvåg K, B.M., Moen BE. , *Eksponering for kreftfremkallende faktorer i norsk offshore petroleumsvirksomhet 1970-2005. Universitetet i Bergen og UNIFOB, 2005. ISBN 82-91232-52-0 2005.*
2. Bråtveit M, H.B., Kirkeleit J, Abrahamsen EH, *Supplementary information to the Job Exposure Matrix for benzene, asbestos and oil mist/oil vapour among Norwegian offshore workers. Report 1, University of Bergen and Uni Health. ISBN 978-8291232-82-9. 2012.*
3. Midttun, Ø., *50 år med sikkerhet. 2022, Petroleurstilsynet.*
4. Sjonfjell H, R.B., Erikstein H, Haaland IM, Nistov A, Nærheim J, Loen K, Sivesind Mehlum I, Lea Svensson J, *Kjemisk eksponering på norsk sokkel, 2005.*
5. Stene, S., *Kjemisk arbeidsmiljø offshore - En historie om forbedring, in Samfunnssikkerhet. 2009: Universitetet i Stavanger.*
6. Bråtveit M, H.B., Vågnes KS, *Historisk eksponering for kjemikalier i den norske olje- og gassindustrien. Rapport nr. 2, Universitetet i Bergen og UniHelse. ISBN 998-8291232-80-5. 2010.*
7. Bakke B, S.K., *Systematisering av yrkeshygieniske måledata fra olje- og gassindustrien, 2007-2009. STAMI-rapport nr. 9, Årgang 12, 2011. ISSN nr. 1502-0932.*
8. Bakke B, S., KF, Thorud S, Johnsen H, Daae HL, Hersson M, *Eksponering for kjemikalier i norsk olje- og gassindustri - Dagens eksponering. STAMI-rapport nr. 3, Årgang 14. ISSN nr. 1502-0932. 2013.*
9. Steinsvåg, K., M. Bråtveit, and B.E. Moen, *Exposure to oil mist and oil vapour during offshore drilling in norway, 1979-2004. Ann Occup Hyg, 2006. 50(2): p. 109-22.*
10. Verma, D.K., et al., *Benzene and total hydrocarbons exposures in the downstream petroleum industries. Aihaj, 2001. 62(2): p. 176-94.*
11. producers, O.-I.A.o.o.a.g., *Drilling fluids and health risk management. OGS Report number 396, 2009.*
12. CM, H., *Chemical usage in North Sea oil and gas production and exploration operations. Houston: Petrotech Consultants Inc. p. 622.24:665.6:66, 1991.*
13. HSE, *HSE offshore technology report – OTO 1999 089. Drilling fluids composition and use within the UK offshore drilling industry. London: Health and Safety Executive, 2000.*
14. HSE, *HSE offshore technology report – OTO 97 075. Pseudo oil based muds. Drilling safety issues. A review: Health and Safety Executive, 1998.*
15. Solbu KF, B.B., Friisk G, Skaugset NP. , *Dieseleksos i arbeidsatmosfæren i norsk olje- og gassindustri – Dagens eksponeringsbilde. STAMI-rapport, nr. 4, 2012. ISSN nr. 1502-0932*
16. Bråtveit M, H.B., Kirkeleit j, Ridderseth H, Grove KS, *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. Arbeids- og miljømedisin, Institutt for global helse og samfunnsmedisin, Universitetet i Bergen, Rapport nr. 1/2021, ISBN 978-82-692241-1-5 2021.*
17. Esmen, N.A. and M. Corn, *Airborne fiber concentrations during splitting open and boxing bags of asbestos. Toxicol Ind Health, 1998. 14(6): p. 843-56.*
18. Spencer, J.W., M.J. Plisko, and J.L. Balzer, *Asbestos fiber release from the brake pads of overhead industrial cranes. Appl Occup Environ Hyg, 1999. 14(6): p. 397-402.*
19. Kirkhus, N.E., et al., *Occupational exposure to airborne contaminants during offshore oil drilling. Environ Sci Process Impacts, 2015. 17(7): p. 1257-64.*
