

Jonas Bargård
Aksel Haugen

Sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø

En kvalitativ studie av forhold rundt sanntidsvurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer

Masteroppgave i helse, miljø og sikkerhet
Veileder: Ellen Katrine Jensen & Kristin V Hirsch Svendsen
Juni 2019

Jonas Bargård
Aksel Haugen

Sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø

En kvalitativ studie av forhold rundt sanntidsvurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer

Masteroppgave i helse, miljø og sikkerhet
Veileder: Ellen Katrine Jensen & Kristin V Hirsch Svendsen
Juni 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

Sammendrag

Ifølge Statens arbeidsmiljøinstitutt regnes støy som et av de største problemene i arbeidslivet i Norge i dag, og om lag 60 % av meldte arbeidsrelaterte sykdommer kan tilskrives støyskader. Støyproblematikk utgjør særlig en stor utfordring i petroleumsnæringen. Som følge av fremskritt innen trådløs teknologi og en målsetning om å redusere risikoen forbundet med støy i petroleumsnæringen, har Equinor i løpet av de siste årene utviklet et trådløst sanntidssystem for overvåkning av støy.

Kjemisk forurensning i arbeidsatmosfæren utgjør også en viktig arbeidsmiljøfaktor, og den flyktige organiske forbindelsen benzen har fått spesielt stor oppmerksomhet i næringen de siste årene. Hensikten med denne masteroppgaven er å identifisere drivere, muligheter og begrensninger forbundet med bruk av sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø, herunder til sanntidsvurdering av eksponering for følgende fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer: støy, kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren og vibrasjon.

For å belyse denne problemstillingen ble det gjennomført ni semistrukturerte dybdeintervjuer med HMS-personell og ledere. Det ble ansett som hensiktsmessig å belyse det ovennevnte fenomenet fra ulike ståsteder, og det ble derfor valgt ut informanter fra tre ledende virksomheter i følgende næringer: petroleumsnæringen, bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen. Under intervjuene fikk informantene spørsmål om sine holdninger til bruk av sanntidsdata innen arbeidsmiljø, hvordan data fra slike systemer kan benyttes ved risikostyring av arbeidsmiljø, og hva som eventuelt skal til for at de kan være villige til å innføre slike systemer i sine virksomheter.

Funnene indikerer at virksomhetene som informantene representerer i stor grad ønsker å redusere negative helseeffekter som følge av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer gjennom bedre utnyttelse av metoder og verktøy for risikostyring. Det diskuteres blant annet om sanntidssystemer kan være hensiktsmessige verktøy for styring av arbeidsmiljørisiko, samt hvilken betydning kost/nytte-vurderinger i lys av ALARP-prinsippet kan ha å si for utviklingen av slike systemer. Det trekkes frem at sanntidssystemer som tar utgangspunkt i dagens sensorteknologi ikke nødvendigvis vil gi tilstrekkelig nytteverdi for virksomhetene per i dag, men at slike systemer kan være egnet til sanntidsovervåkning av arbeidsmiljøfaktoren støy. Selv om det er enkelte utfordringer forbundet med sensorers måleegenskaper, tyder resultatene fra intervjuene på at sanntidsdata trolig vil spille en større rolle innen risikostyring av arbeidsmiljø i fremtiden, enn hva som er tilfellet i dag.

Nøkkelord: Arbeidsmiljø, helse, sanntidsdata, vurdering av eksponering, risikostyring, overvåkning, ALARP, arbeidsmiljøfaktorer, støy, vibrasjon, kjemikalier, kvalitativ metode, semistrukturert intervju

Abstract

According to the National Institute of Occupational Health, noise is considered one of the biggest challenges in Norwegian workplaces today, with hearing damage accounting for about 60% of reported work-related illness. Noise is particularly a major challenge in the petroleum industry. Due to advances in wireless technology, and a goal of reducing the risk associated with noise in the petroleum industry, Equinor has developed a wireless real-time noise surveillance system over the last few years.

Chemical air pollution in the workplace also represents an important occupational risk factor, and the volatile organic compound benzene has received considerable attention in the industry in recent years. The objective of this thesis is to identify the driving factors, capabilities, and limitations associated with the use of real-time data in working environment risk management and assess the concept of real-time exposure assessment concerning the following physical and chemical occupational risk factors: noise, chemical air pollution in the workplace and vibration.

To this end, nine semi-structured in-depth interviews of HSE personnel and managers were conducted. It was considered advantageous to investigate the topics from more than one perspective, and hence, informants from three leading businesses were selected from the following industries: the petroleum industry, the building and construction industry and general industry. During the interviews, the informants were asked about their attitude towards the use of real-time data within occupational health, how data from such systems can be utilized in risk management of the working environment, and if there are any requirements that need to be met for such systems to be implemented as a part of the risk management system in their business.

The findings indicate that the businesses represented by the informants largely seek to reduce negative health effects associated with exposure to physical and chemical occupational risk factors through improved utilization of risk management tools and methods. It is discussed whether real-time systems may represent appropriate tools for managing occupational risk. Furthermore, the impact from cost-benefit analyses on the development of such systems considering the ALARP principle is discussed. It is pointed out that real-time systems based on existing technology may not provide sufficient utility for the businesses as per today, but that such systems may be suitable for real-time monitoring of the occupational risk factor noise. Although there are certain challenges related to current sensor performance, the results from the interviews suggest that real-time data is likely to play a greater role within risk management of occupational health in the future, than what is the case today.

Keywords: Working environment, occupational health, real-time data, exposure assessment, surveillance, ALARP, risk management, occupational risk factors, noise, vibration, chemicals, qualitative method, semi-structured interview

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse (IØT) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim, våren 2019. Oppgaven markerer avslutningen på det toårige masterstudiet i Helse, miljø og sikkerhet. Oppgavens tema er bruk av sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø.

Det er flere viktige støttespillere som har bidratt i arbeidet med denne masteroppgaven, noe vi er svært takknemlige for. Først og fremst vil vi rette en stor takk til veilederne våre ved NTNU, førsteamanuensis Ellen Katrine Jensen og professor Kristin V Hirsch Svendsen, for veiledning og oppfølging gjennom semesteret. Vi vil også takke de ni informantene for å ha stilt opp og bidratt med verdifull informasjon under intervjuene. Denne oppgaven hadde ikke blitt den samme uten de viktige bidragene fra dere.

Til slutt vil vi gjerne takke familie, venner og samboerne våre for gode råd og støtte de to siste årene.

Trondheim, 13. juni 2019


Jonas Bargård


Aksel Haugen

Innhold

Figurer	xi
Tabeller	xi
Forkortelser og ordforklaringer	xii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.1.1 WiNoS og sanntidsovervåkning av støy	2
1.1.2 Sanntidsdata til styring av arbeidsmiljørisiko	3
1.1.3 Kategorisering av næringer	3
1.2 Hensikt og problemstilling	4
1.3 Omfang og avgrensninger	5
1.4 Oppgavestruktur	6
2 Teori	7
2.1 Arbeidsmiljø	7
2.1.1 Arbeidsmiljøfaktorer	8
2.1.2 Eksponering	9
2.1.2.1 <i>Vurdering av eksponering</i>	9
2.1.2.2 <i>Målestrategier</i>	11
2.1.2.3 <i>Usikkerhet</i>	11
2.1.3 Risikostyring av arbeidsmiljø.....	12
2.1.3.1 <i>Akseptkriterier og krav</i>	13
2.1.3.2 <i>Tiltakshierarkiet</i>	15
2.1.3.3 <i>Kvantitativ risikomodell</i>	16
2.2 Arbeidsmiljøfaktorer	17
2.2.1 Støy	17
2.2.1.1 <i>Hva er lyd og støy?</i>	17
2.2.1.2 <i>Helseeffekter</i>	19
2.2.1.3 <i>Risikovurdering av støy</i>	20
2.2.1.4 <i>Regelverk</i>	21
2.2.2 Vibrasjon	22
2.2.2.1 <i>Hva er vibrasjon?</i>	22
2.2.2.2 <i>Helseeffekter</i>	22
2.2.2.3 <i>Risikovurdering av vibrasjon</i>	23
2.2.2.4 <i>Regelverk</i>	23
2.2.3 Kjemikalier	24
2.2.3.1 <i>Hva er kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren?</i>	24
2.2.3.2 <i>Helseeffekter</i>	25
2.2.3.3 <i>Risikovurdering av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren</i>	25
2.2.3.4 <i>Regelverk</i>	26
2.3 Sanntidsdata	27
2.3.1 Sanntidsovervåkning av arbeidsmiljø	27
2.3.1.1 <i>WiNoS</i>	27
2.3.1.2 <i>PIMEX</i>	28
2.3.1.3 <i>Andre systemer</i>	28
2.3.2 Sanntidsvurdering av eksponering	29

3	Metode	31
3.1	Litteraturstudie	31
3.2	Forskningsdesign og datainnsamling	32
3.2.1	Intervjuer	33
3.2.1.1	Valg av informanter	33
3.2.1.2	Forberedelser	34
3.2.1.3	Gjennomføring av intervjuer	35
3.2.1.4	Transkribering	36
3.3	Analyse	37
3.4	Etiske aspekter	37
4	Resultat	39
4.1	Tradisjonelle tekniske hjelpemidler og målemetoder ved risikostyring av arbeidsmiljø	39
4.1.1	Erfaringer og holdninger til bruk av tekniske hjelpemidler	40
4.1.2	Bruk av data fra tradisjonelle arbeidsmiljømålinger ved risikostyring	42
4.1.3	Prioritering av arbeidsmiljøfaktorer	45
4.2	Sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø	48
4.2.1	Drivere og motivasjon	48
4.2.2	Muligheter, anvendelighet, begrensninger og utfordringer	53
4.2.2.1	Personvern	55
4.2.2.2	Sensorteknologi	56
4.2.2.3	Information overload	57
4.2.3	Behov for omstilling	58
4.3	Holdninger til innføring av systemer for sanntidsvurdering av eksponering	60
5	Diskusjon	63
5.1	Arbeidsmiljøfaktorer	63
5.1.1	Fysiske arbeidsmiljøfaktorer	64
5.1.2	Kjemiske arbeidsmiljøfaktorer	65
5.1.3	Måling og kvantifisering	66
5.2	Drivere	67
5.2.1	Regelverk	67
5.2.2	Økonomiske hensyn	68
5.3	Utfordringer og begrensninger	70
5.3.1	Kompetansebehov	70
5.3.2	Personvern	71
5.3.3	Information overload	72
5.3.4	Anvendelighet i ulike næringer	73
5.4	Generelt om sanntidsdata og -vurdering ved risikostyring av arbeidsmiljø	74
5.4.1	Hvordan ser fremtiden ut?	76
5.5	Styrker og svakheter ved forskningsmetodene	78
6	Konklusjon	81
6.1	Forslag til videre arbeid	82
	Referanser	xiii
	Vedlegg 1: Informasjonsskriv til informanter	xix
	Vedlegg 2: Systembeskrivelse	xxi
	Vedlegg 3: Intervjuguide	xxiii