20. Steinsvåg, K., M. Bråtveit, and B.E. Moen, *Exposure to carcinogens for defined job categories in Norway's offshore petroleum industry, 1970 to 2005. Occup Environ Med, 2007. 64(4): p. 250-8.*
21. Hopf, N.B., et al., *Evaluation of exposure biomarkers in offshore workers exposed to low benzene and toluene concentrations. Int Arch Occup Environ Health, 2012. 85(3): p. 261-71.*
22. Solbu KF, T.S., Molander P, *Organofosfater i arbeidsatmosfæren på norske offshoreinstallasjoner - Dagens eksponering. STAMI-rapport nr. 8, Årgang 12(2022). ISSN nr. 1502-0932.*

-
23. Malvik B, B.O., Svendsen K, Krüger K, *Organofosfater i hydraulikk- og turbinoljer. Del I: Bakgrunn og teori. SINTEF, TR A6233, 2005.*
 24. Svendsen K, K.K., Malvik B, *Organofosfater i hydraulikk- og turbinoljer: Del III: Hudeksponering ved arbeid med turbiner. SINTEF, TR A6246, 2005.*
 25. Vaage A, S.K., Kopp M, Caille C, Haugen E, Svendsen P, Sætre TJ, Fiedler SB, *Resultat av oljeselskaperenes kartlegging av organofosfater i smøreoljer.* 2004: Norsk Petroleumsinstitutt.
 26. Hopf, N.B., et al., *Urinary 1-hydroxypyrene levels in offshore workers.* Int Arch Occup Environ Health, 2010. **83**(1): p. 55-9.
 27. Kirkeleit, J., et al., *Benzene exposure on a crude oil production vessel.* Ann Occup Hyg, 2006. **50**(2): p. 123-9.
 28. Bråtveit, M., et al., *Biological monitoring of benzene exposure for process operators during ordinary activity in the upstream petroleum industry.* Ann Occup Hyg, 2007. **51**(5): p. 487-94.
 29. Solbu KF, B.B., Thorud s, Heresson M, Daae HL, *Arbeidsoperasjoner og kjemisk eksponering ved vedlikehold og modifikasjoner i norsk olje- og gassindustri. Eksponering for kjemikalier i norsk olje- og gassindustri - Dagens eksponering, Vedlegg 1-4, STAMI, 2009.* 2009.
 30. Rømyhr O, B.M., Dalene, M, Karlson, D, Lindahl R Skarping G, Smedbold HT, Leira HL, *Yrkeshygieniske målinger ved påføring av epoksy- og polyuretanbaserte industrimalinger. Arbeidsmedisinsk avdeling, Trondheim, Rapport nr. 02.2002.*
 31. Woldbæk T, G.S., Kjuus H, *Kvikksølvmålinger hos ansatte med tilknytning til oljebransjen. STAMI-Rapport, Årg. 10. Nr. 1 (2009), ISSN, 1502-0932 Dato: 25.03.2009.* 2009.
 32. Steinsvåg, K., et al., *Expert assessment of exposure to carcinogens in Norway's offshore petroleum industry.* J Expo Sci Environ Epidemiol, 2008. **18**(2): p. 175-82.
 33. Stenehjem, J.S., et al., *Cohort Profile: Norwegian Offshore Petroleum Workers (NOPW) Cohort.* Int J Epidemiol, 2021. **50**(2): p. 398-399.
 34. Stenehjem, J.S., et al., *Self-reported Occupational Exposures Relevant for Cancer among 28,000 Offshore Oil Industry Workers Employed between 1965 and 1999.* J Occup Environ Hyg, 2015. **12**(7): p. 458-68.
 35. *Estimering av daglig vibrasjonseksponering.* 2014; Available from: <https://www.norskoljeoggass.no/drift/arbeidsmiljo/stoy/vibrasjoner-fra-handholdt-verktoy/maling-av-hand-arm-vibrasjon/estimering-av-daglig-vibrasjonseksponering/>.
 36. Storaas T, *Bakers' rhinitis, in Department of Clinical Medicine.* 2008, University of Bergen.
 37. IARC, *Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 118, ISBN-13 978-92-832-0185-4.* 2018.
-