Figurer

Figur 1: <i>Oversikt over kartleggingsprosessen</i>	10
Figur 2: <i>Standardisert risikostyringsprosess</i>	12
Figur 3: <i>ALARP-prinsippet</i>	14
Figur 4: <i>Tiltakshierarkiet</i>	15
Figur 5: <i>Lydbølge med trykkvariasjoner omkring atmosfæretrykket</i>	17
Figur 6: <i>Eksempel på støykart fra WiNoS</i>	21
Figur 7: <i>Fordelingen av ulike partikkelfraksjoner i luft</i>	24
Figur 8: <i>Små-N-studien i denne masteroppgaven</i>	32
Figur 9: <i>Holdninger til innføring av systemer for sanntidsvurdering av eksponering</i>	61
Figur 10: <i>Sanntidssystemers påvirkning på stegene i en risikostyringsprosess</i>	75

Tabeller

Tabell 1: <i>Stegene i en vurderingsprosess for eksponering</i>	10
Tabell 2: <i>Utvalgte grenseverdier fra forskrift om tiltaks- og grenseverdier</i>	26
Tabell 3: <i>Oversikt over informantene</i>	34

Forkortelser og ordforklaringer

ALARP	«As low as reasonably practicable», et prinsipp for risikoreduksjon
AMS	Aluminiumindustriens Miljøsekretariat
BHT	Bedriftshelsetjeneste
dB	Desibel
ECHA	Det europeiske kjemikaliebyrået
GPS	Global Positioning System
HAVS	Hånd-arm vibrasjonssyndrom
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
ILO	International Labour Organisation
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NOA	Nasjonal overvåking av arbeidsmiljø og -helse
NO _x	Nitrogenoksider, også kjent som <i>nitrose gasser</i>
NSD	Norsk senter for forskningsdata
Pa	Pascal, måleenhet for (luft)trykk
PAH	Polysykliske aromatiske hydrokarboner
PDCA	«Plan, do, check, act», en styringsmodell for kontinuerlig forbedring i organisasjoner
PIMEX	Picture Mix Exposure, en metode for vurdering av eksponering ved hjelp av direktevisende målinger og videoopptak
Ptil	Petroleumstilsynet
PVU	Personlig verneutstyr
SEG	Likt eksponerte grupper (<i>eng.</i> : similar exposure group)
STAMI	Statens arbeidsmiljøinstitutt
VOC	Flyktige organiske forbindelser (<i>eng.</i> : volatile organic compounds)
WERA	Work Environment Risk Assessment
WHO	Verdens helseorganisasjon
WiNoS	«Wireless Noise Surveillance», et nyutviklet sanntidssystem for overvåking av arbeidsrelatert støy

1 Introduksjon

Det opprinnelige utgangspunktet for denne masteroppgaven er en artikkel av Carlsen et al. (2016) som presenterer utviklingen av WiNoS (en forkortelse for *Wireless Noise Surveillance*), et innovativt trådløst system for overvåkning av arbeidsrelatert støy i energiselskapet Equinor. Oppgaven bygger videre på forarbeid (hovedsakelig teori og resultater) fra *Wireless Noise Surveillance – The applications of real-time surveillance of working environment in occupational risk management*, en prosjektrapport som ble skrevet av forfatterne i forbindelse med emnet TIØ4521 Fordypningsprosjekt ved NTNU, høsten 2018. I løpet av fordypningsprosjektet ble det blant annet gjennomført en casestudie av WiNoS, med den hensikt å diskutere implikasjonene av et slikt system for risikostyring av arbeidsmiljø. Dette temaet videreføres i masteroppgaven, men perspektivet utvides fra spesifikt å gjelde WiNoS, til det generelle konseptet *sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø*. Masteroppgaven er skrevet på en slik måte at den kan leses uavhengig av rapporten fra fordypningsprosjektet, og den krever heller ingen forkunnskaper om arbeidsmiljø, eksponeringsbegrepet eller sanntidsdata og -systemer, da teorikapitlet gir en grundig introduksjon til disse temaene.

Hensikten med dette kapitlet er å gi leseren nødvendig kontekst ved å presentere bakgrunnen for masteroppgaven, samt beskrive oppgavens hensikt og problemstilling. Kapitlet beskriver også masteroppgavens omfang og begrensninger i korte trekk, og gir avslutningsvis en oversikt over oppgavens struktur og kapittelinndeling.

1.1 Bakgrunn

Støy er en global arbeidsmiljøfaktor som er forbundet med betydelige sosiale og fysiologiske følger, og regnes fra flere hold som den største bidragsyteren til arbeidsrelatert sykdom og skade i dag (IOSH, u.å.; Masterson, 2016). IOSH (u.å.) slår fast at blant arbeidsrelaterte helsefarer som kan forebygges, er støyindusert hørselstap den mest utbredte. Støy kan utgjøre en arbeidsmiljørisiko i mange ulike deler av arbeidslivet, blant annet innen bygge- og anleggsvirksomhet, gruvedrift, landbruk, produksjons- og prosessindustri og utvinning av olje og gass (NOA, 2018; IOSH, u.å.). Vanlige kilder til støy på arbeidsplassen kan være produksjonsutstyr, anleggsmaskiner, trykkluftdrevne verktøy og manuelle arbeidsprosesser som metallskjæring og sliping.

Ifølge en rapport fra Lie et al. (2013) ved STAMI (Statens arbeidsmiljøinstitutt) anses støy som et av de største problemene i arbeidslivet i Norge i dag. Rapporten slår fast at støyskader utgjør nærmere 60 % av meldte arbeidsrelaterte sykdommer (Lie et al., 2013). Denne andelen har vært nokså stabil i lang tid, til tross for økt fokus på forebyggende tiltak i arbeidslivet. Støyproblematikk er også en betydelig utfordring i petroleumsnæringen. I 2012, året før WiNoS-prosjektet formelt ble igangsatt, var antallet registrerte tilfeller av arbeidsrelatert sykdom i Statoil (nå Equinor) dominert av hørselsskader (Carlsen et al., 2016). Støy fra produksjons- og prosessutstyr, ventiler og rør, ulike manuelle arbeidsoperasjoner (for eksempel overflatebehandling, sandblåsing og metallskjæring) og helikoptertrafikk på offshoreinstallasjoner bidrar til å øke risikoen for hørselsskader blant arbeidstakere i petroleumsnæringen. En publikasjon fra NOA (2018), Nasjonal overvåking av arbeidsmiljø og -helse ved STAMI, indikerer at *utvinning av råolje/naturgass* er den

2 Kapittel 1

næringskategorien i Norge som har størst andel støyeksponerte arbeidstakere (27 %) ¹. Tilsvarende tall for industri og bygge-/anleggsvirksomhet, to næringer det kan være nærliggende å sammenlikne med, er om lag én av fem arbeidstakere (NOA, 2018). Statistikken fra NOA bygger for øvrig på egenrapportering av eksponering fra norske arbeidstakere, og vil følgelig være forbundet med en viss grad av usikkerhet.

Støy kan gradvis eller umiddelbart forårsake hørselstap og tinnitus, avhengig av lydnivå og eksponeringens varighet (NOA, u.å.b). Selv om støy først og fremst anses som en arbeidsmiljøfaktor på grunn av helsefare, må støy også anses som en viktig faktor innen sikkerhetsarbeid. Støy på arbeidsplassen er blant annet forbundet med økt risiko for ulykker, ettersom støy kan hindre effektiv kommunikasjon mellom arbeidstakere, maskere eller overdøve lyd fra fare- og advarselssignaler, distrahere arbeidstakere, og forårsake arbeidsbetinget stress som kan føre til menneskelige feil (Arbeidstilsynet, u.å.f; Lie et al., 2013; Norsk olje og gass, 2014; Tufto & Jørgensen, 2014). Lie et al. (2013) estimerer at én av ti ulykker kan tilskrives støy, hvor støynivået har vært over 90 dB. En systematisk litteraturstudie av Skogstad et al. (2016) konkluderer med at eksponering for arbeidsrelatert støy er sterkt assosiert med høyt blodtrykk, og indikerer i tillegg en sammenheng mellom arbeidsrelatert støy og økt risiko for andre typer hjerte- og karsykdommer. De viktigste negative helseeffektene ved støyeksponering beskrives nærmere i kapittel 2.2.1.2.

1.1.1 WiNoS og sanntidsovervåking av støy

Omfanget av skadelig støy og hørselsskader ser ut til å være på vei nedover både på norske arbeidsplasser og i den vestlige verden generelt (STAMI, u.å.; Lie et al., 2015). Antall tilfeller av hørselstap som rapporteres til Arbeidstilsynet har imidlertid vært økende blant yrkesaktive i petroleumsnæringen som arbeider offshore de siste årene. I 2010 var antallet rapporterte tilfeller av arbeidsrelatert hørselsskade 25 ganger høyere blant arbeidstakere offshore sammenliknet med arbeidstakere på Fastlands-Norge (Lie et al., 2013). Selv om næringens betydelige fokus på støy som arbeidsmiljøfaktor de siste årene kan være en medvirkende faktor til den langt høyere graden av rapportering (Morken et al., 2005), er det liten tvil om at støy stadig representerer en viktig utfordring for petroleumsnæringen.

Som et ledd i å møte denne utfordringen har Equinor (i samarbeid med Norsonic, SINTEF og Yokogawa Electric Corporation) utviklet WiNoS, et trådløst sanntidssystem for overvåking av støy (Carlsen et al., 2016). Økt fokus på digitalisering og trådløs teknologi de siste årene har vært viktige drivere for utviklingen av dette systemet. Sanntidsdata har hatt utbredt anvendelse innen fagområder som prosessovervåking og sikkerhetsstyring i lang tid, men bruken av sanntidsdata innen arbeidsmiljø har vært svært begrenset. Equinors satsing på WiNoS kan imidlertid være et tegn på at interessen for å ta i bruk sanntidsdata innen risikostyring av arbeidsmiljø er på vei opp. En interessant problemstilling blir derfor om sanntidsdata også kan egne seg til overvåking av andre arbeidsmiljøfaktorer enn støy.

¹ Prosentandel av yrkesaktive som oppgir at de eksponeres for sterk støy en fjerdedel av arbeidsdagen eller mer (data fra LKU 2016, SSB).

1.1.2 Sanntidsdata til styring av arbeidsmiljørisiko

En annen arbeidsmiljøfaktor det kan være nærliggende å se nærmere på i forbindelse med sanntidsdata og styring av arbeidsmiljørisiko, er eksponering for kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren. Ifølge tall fra NOA (u.å.a) rapporterer i underkant av 40 % av arbeidstakere i petroleumsnæringen eksponering for forurensninger i arbeidsatmosfæren i en liten del av arbeidstiden eller mer, mens gjennomsnittet for alle yrkesaktive er 23 %. Innånding av kjemikalier kan utgjøre betydelig helsefare, avhengig av hvilke stoffer det er snakk om og hvor omfattende eksponeringen er. Ifølge Grimsrud et al. (2008) kan innånding av aerosoler eller gasser føre til noen av de mest alvorlige yrkesrelaterte sykdommene, som nerveskader og kreft. Stoffer som kan forekomme i petroleumsnæringen er blant annet polysykliske aromatiske hydrokarboner, epoksy og dieseleksos. Et stoff som har fått særskilt oppmerksomhet de siste årene – blant annet i forbindelse med tilsyn, granskninger og kartlegginger av krefttilfeller blant arbeidstakere – er benzen (Hansen, 2015; Taraldsen, 2017). En talsperson for Petroleumstilsynet (Ptil) uttalte i 2018 at petroleumsnæringen tidligere har vært mer oppmerksomme på farene ved kjemisk eksponering enn hva som er tilfellet i dag, og at tilsynsaktivitetene deres har avdekket at virksomhetene i næringen ikke alltid er like gode til å kartlegge og vurdere kjemisk arbeidsmiljørisiko (Skarsaune, 2018).

En hensiktsmessig videreføring av den nevnte problemstillingen blir derfor om digitalisering og et eventuelt inntog av sanntidsdata innen risikostyring av arbeidsmiljø kan føre til et større fokus på kjemisk forurensning av arbeidsatmosfæren. For å belyse dette temaet på en nyansert måte, er det naturlig å hente empiri fra andre næringer hvor eksponering for støy og kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren også utgjør viktige arbeidsmiljøfaktorer. Særlig bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen peker seg ut (Grimsrud et al., 2008; NOA, 2018; NOA, u.å.a). I tillegg til arbeidsmiljøfaktorene støy og innånding av kjemikalier, vil denne oppgaven til en viss grad også ta for seg vibrasjon, da dette var noe som ble trukket frem av enkelte av informantene.

1.1.3 Kategorisering av næringer

I denne masteroppgaven er det hentet empiri fra personlige dybdeintervjuer med HMS-personell og ledere fra tre næringsgrupper: *petroleumsnæringen*, *bygge- og anleggsnæringen* og *industrinæringen*. Denne taksonomien svarer til klassifikasjonen av næringsgrupper som NOA benytter i sine statistikker og publikasjoner, med ett viktig unntak: Næringsgruppen NOA referer til som *utvinning av råolje/naturgass* blir for enkelthets skyld kategorisert som *petroleumsnæringen* i denne oppgaven. Det er også valgt å kategorisere *raffinering av petroleum* som en del av petroleumsnæringen, selv om NOA regner den som en del av den svært sammensatte næringsgruppen *industri*. Næringsgruppen *industri* omfatter mange ulike typer næringer, mens *petroleum* og *bygge- og anleggsnæringen* kan anses som mer homogene².

De tre virksomhetene informantene i denne oppgaven representerer er ledende innenfor hver sine næringer i Norge. Av hensyn til virksomhetene og informantenes personvern er det valgt å ikke publisere virksomhetenes navn i masteroppgaven. For å gi leseren en viss kontekst kan det imidlertid opplyses om at alle de tre virksomhetene har mer enn 1000 ansatte og en årlig omsetning >5 mrd. norske kroner. Se for øvrig kapittel 3.2.1.1 for mer informasjon om informantene og hvordan de ble valgt ut.

² Informasjon om hvilke næringer som inngår i de ulike næringsgruppene er tilgjengelig på [NOA sine nettsider](#).

1.2 Hensikt og problemstilling

Denne masteroppgaven er en studie av holdninger til bruk av sanntidsdata og -systemer ved risikostyring av arbeidsmiljø, herunder til sanntidsvurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer, blant et utvalg ledere og HMS-personell. Hensikten med oppgaven er å undersøke hvilke drivere, muligheter og begrensninger som er forbundet med bruk av sanntidsdata innen arbeidsmiljø, samt å vurdere den generelle anvendeligheten ved konseptet. Oppgavens problemstilling er definert ved følgende tre forskningsspørsmål:

- 1 *Hvordan kan data fra systemer for sanntidsvurdering av eksponering brukes ved risikostyring av arbeidsmiljø?*
- 2 *Hvilke utfordringer og begrensninger anser HMS-personell og ledere som de viktigste ved systemer for sanntidsvurdering av eksponering?*
- 3 *Hva skal til for at HMS-personell og ledere kan være villige til å innføre slike systemer i sin virksomhet?*

Oppgaven tar utgangspunkt i petroleumsnæringen. For å legge til rette for en mest mulig nyansert og representativ besvarelse på problemstillingen og forskningsspørsmålene, er det imidlertid valgt å hente empiri flere synsvinkler, representert ved de to næringene bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen. Utvalget av informanter består derfor av HMS-personell og ledere fra disse tre næringene. Se kapittel 3.2 for mer informasjon om oppgavens forskningsdesign og valg av informanter.

1.3 Omfang og avgrensninger

Som antydnet innledningsvis i dette kapittelet, var det ikke tilfeldig at fysisk og kjemisk arbeidsmiljø ble valgt som ytre rammer for masteroppgaven. For å begrense omfanget ytterligere, ble det i tillegg valgt å avgrense antall arbeidsmiljøfaktorer til støy, kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren og vibrasjon. Vibrasjon var i utgangspunktet ikke tiltenkt å være en del av oppgaven, men ble med tatt med som følge av at flere av informantene la stor vekt på denne arbeidsmiljøfaktoren under intervjuene.

Den viktigste begrensende faktoren i forbindelse med masteroppgaver er som regel *tid* – så også i dette tilfellet. Under arbeidet med masteroppgaven har det oppstått uforutsette hendelser som har fått betydning for omfanget av oppgaven. Det var i utgangspunktet planlagt å gjennomføre intervjuer med 12 informanter, men på grunn av uforutsette hendelser og tidsbegrensninger som har gjort det vanskelig å utsette intervjuer, ble ni intervjuer gjennomført. Forfatterne ønsker imidlertid å presisere at det empiriske grunnlaget har vært tilstrekkelig til å belyse masteroppgavens problemstilling og forskningsspørsmål.

1.4 Oppgavestruktur

Masteroppgaven er inndelt i seks kapitler. Kapittel 1 presenterer oppgavens hensikt og problemstilling, og relaterer oppgaven til sin dagsaktuelle kontekst.

Kapittel 2 beskriver relevant teori som senere kommer til anvendelse i presentasjonen av oppgavens resultat og i diskusjonskapittelet. Kapittelet presenterer arbeidsmiljøfaktorene støy, kjemikalier og vibrasjoner – og hva som kjennetegner dem. I tillegg presiseres det i kapittelet hva som menes med sanntidsdata og systemer for sanntidsvurdering av eksponering innenfor rammene av denne oppgaven.

Kapittel 3 beskriver forskningsmetodene som er brukt i forbindelse med masteroppgaven, som er litteratursøk og innhenting av empiri gjennom semi-strukturerte dybdeintervjuer med informanter.

Kapittel 4 presenterer de viktigste resultatene fra intervjuene. Disse resultatene utgjør videre det empiriske grunnlaget for kapittel 5, hvor resultatene diskuteres i lys av teori og annen relevant litteratur.

Kapittel 6 presenterer masteroppgavens konklusjon, hvor oppgavens problemstilling besvares gjennom forskningsspørsmålene fra kapittel 1.2. I dette kapittelet gis det også forslag og anbefalinger til videre arbeid.

2 Teori

Dette kapittelet presenterer det teoretiske grunnlaget for masteroppgaven. Innledningsvis gis det en kort introduksjon til sentrale begreper og konsepter som arbeidsmiljø, eksponering og risikostyring. Deretter beskrives de fysiske fenomenene som gir opphav til arbeidsmiljøfaktorene støy, kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren og vibrasjon, samt relevante metoder og strategier for risikovurdering av disse. I tillegg gis det en introduksjon til helseeffekter og relevante krav fra regelverk tilknyttet de ulike arbeidsmiljøfaktorene. Avslutningsvis blir begrepene sanntidsdata og sanntidssystemer for vurdering av eksponering definert.

2.1 Arbeidsmiljø

Ifølge den internasjonale arbeidsorganisasjonen (ILO) er arbeidet med arbeidsmiljø og yrkeshygiene «(...) vitenskapen å forutse, identifisere, vurdere og kontrollere faktorer som kan ha negativ effekt på arbeidstakeres allmenntilstand og helse (...)» (Alli, 2008). Verdens helseorganisasjon, WHO (u.å.) vektlegger forebygging av uønskede hendelser som en av de viktigste metodene for å sikre arbeidstakeres helse innenfor feltet arbeidsmiljø.

Et viktig begrep i forbindelse med arbeidsmiljø er *fare*, som kan defineres på ulike måter avhengig av kontekst. En fare kan defineres som en form for energi som har potensial til å gjøre *skade* mot et sårbart *mål* (Rausand, 2011), en definisjon som ofte brukes innen sikkerhetsstyring. Innen arbeidsmiljø og yrkeshygiene kan imidlertid energibegrepet bli for snevert, og det trengs derfor en bredere definisjon. Dette skyldes at en fare kan utøve skade mot et mål, uten at faren i seg selv nødvendigvis kan defineres som en energikilde. Eksempelvis vil ikke kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren regnes som farer fra et energiperspektiv, til tross for at kjemikalier kan ha et stort skadepotensial ved innånding hos mennesker på grunn av stoffenes iboende egenskaper og virkning i kroppen. ILO definerer derfor farer som substanser, maskiner, arbeidsmetoder eller andre deler av en organisasjon som har et potensiale til å gjøre skade (Alli, 2008); skadepotensialet, uavhengig av kilden, blir tatt i betraktning. I denne oppgaven fokuseres det hovedsakelig på farer som har skadepotensial av fysisk eller kjemisk opprinnelse mot menneskelige mål.

Det overordnede temaet i denne masteroppgaven er *styring av arbeidsmiljørisiko*. Dette temaet tar utgangspunkt i at stoffer eller fysiske fenomener i arbeidsmiljøet (f.eks. støy) kan utgjøre helsefare, at de er forbundet med *risiko*, og at de derfor betegnes som *arbeidsmiljøfaktorer*. Et sentralt premiss for oppgaven er at slike arbeidsmiljøfaktorer kan måles ved hjelp av sensorer og måleinstrumenter (f.eks. en støymåler), og at disse målingene kan brukes til å si noe om omfanget av risikoen og arbeidstakernes *eksponering*. Måling av arbeidsmiljøfaktorer er i så måte et ledd i å kartlegge risiko, som deretter må vurderes opp mot ett eller flere *akseptkriterier* (f.eks. grenseverdien for støy i regelverket). Dette utgjør grunnlaget for risikostyring, med iverksetting av tiltak i henhold til *tiltakshierarkiet* og kontinuerlig oppfølging og forbedring av risikostyringsprosesser i henhold til *styringsløyfen*, eksemplifisert ved *PDCA-syklusen*.

8 Kapittel 2

Risiko er et begrep som ofte benyttes innen arbeidsmiljø og yrkeshygiene. Risiko har ingen universell entydig definisjon, men kan ifølge Rausand (2011) betraktes som svaret på følgende tre spørsmål:

- Hva kan gå galt?
- Hva er sannsynligheten for at det skjer?
- Hva er konsekvensene?

Ptil (u.å.) definerer risiko som konsekvensene av virksomheten med tilhørende usikkerhet, mens Arbeidstilsynet (u.å.a) foreslår en mer styringsrettet tilnærming til risikobegrepet, som har fellestrekk med definisjonen til Rausand (2011):

- Hva kan gå galt?
- Hvor ofte kan det skje?
- Hva er konsekvensene hvis det skjer?
- Hva kan vi gjøre for å forhindre at det skjer eller redusere konsekvensene dersom det skjer?

I en *risikovurderingsprosess* blir risiko ofte uttrykt som produktet av sannsynlighet og konsekvens. I arbeidsmiljøsammenheng er det vanlig å bruke følgende tilpasning risikobegrepet (Smedbold, 2016):

$$\text{Risiko} = \text{helsefare} \times \text{eksponering}$$

Denne definisjonen representerer en forenklet modell som grovt sett passer til de fleste arbeidsmiljøfaktorer, som for eksempel støy, vibrasjon og kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren. Ergonomi og belysning er to av unntakene. Smedbold (2016) slår fast at det i de fleste tilfeller vil være tilnærmet umulig å tallfeste eksakt arbeidsmiljørisiko, da én arbeidsmiljøfaktor kan medføre mange ulike helseeffekter avhengig av eksponering, samtidig som det er store individuelle variasjoner i mottakelighet.

2.1.1 Arbeidsmiljøfaktorer

Med *arbeidsmiljøfaktorer* menes de forskjellige fysiske, kjemiske og biologiske fenomenene som kan forekomme i en arbeidssituasjon, og som kan forårsake skade eller uønskede helseeffekter hos arbeidstakere, og dermed utgjøre en risiko. Arbeidsmiljøfaktorer deles gjerne inn i følgende fire hovedkategorier (NOA, 2018):

- Organisatorisk og psykososialt arbeidsmiljø
- Mekaniske arbeidsmiljøfaktorer (ergonomi)
- Kjemiske og biologiske arbeidsmiljøfaktorer
- Fysisk arbeidsmiljø (støy, vibrasjon, stråling og belysning)

De sentrale arbeidsmiljøfaktorene i denne oppgaven er, som nevnt i kapittel 1.3, de fysiske arbeidsmiljøfaktorene støy og vibrasjon, samt den kjemiske arbeidsmiljøfaktoren forurensninger i arbeidsatmosfæren. Et viktig fellestrekk ved disse arbeidsmiljøfaktorene er deres metrologiske egenskaper³, som gjør dem kvantifiserbare gjennom målinger.

³ Metrologi er læren om måling, måleenheter og målemetoder (Holtebekk, 2018). Med metrologiske egenskaper menes i denne forstand hvorvidt fenomener lar seg kvantifisere gjennom målinger.

2.1.2 Eksponering

Begrepet *eksponering* står sentralt i denne oppgaven, og det er derfor viktig at dette begrepet gis en klar definisjon. Thomassen og Levy (2019) definerer eksponering overordnet som «det å bli utsatt for ytre påvirkning», og i arbeidsmiljø sammenheng som «den mengden av en mulig helseskadelig belastning som en person blir utsatt for». Dette er en forenkling, da definisjonen ikke tar hensyn til tidsaspektet som en frittstående faktor. IPCS, International Programme on Chemical Safety (2004), definerer eksponering som «konsentrasjonen eller mengden av en bestemt agens som når et sårbart mål, i form av en organisme, et system eller en populasjon, med en bestemt frekvens i løpet av en definert periode». Definisjonen bygger på antakelsen om at økende grad av eksponering, som følge av at mengden av en agens eller periodens varighet økes, vil øke sannsynligheten for at en person opplever negative helseeffekter som følge av denne eksponeringen. Dette kan sammenliknes med dose-respons-funksjoner i toksikologi, hvor effekten av en substans plottes mot dosen for å vise forholdet mellom endringen i effekt ved endring i dose (Nordberg & Fowler, 2018).

2.1.2.1 Vurdering av eksponering

En essensiell oppgave innen arbeidsmiljøarbeid og et prinsipielt yrkeshygienisk mål, er å måle tilstedeværelsen av arbeidsmiljøfaktorer for å kartlegge og kvantifisere ulike former for risiko som arbeidstakerne på en arbeidsplass kan utsettes for gjennom risikoanalyser. Kvantifisering av arbeidsmiljøfaktorer og *vurdering av eksponering* er en vesentlig del av slike risikoanalyser av arbeidsmiljøet. Ved vurdering av eksponering for arbeidsmiljøfaktorer er det hensiktsmessig å ta utgangspunkt i en probabilistisk tilnærming (Boleij et al., 1995). Det kan være en betydelig utfordring å nøyaktig kvantifisere eksponering uten stor usikkerhet, og eksponeringsbegrepet kan best betraktes som en ikke-deterministisk vurdering; selv om en arbeidstaker kan ha blitt utsatt for høy grad av støy, kan en ikke fastslå støyskade, men imidlertid anslå at sannsynligheten for støyskade har økt. På samme måte kan en fastslå høy grad av kjemisk forurensning i en arbeidsatmosfære, samtidig som det kan være vanskelig å fastslå hvor mye en arbeidstaker faktisk har innåndet, hvilke stoffer det er snakk om og hvilke virkninger stoffene eventuelt har i kroppen (Boleij et al., 1995).

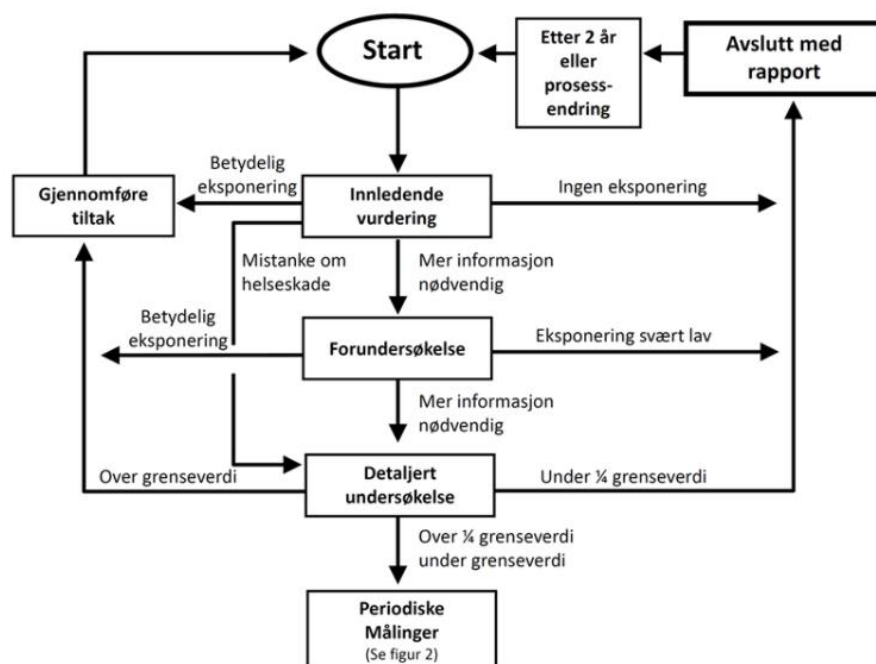
Måling av arbeidsmiljøfaktorer kan med andre ord være en betydelig utfordring, og krever planlegging og vurdering av målestrategier, samt vurdering og utvelgelse av representative dager der ønskelige arbeidsoppgaver og situasjoner inkluderes i målingene. Fremgangsmåten ved ulike målestrategier og -metoder vil avhenge av situasjonen og hvilken arbeidsmiljøfaktor som skal måles (støy, vibrasjon, kjemikalier, etc.). Det finnes ulike fagstandarder som beskriver hvordan eksponering skal vurderes for de forskjellige arbeidsmiljøfaktorene (Smedbold, 2016). ISO 9612:2009, ISO 5349-2:2001 og NS-EN 689:2018 kan benyttes som veiledere for gjennomføring av eksponeringsvurderinger for henholdsvis støy, vibrasjoner og kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren. Disse utforskes hver for seg i delkapitlene 2.2.1, 2.2.2 og 2.2.3.

Strategiene for vurdering av eksponering for de ulike arbeidsmiljøfaktorene har mange fellestrekk, og kan forenklet oppsummeres med den stegvise planen som vist i tabell 1 nedenfor. Denne generelle strategien for gjennomføring av arbeidsmiljømålinger tar utgangspunkt i den nevnte ISO-standarden for støy (ISO, 2009). Det vil imidlertid, som tidligere nevnt, være hensiktsmessig å gjøre tilpasninger av strategien ut ifra hvilken arbeidsmiljøfaktor skal som vurderes.

Steg 1 <i>Arbeids- og oppgaveanalyse</i>	En gjennomgående arbeids- eller oppgaveanalyse må bidra med tilstrekkelig informasjon om arbeidet, og egnet målestrategi skal velges med hensyn til arbeidstakerne.
Steg 2 <i>Seleksjon av målemetoder</i>	Utvelgelse av målemetoder blir gjort på grunnlag av tidligere analyse og oppgave- eller heldagspesifikke målinger blir valgt. Metodene kan benyttes i kombinasjon der det er hensiktsmessig.
Steg 3 <i>Gjennomføring av målinger</i>	Standard måling av parametere skal vise ekvivalent eksponering og toppverdier der det er relevant. Alle målinger skal gjennomføres i henhold til gjeldende strategi og standard for gjeldende arbeidsmiljøfaktor.
Steg 4 <i>Kvantifisering og vurdering av feilkilder og usikkerhet</i>	Feilkilder og usikkerhet som kan påvirke målingene skal kvantifiseres og kalkuleres i henhold til retningslinjer i aktuell standard.
Steg 5 <i>Presentasjon av resultater</i>	Total eksponering skal kalkuleres som spesifisert for aktuell strategi og arbeidsmiljøfaktor, ofte i form av daglige ekvivalenter, og skal presenteres sammen med korresponderende kvantifiserte usikkerhet.

Tabell 1: Stegene i en vurderingsprosess for eksponering. Tilpasset fra ISO (2009)

NS-EN 689 presenterer en spesifikk vurderingsprosess for kjemisk forurensning i arbeidsatmosfæren der kravene til dokumentasjon øker trinnvis i kartleggings- og vurderingsprosessen (Arbeidstilsynet, u.å.c). Denne prosessen baserer seg på trinnvis utvidelse av måleinnsats etterhvert som målingene avdekker mulig helsefarlig eksponering. Arbeidstilsynet (u.å.c) illustrerer trinnene i kartleggingsprosessen som vist i figur 1.



Figur 1: Oversikt over kartleggingsprosessen (Arbeidstilsynet, u.å.c)

2.1.2.2 Målestrategier

De ulike arbeidsmiljøfaktorene har egne spesifikke målestrategier og foretrukne metoder, men det er likevel en del fellestrekk. Eksempelvis bør det ligge en tilstrekkelig arbeids- eller oppgaveanalyse til grunn for alle målinger som gjennomføres, og alle måleresultater skal rapporteres sammen med tilhørende usikkerhet. Det er i praksis sjelden mulig å måle eksponering hos samtlige arbeidstakere i en arbeidssituasjon. I forbindelse med måling av kjemisk forurensning i arbeidsatmosfæren og støy skal det derfor velges ut «likt eksponerte grupper» (SEG), altså grupper av arbeidstakere som antas å utsettes for tilsvarende eksponering (Arbeidstilsynet, u.å.c). Likt eksponerte grupper skal fastsettes på grunnlag av eksponeringsprofiler som igjen baserer seg på detaljerte virksomhets-, arbeids- og oppgaveanalyser (ISO, 2009; NS-EN, 2018). Vibrasjoner, og da spesielt hånd-arm-vibrasjoner, er avgrenset til den individuelle arbeidstaker og målestrategiene for vibrasjoner bærer ikke preg av større grupper med arbeidstakere. Derimot må det tas hensyn til eventuell bruk av ulike typer vibrerende utstyr og hvordan disse skal måles individuelt (ISO, 2001). Det anbefales i stor grad å bruke individuelle dosimetre for arbeidsmiljømålinger av støy og kjemikalier der det lar seg gjøre, men disse kan også substitueres med områdemålinger (ISO, 2009; NS-EN, 2018). Vibrasjoner måles ved å feste akselerometre på den aktuelle vibrasjonskilden som måler dens aktuelle driftssyklus (ISO, 2001). For å fastslå eksponeringen av vibrasjon fra en vibrasjonskilde, er det også nødvendig å vite hvor lenge vibrasjonskilden har vært aktiv.

I arbeidsmiljømålinger må det også tas stilling til hvorvidt målingene fra en gitt arbeidsdag er nominelle, altså hvor representative de er for det «vanlige» risikobildet, for å sikre at de dekker signifikante risikomomenter (ISO, 2009). En svakhet ved å utelukkende gjøre målinger på nominelle dager, er at de ikke vil avdekke risikoforhold som avviker fra normalsituasjon, som vedlikeholdsarbeid eller midlertidige endringer av arbeidsforholdene.

2.1.2.3 Usikkerhet

Ettersom risikoanalyser ofte baserer seg på sannsynlighet og probabilistiske tilnærminger, er det vanligvis forbundet en del usikkerhet med vurdering av risiko. Rausand (2011) trekker frem to typer usikkerhet som det må tas hensyn til ved analyse, vurdering og styring av risiko, nemlig *stokastisk* og *epistemisk usikkerhet*. Stokastisk er usikkerhet som følge av kaotiske egenskaper i både naturlige og konstruerte systemer (Rausand, 2011). Dette kan for eksempel være værforhold, dispersjon av et stoff som oppløses i væske eller spres i luft og utbredelse av lyd i et rom. Stokastisk usikkerhet er ofte et resultat av parametere og variabler en ikke kan forutse. Epistemisk usikkerhet er usikkerhet som oppstår når det ikke er hentet inn tilstrekkelig informasjon om parametere eller variabler, eller ved tilfeller av feil i regnestykker eller modellering (Rausand, 2011). Epistemisk usikkerhet er usikkerhet som ikke bør forekomme, men som ofte er et resultat av menneskelig feil eller tilfeller der en «burde visst bedre».

Epistemisk usikkerhet i arbeidsmiljø sammenheng er usikkerhet knyttet til målestrategier og -metoder og gjennomføringen av disse, og særlig mangelfulle jobb- og arbeidsanalyser (ISO 2001; ISO 2009; ES-EN, 2018). ISO 9612 (2009) trekker frem falske bidrag fra støt og skrap mot dosimetre, manglende eller mangelfull arbeidsanalyse, og variasjoner i daglig arbeid og driftsforhold som kilder til usikkerhet i forbindelse med måling av støy. Stokastiske usikkerhetsmomenter kan skyldes sensorers metrologiske begrensninger, da det ikke finnes ingen enkelt sensor som kan måle alt en arbeidstaker blir utsatt for. Måleinstrumenter har ofte et begrenset måleområde med en spesifisert usikkerhet.

2.1.3 Risikostyring av arbeidsmiljø

Et spørsmål som står sentralt i denne masteroppgaven er hvordan virksomheter skal ta i bruk sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø. Med *risikostyring* menes alle tiltak og aktiviteter som gjøres for å styre risiko (Smedbold, 2016). Rausand (2011) definerer risikostyring som den sammensatte og kontinuerlige prosessen av *risikovurdering* og *kontroll* av risiko. *Risikovurdering* består av *risikoidentifisering*, *risikoanalyse* (kvantifisering) og *risikoevaluering* (prioritering) (ISO, 2018). I arbeidsmiljølovens (2005) § 3-1 (2), som stiller krav til systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter, står det:

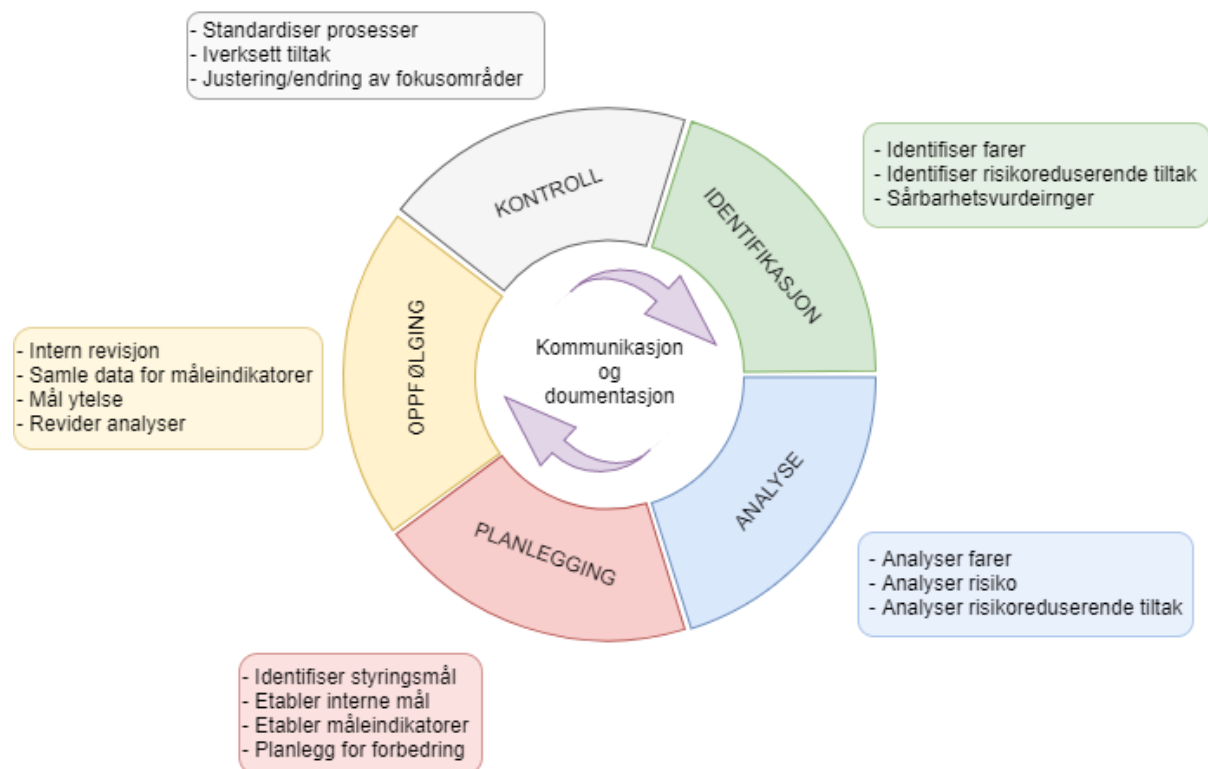


(...) Arbeidsgiver skal kartlegge farer og problemer og på denne bakgrunn vurdere risikoforholdene i virksomheten, utarbeide planer og iverksette tiltak for å redusere risikoen, [og] under planlegging og gjennomføring av endringer i virksomheten, vurdere om arbeidsmiljøet vil være i samsvar med lovens krav, og iverksette de nødvendige tiltak (...)

Utdrag fra arbeidsmiljølovens § 3-1 (2)

I denne oppgaven omhandler begrepet risikovurdering først og fremst kartlegging og vurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer, mens risikoevaluering grovt sett innebærer en sammenlikning av resultater fra kartlegging av eksponering opp mot akseptkriterier i regelverket (se kapittel 2.1.3.1).

Et viktig fundament i generelle styringsprosesser er prinsippet om *kontinuerlig forbedring*, som blant annet ligger til grunn for ISO 31000, som er ISO-standarden for risikostyring. Utgangspunktet for prinsippet om kontinuerlig forbedring er PDCA-syklusen, en systematisk tilnærming til styring av organisasjoner gjennom kontinuerlig overvåking, dokumentasjon og revisjon (Deming, 1986). Rausand (2011) foreslår følgende tilpasning av PDCA-syklusen for risikostyringsprosesser som illustrert i figur 2.



Figur 2: Standardisert risikostyringsprosess. Tilpasset fra Rausand (2011, s. 11)

NIOSH (2015) anbefaler organisasjoner og virksomheter å ta hensyn til følgende aspekter når strategier for risikostyring av arbeidsmiljø skal utarbeides og innføres:

- arbeidsmiljøfaktorens omfang og påvirkning på virksomheten og dens arbeidstakere
- ressursene og innsatsen som kreves for å redusere omfanget av arbeidsmiljøfaktoren
- effektiviteten av planlagte tiltak
- antallet individer som vil dra nytte av disse planlagte tiltakene

2.1.3.1 Akseptkriterier og krav

Akseptkriterier innen risikostyring av arbeidsmiljø utgjøres i første rekke av krav fra lover og forskrifter i norsk regelverk. Kravene kan være uttrykt som *absolutte akseptkriterier*, og eksempler på dette i arbeidsmiljøsammenheng er blant annet grenseverdiene fra forskrift om tiltaks- og grenseverdier. Disse verdiene anses som minimumskrav, eller minimumsstandard, og skal oppfylles, uavhengig av kostnader (Melleby, 2014). Grenseverdier anses altså som skillelinjer mellom hva som er akseptabel og uakseptabel risiko innenfor arbeidsmiljø. Store norske leksikon omtaler grenseverdi som følger (Levy & Tjernshaugen, 2015):

Grenseverdier for arbeidsmiljø er grenser for den tillatte mengden av kjemiske stoffer i arbeidsatmosfæren og av andre faktorer som påvirker arbeidsmiljøet. (...) Slike grenser settes for å forhindre vesentlig helse- og sykdomsrisiko, men ikke nødvendigvis slik at man ikke får noen som helst form for symptomer.

Norsk regelverk er i stor grad risikobasert – særlig innenfor petroleumsvirksomheten (Vinnem, 2015a) – noe som gjenspeiles av følgende formuleringer fra henholdsvis § 4-1 (1) i arbeidsmiljøloven (2005) og § 10 i rammeforskriften (2010):



Arbeidsmiljøet i virksomheten skal være fullt forsvarlig ut fra en enkeltvis og samlet vurdering av faktorer i arbeidsmiljøet som kan innvirke på arbeidstakernes fysiske og psykiske helse og velferd.

Utdrag fra arbeidsmiljølovens § 4-1 (1)



Virksomheten skal være forsvarlig både ut fra en enkeltvis og samlet vurdering av alle faktorer som har betydning for planlegging og gjennomføring av virksomheten når det gjelder helse, miljø og sikkerhet. Det skal også tas hensyn til de enkelte virksomhetenes egenart, stedlige forhold og operasjonelle forutsetninger.

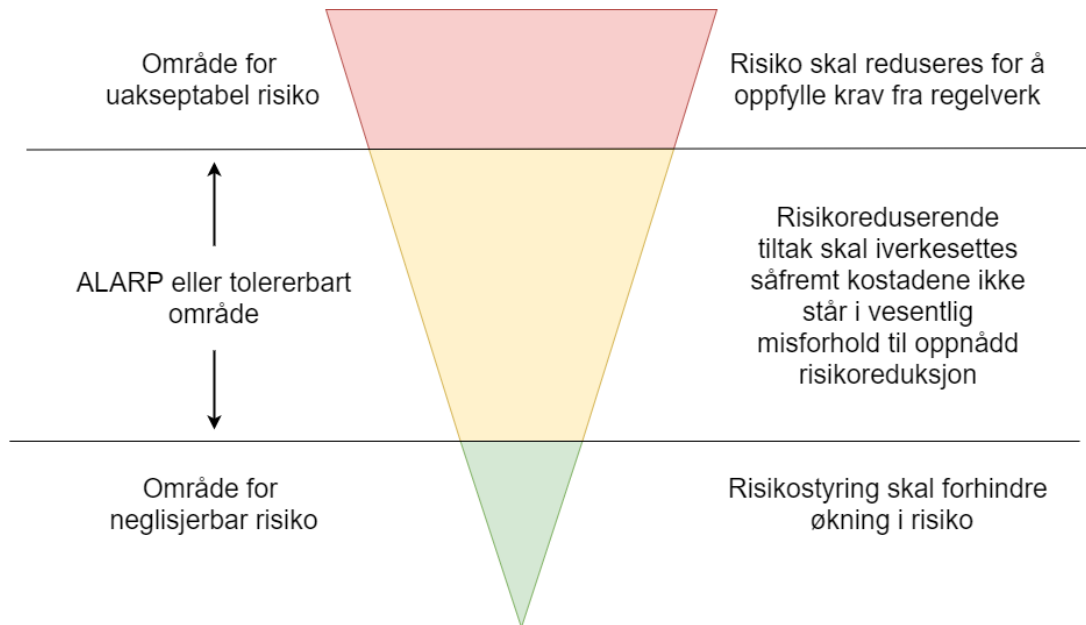
Utdrag fra rammeforskriftens § 10

Rammeforskriften (2010) krever at arbeidsmiljørisiko utover dette nivået skal reduseres ytterligere «så langt det er mulig». Et viktig styringsprinsipp i denne sammenhengen er ALARP, som kommer til anvendelse *etter* at krav fra regelverket er oppfylt (Vinnem, 2015b):

En ALARP-prosess er ikke del av den generelle prosessen for kontinuerlig forbedring av helse, miljø og sikkerhet, eller en generell prosess for å demonstrere oppfyllelse av regelverk, standarder, beste praksis og liknende, men en systematisk og dokumentert prosess for ytterligere forbedring HMS.

ALARP står for «as low as reasonably practicable» og handler om at det skal iverksettes risikoreducerende tiltak så lenge ikke kostnadene ved slike tiltak står i et vesentlig

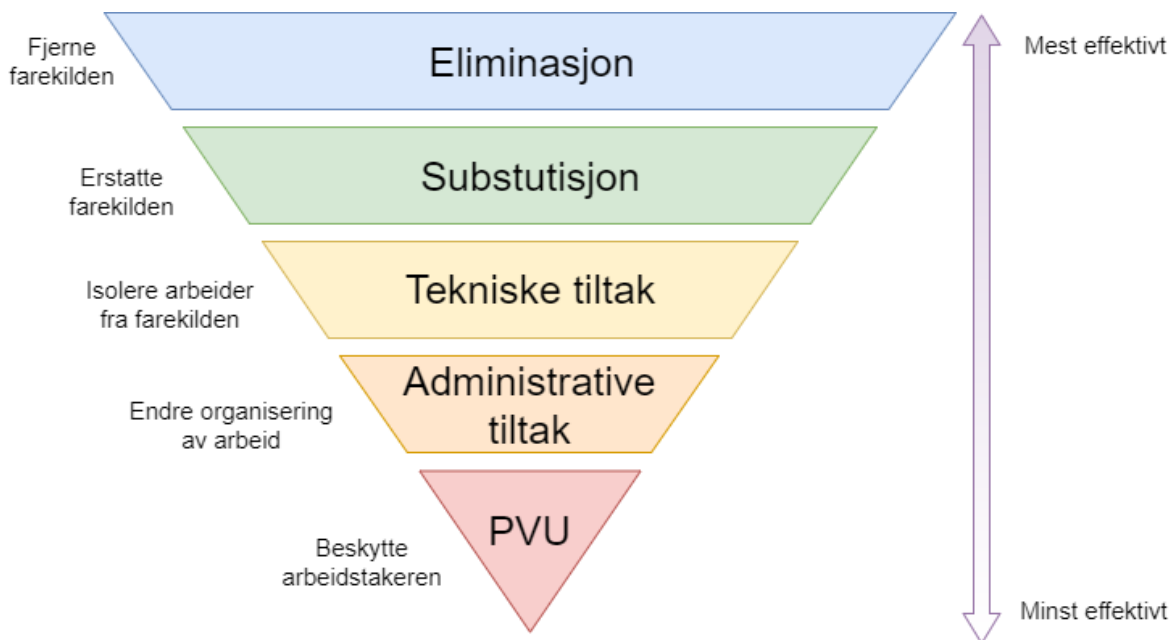
misforhold til den risikoreduksjonen som oppnås. En sentral del av ALARP-prinsippet er derfor såkalte kost/nytte-vurderinger, hvor det må dokumenteres at innføring av identifiserte tiltak vil medføre urimelig kostnad eller ulempe i forhold til nytteverdien (Vinnem, 2015b). Smedbold (2016) slår fast at selv om rammeforskriften gjelder spesifikt for petroleumsvirksomheten, så er kravet til risikoreduksjon «så langt det er mulig» et allment prinsipp som må anses å kunne gjelde for alle virksomheter. ALARP-prinsippet er illustrert i figur 3.



Figur 3: ALARP-prinsippet. Tilpasset fra Rausand (2011, s. 111)

2.1.3.2 Tiltakshierarkiet

Dersom risiko ved arbeidsmiljøet overskrider minimumskravene som gis i regelverket (og eventuelt andre akseptkriterier), er det nødvendig å iverksette *tiltak* for å redusere risikoen til et akseptabelt nivå. Et viktig prinsipp i styring av risiko og kontroll av eksponering innen arbeidsmiljø og yrkeshygiene er å iverksette tiltak i henhold til *tiltakshierarkiet* som illustrert i figur 4.



Figur 4: Tiltakshierarkiet. Tilpasset fra NIOSH (2015)

Hensikten med å bruke et hierarki som tilnærming, er å systematisk gjennomgå de ulike mulighetene for risikoreduksjon før eventuelle beslutninger tas. De ulike tiltakene er rangert etter hva som anses som mest effektivt for å begrense arbeidstakeres eksponering for arbeidsmiljøfaktorer (f.eks. støy). Som illustrert i figur 4, anses eliminasjon av farekilden som den mest effektive metoden for å redusere eksponering, mens bruk av personlig verneutstyr blir vurdert som den minst effektive tilnærmingen (NIOSH, 2015). Et sentralt prinsipp ved risikostyring av arbeidsmiljø, som også gjenspeiles av tiltakshierarkiet, er at kollektive tiltak skal prioriteres før tiltak rettet mot enkeltpersoner, noe også regelverket krever, eksemplifisert ved § 3-8 i forskrift om utførelse av arbeid (2011):

§

(...) skal arbeidsgiver sørge for å fjerne eller redusere risikoen til et fullt forsvarlig nivå ved å iverksette følgende tiltak, i prioritert rekkefølge:

(...) b) iverksette kollektive vernetiltak ved risikokilden (...)

c) iverksette personlige vernetiltak og tildele personlig verneutstyr når eksponering ikke kan unngås på andre måter.

Utdrag fra forskrift om utførelse av arbeid § 3-8

Ved å bruke støy som eksempel, kan tiltakshierarkiet fra figur 4 uttrykkes som følger, hvor de mest effektive tiltakene presenteres først (NIOSH, 2015; Arbeidstilsynet, u.å.f):

- Fjerning (eliminering) av støykilden eller reduksjon av støyemisjon fra kilden (f.eks. substitusjon av støyende prosessutstyr med utstyr som produserer mindre støy)
- Reduksjon av støyutbredelse ved tekniske tiltak (f.eks. bruk av støyskjerming og støyabsorberende materialer i arbeidsmiljøet)
- Innføring av organisatoriske tiltak (f.eks. begrensnig av oppholdstid i støyende omgivelser og arbeidsrotasjon)
- Bruk av personlig verneutstyr (f.eks. hørselsvern)

De to første punktene forbindes gjerne med designfase, da det kan være svært økonomisk ulønnsomt å eliminere farekilder eller iverksette tekniske tiltak i driftsfase. Det vil derfor være hensiktsmessig å vurdere slike tiltak på et så tidlig tidspunkt som mulig. Organisatoriske løsninger og PVU kommer derimot til anvendelse i driftsfase.

Generelt er det slik at personlig verneutstyr bare skal brukes dersom det ikke er mulig å unngå eller redusere arbeidsmiljørisiko i tilstrekkelig grad ved felles vernetiltak av teknisk art, eller ved tiltak og prosedyrer forbundet med organiseringen av arbeidet (arbeidsmiljøloven, 2005; forskrift om organisering, ledelse og medvirkning, 2011; forskrift om utførelse av arbeid, 2011). Arbeidstilsynet (u.å.f) slår derfor fast at hørselsvern normalt bare skal benyttes som et midlertidig hjelpemiddel til å beskytte arbeidstakere mot støy.

2.1.3.3 Kvantitativ risikomodel

Papadakis & Chalkidou (2008) presenterer en modell for kvantifisering av risiko for arbeidstakere i utsatte områder som kan ha anvendelighet innen risikostyring av arbeidsmiljø. Modellen baserer seg på konturplot⁴, der risiko kalkuleres som en funksjon av en arbeidstakers avstand fra en farekilde, men er utvidet til flere parametere. Modellen beregner risiko med følgende formel (Papadakis & Chalkidou, 2008):

$$R_{xiz} = f_{xi}E_xP_{xiz}V_{iz}$$

Hvor

R_{xiz} beskriver den individuelle arbeidstakers risiko ved lokasjon (x), som følge av en fare (i) i henhold til konsekvensene (z)

f_{xi} er frekvensen av den aktive faren (i) ved lokasjon (x)

E_x er frekvensen eller sannsynligheten for at en arbeidstaker i nærheten av lokasjon (x)

P_{xiz} er magnituden eller grad av konsekvens (z) ved lokasjon (x) som følge av faren (i)

V_{iz} er den menneskelige sårbarheten for konsekvens (z) som følge av faren (i)

Modellen tillater et sammensatt risikobilde der flere faktorer bidrar til å påvirke risikoen i området. Ved å illustrere risikoen som konturer i et område, kan modellen også brukes på samme måte som et støykart, men med utvidede egenskaper.

⁴ Et konturplot beskriver risiko som en funksjon av distanse fra en farekilde i et geografisk område (Rausand (2011)).

2.2 Arbeidsmiljøfaktorer

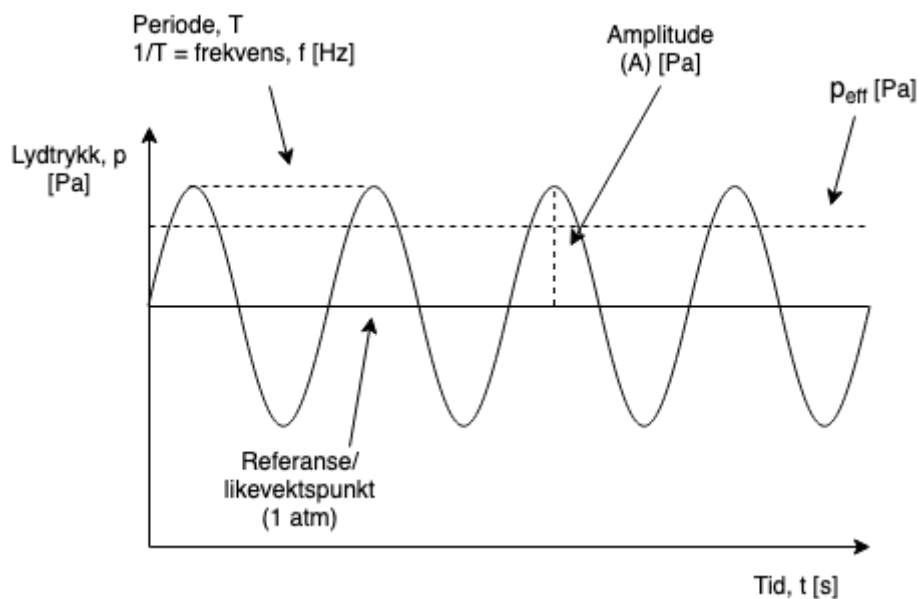
Dette kapitlet gir en detaljert presentasjon av de tre arbeidsmiljøfaktorene støy, vibrasjon og kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren som utgjør rammene for masteroppgaven. For hver faktor gis det en kort introduksjon til det underliggende fysiske fenomenet som gir opphav til arbeidsmiljøfaktoren, viktige helseeffekter som følger av eksponering, metoder for risikovurdering av arbeidsmiljøfaktoren, samt et utvalg relevante krav fra regelverk som utgjør de viktigste akseptkriteriene for styring av risiko.

2.2.1 Støy

For å forstå begrepet *støy*, er det nødvendig med en grunnleggende forståelse av *lyd*, det fysiske fenomenet som gir opphav til det vi mennesker subjektivt *opplever* som støy.

2.2.1.1 Hva er lyd og støy?

I arbeidsmiljø sammenheng regnes lyd som trykkvariasjoner i luft, vann eller andre medium som det menneskelige øret kan sanse ved hjelp av hørselen (Gjestland, 2018c). Disse trykkvariasjonene kan uttrykkes som svingninger, eller *lydbølger*, som illustrert i figur 5. Amplituden i lydbølgen svarer til størrelsen av lydets styrke, *lydtrykket*, p , som måles i enheten Pascal (Pa), definert som kraft per areal (N/m^2) (Tufto & Jørgensen, 2014). Det er denne kraften fra luftmolekylene som registreres i overflaten på membranen i en mikrofon. Det er variasjoner i lydbølgers amplitude og frekvens som gjør mennesker i stand til å oppfatte lyder som ulike fra hverandre.



Figur 5: Lydbølge med trykkvariasjoner omkring atmosfæretrykket på 1 atm (101,3 kPa).
Tilpasset fra Tufto & Jørgensen (2014)

Etttersom lydtrykket veksler kontinuerlig mellom positive og negative verdier i forhold til det statiske lufttrykket, brukes effektiv-middelverdi av det varierende lydtrykket (effektivverdien, p_{eff}) som mål på lydtrykk (Tufto & Jørgensen, 2014).

Lineær presentasjon av lydtrykk har begrenset hensikt, da hørbar lyd for mennesker svarer til lydtrykk i området 20 μPa -20 Pa (Olson, 1967, s. 249). Det er med andre ord et meget stort spenn mellom laveste hørbare lydtrykk (20 μPa) og smertegrensen, som er ved 20 Pa (en faktor på 10^6), og det blir derfor lite praktisk å angi lydtrykk i Pa til de fleste formål. I stedet benyttes en logaritmisk skala og begrepet *lydtryknivå* (L_p), med benevnningen dB

(desibel), som sier noe om størrelsen på det effektive lydtrykket i forhold til et referansetrykk, som er satt til $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ (lydtrykk, 2018). Desibel brukes også innenfor andre fagområder, men er mest kjent for sin anvendelse innen akustikk. Lydtrykknivåene som svarer $20 \mu\text{Pa}$ og 20Pa er henholdsvis 0 dB og 120 dB . Lydtrykknivå defineres ved (ISO, 2009):

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) [\text{dB}]$$

Hvor

p_0 er lydtrykknivåets referansepunkt, satt til $20 \mu\text{Pa}$ (menneskelig deteksjonsgrense)

p er effektivverdien av det målte varierende lydtrykket i Pa, illustrert i figur 5

Støy er definert som lyd som kan være skadelig, irriterende eller forstyrrende, og anses subjektivt som uønsket lyd (Arbeidstilsynet, u.å.f; Tufto & Jørgensen, 2014). Selv om støy og lyd fysisk sett er det samme fenomenet, blir forskjellen mellom begrepene tydeliggjort når hjernen oppfatter svingningene. Støy kan utøve skader på hørselen ved høye lydtrykknivåer over tid, eller ved svært høye, men kortvarige lydtrykknivåer i form av impulsstøy. Lydtrykknivåer over $75\text{-}80 \text{ dB}$ er kjent for å ha skadepotensial, men skadeomfanget vil være avhengig av individuelle forskjeller og eksponeringens varighet (IOSH, u.d.).

Effekten lyd har på øret er avhengig av energimengden som lydbølgene representerer, noe som bestemmes av lydtrykknivået og eksponeringens varighet (Tufto & Jørgensen, 2014). I arbeidsmiljøsammenheng brukes størrelsen ekvivalent lydtrykknivå (L_{eq} og $L_{p,eqT}$) til å karakterisere støybelastning ved eksponering for et varierende lydtrykknivå over tid (ISO, 2009):

$$L_{eq} = L_{p,eqT} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt [\text{dB}]$$

Hvor

$p(t)$ er lydtrykknivået som funksjon av tiden

T er eksponeringens varighet

Et voksent menneske er som nevnt i stand til å høre lyd mellom 20 Hz og 20 kHz (Olson, 1967, s. 249). Alder, ørets strukturelle fasong, og andre nevrologiske faktorer kan bidra til å endre persepsjon av lyd med hensyn til lydets frekvens og tone. Lydens tone avgjøres av lydbølgens frekvens, og lydnivået kan oppfattes forskjellig ved ulike frekvenser ettersom øret har varierende følsomhet for tonehøyder (Tufto & Jørgensen, 2014; Gjestland, 2018b). Dette medfører at det ved visse toner kan være tilstrekkelig med lavere lydtrykknivåer for å forårsake hørselsskade (Rebillard & Pujol, 2016). For å ta høyde for ørets ikke-lineære høreevne, tas det ofte i bruk standardiserte frekvensfiltre i måleinstrumenter, noe som også gjenspeiles av grenseverdiene i regelverket. A- og C-veiekurvene er etterlikninger av ørets høreevne ved ulike frekvensnivåer og forsøker således å gjengi lydbildet slik det oppfattes av øret. A-kurven representerer høreevnen ved lave til moderate lydtrykknivåer, mens C-kurven representerer høreevnen ved høy impulsstøy (Tufto & Jørgensen, 2014). A-vekting brukes derfor ved måling av lydtrykknivåer i forhold til grenseverdier for daglig støyeksponeringsnivå, mens C-kurven benyttes ved målinger av toppverdier av lydtrykknivå (se kapittel 2.2.1.4).

Et interessant aspekt ved lyd og dens frekvens er at det muliggjør såkalt *prosess- og tilstandsovervåking*, som er en del av fagfeltet teknisk akustikk (Gjestland, 2018a). Ettersom hørbar lyd for mennesker består av et såpass bredt frekvensspekter, kan erfarne ingeniører og prosessoperatører oppfatte selv små avvik og variasjoner i lyd fra maskiner og utstyr (Carlsen et al., 2016). Ved å høre slike variasjoner er det mulig å diagnostisere feiltilstand på et tidlig tidspunkt, noe som har stor nytteverdi innen vedlikeholdsstyring. Dette illustrerer det faktum at øret er et utmerket måleinstrument med en måleskala og følsomhet som overgår tekniske måleinstrumenter. Når det gjelder risikovurdering av støy, som beskrives i kapittel 2.2.1.3, oppstår imidlertid behovet for å ta i bruk måleinstrumenter til med kartlegging av støynivå og gjennomføring av objektive støyeksponeringsvurderinger.

2.2.1.2 Helseeffekter

Eksponering for høye støynivåer på arbeidsplassen over tid, som for eksempel motorstøy, støy fra pumper, ventiler eller maskiner, samt kortvarig høy impulsstøy, som eksplosjoner eller slag, kan forårsake hørselsskade hos mennesker (Levy & Moen, 2017). Akkurat hvor grensen går for hva en person tåler og når en hørselsskade oppstår er imidlertid svært individuelt. Grenseverdiene for støy i norsk regelverk (se kapittel 2.2.1.4), som representerer absolutte akseptkriterier for risikostyring av støy, er estimert ut fra den statistiske fordelingen av hørselsskader i en støyeksponert gruppe, som beskrevet i ISO 1999:2013 (Jensen, 2017).

Selv om symptomene på permanent og midlertidig hørselsskade i stor grad kan være de samme, vil årsakene ofte være ulike. Midlertidig hørselsskade observeres oftere i forbindelse med høy impulsstøy, som påvirker det ytre øret i større grad enn annen støy (Den norske legeforening, 2012). Eksempler på slike skader kan være ruptur og rifter på trommehinnen eller skade på det strukturelle vevet i sneglehuset, men dette er skader som kroppen i mange tilfeller vil reparere over tid (Den norske legeforening, 2012). Skader på det indre øret, som avrivning av hårceller, kan også forekomme i forbindelse med høy grad av impulsstøy, men er oftere observert i forbindelse med metabolsk utmattelse som følge av lengre tids støyeksponering (Den norske legeforening, 2012). Dette er skader kroppen ikke klarer å reparere og som i stor grad vil føre til permanent hørselsskade (Den norske legeforening, 2012). Funn fra en systematisk litteraturgjennomgang av Lie et al. (2015) tyder imidlertid på at impulsstøy generelt er mer skadelig for hørselen enn kontinuerlig støy.

De fysiske skadene som oppstår som følge av støyeksponering kan arte seg på ulike måter, hvorav nedsatt hørsel og øresus (tinnitus) er de mest kjente symptomene. Tinnitus er periodisk eller konstant opplevelse av lyd uten noen ytre lydkilde, og kan være svært plagsomt, og i noen tilfeller invalidiserende (Tufto & Jørgensen, 2014; Lie et al., 2013). Ifølge Levy & Moen (2017) er støyskadede hørsel den hyppigst meldte form for yrkesskade i Norge. Arbeidstilsynet (u.å.f) rapporterer at om lag halvparten av meldingene om yrkessykdom som mottas gjelder hørselsskader. Det er imidlertid viktig å være klar over at nedsatt hørsel også kan ha andre årsaker enn støyeksponering. Ifølge STAMI-rapporten «Støy i arbeidslivet og helse» (Lie et al., 2013) er økende alder den viktigste risikofaktoren for hørselstap.

Ifølge Tufto & Jørgensen (2014) og Lie et al. (2013) er det sannsynlig at eksponering for støy og vibrasjon i kombinasjon kan føre til større støyskade enn hva som er forventet ut fra støymengden alene. Eksponering for visse kjemikalier (ototoksiske kjemikalier) ved arbeid i støyende omgivelser kan også gi økt risiko for støyskade (Arbeidstilsynet, u.å.f).

2.2.1.3 Risikovurdering av støy

Ved risikovurdering av arbeidsrelatert støyeksposering skal det tas stilling til risikoen for hørselsskade over tid, samt risikoen for hørselsskade som følge av eksponering for toppverdier av lydtryknivå (Norsk olje og gass, 2014). Dersom det er mistanke om at støynivået på arbeidsplassen kan overskride anbefalte verdier i forskrift om tiltaks- og grenseverdier, skal arbeidsgiver sørge for at det gjennomføres tilstrekkelige støymålinger til å fastslå eksponering. Slike målinger skal gjennomføres av personell med nødvendig kompetanse og utstyr (Arbeidstilsynet, u.å.f).

Det er hovedsakelig to typer måleinstrumenter, eller en kombinasjon av disse, som brukes ved støymålinger. *Personbårne dosimetre* brukes vanligvis til å angi en arbeidstakers daglige støydose (Arbeidstilsynet, u.å.f), mens *direktevisende håndholdte målere* med integrerende-gjennomsnittlige beregninger blant annet brukes for å gjennomføre områdemålinger i forbindelse med utarbeidelse av støykart (NS, 2007). Et støykart viser målte lydtryknivåer over et område, der de ulike nivåene er gitt fargekoder som illustrerer alvorlighetsgrad ved eksponering (se figur 6). Dosimetre benyttes ofte gjennom en hel dag eller til måling langvarige arbeidsoppgaver, uten oppsyn fra en kompetent måleansvarlig. Dermed kan det forekomme falske bidrag som støt og skraping mot dosimeteret, som kan gi upresise eksponeringsvurderinger. En fordel med håndholdte støymålere er at en mest sannsynlig vil kunne oppdage støt og liknende mot mikrofonhodet, og dermed kunne ta høyde for dette når data leses av. Valg av måleinstrument vil ha stor betydning for usikkerheten i målingene (ISO, 2009).

For å sammenlikne støymålinger med grenseverdiene i regelverket, normaliseres ekvivalentnivået til 8-timers arbeidsdag, $L_{EX,8h}$, (eller 12-timers arbeidsdag, $L_{EX,12h}$) på følgende måte (ISO, 2009):

$$L_{EX,T} = L_{p,eqT_e} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \text{ [dB]}$$

Hvor

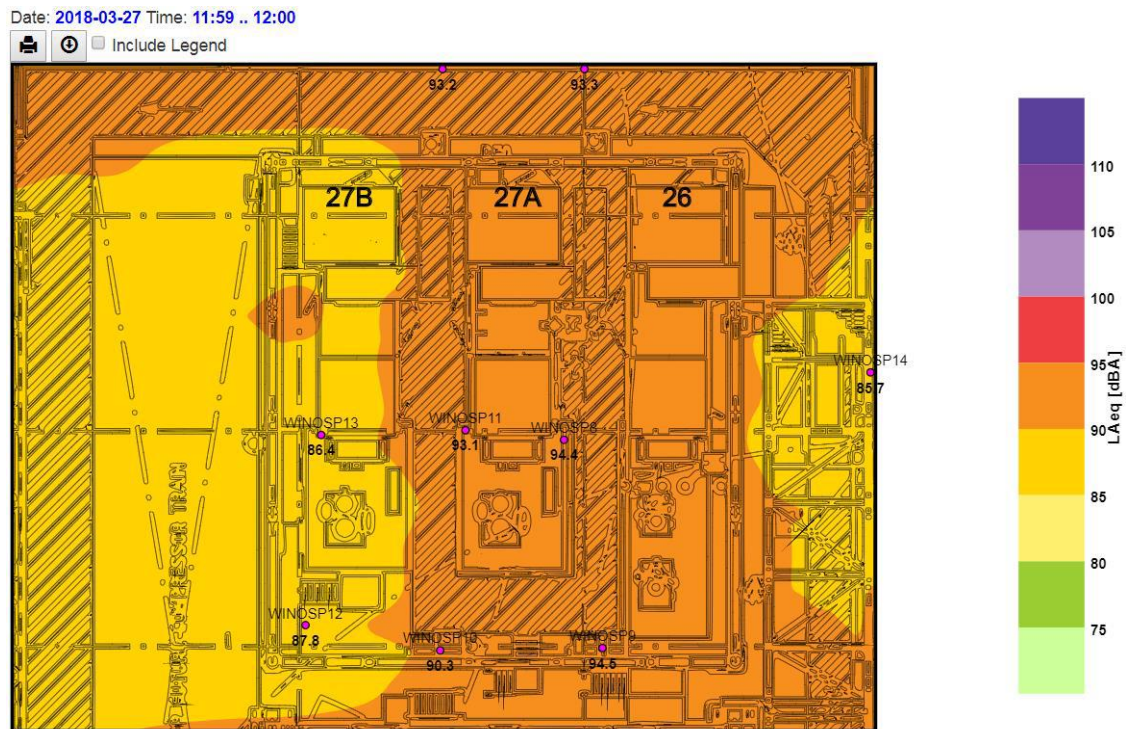
L_{p,eqT_e} er det ekvivalente målte lydtryknivået (L_p) for T_e

T_e er den effektive varigheten av målingen (eller arbeidsdagen) i timer

T_0 er referanseperioden, $T_0 = 8$ timer eller $T_0 = 12$ timer

Når arbeidstakerens faktiske støyeksposering skal vurderes skal det tas hensyn til oppgitt dempningsvirkning av påbudt personlig hørselsvern (Arbeidstilsynet, u.å.f).

Statiske støysensorer som overvåker et miljø over et større geografisk område er essensielt samme instrument som benyttes ved integrerende-gjennomsnittlige målinger, men kan også være en del av et større nettverk av sensorer, som for eksempel er tilfellet med WiNoS (se kapittel 2.3.1.1). Disse sensorene kan si hvor mye støy det er i det aktuelle miljøet de er utplassert i, men for å si noe om individuell støyeksponering må det også gis informasjon om hvor lenge arbeidstakere oppholder seg i ulike områder. Et slikt system kan imidlertid brukes til å fastslå oppholdstidsbegrensning i ulike områder. Figur 6 viser hvordan et dynamisk støykart fra WiNoS kan se ut.



Figur 6: Eksempel på støykart fra WiNoS (Jensen, 2018)

2.2.1.4 Regelverk

Hensikten med regelverket for støyeksponering er å forebygge at det oppstår skade på hørselen på arbeidsplassen, samt bidra til at andre helseeffekter og ulemper med støy blir redusert i størst mulig grad (Tufto & Jørgensen, 2014). I norsk regelverk er øvre grenseverdi for daglig støyeksponering satt til $L_{EX,8h} = 85$ dB(A), og $L_{pC,peak} = 130$ dB(C) ved toppverdi av lydtrykknivå (forskrift om tiltaks- og grenseverdier, 2011). I deler av petroleumsnæringen er grenseverdien gitt for 12-timers arbeidsdag: $L_{EX,12h} = 83$ dB(A) (aktivitetsforskriften, 2010). Tiltaksverdien er satt til $L_{EX,8h} = 80$ dB(A), og arbeidsgiver skal sørge for at det iverksettes tiltak dersom denne verdien overskrides. Det anbefales imidlertid at støyeksponering forsøkes redusert til 10 dB under tiltaksverdien.

For virksomheter i petroleumsnæringen er det krav om å kartlegge støynivåer i alle områder som forventes å ha et støynivå over 80 dB(A), og det er også anbefalt å utarbeide støykart for slike områder (Norsk olje og gass, 2014). Områdedata (støykart) skal oppdateres ved endringer av betydning for støynivået og minimum hvert 4. år (Norsk olje og gass, 2014). For virksomheter i bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen er det ingen tilsvarende krav.

Hørselsskader som følger av støypåvirkning i arbeidet skal meldes til Arbeidstilsynet som yrkesskade (Levy & Moen, 2017).

2.2.2 Vibrasjon

Vibrasjon var en arbeidsmiljøfaktor som flere av informantene la vekt på intervjuene, noe som gjenspeiles i oppgavens resultat- og diskusjonskapitler. Det er derfor valgt å gi en kort introduksjon til arbeidsmiljøfaktoren vibrasjon.

2.2.2.1 Hva er vibrasjon?

Akkurat som lyd består vibrasjon av svingninger, hvor distinksjonen mellom lyd og vibrasjon i arbeidsmiljø sammenheng er at vibrasjon er svingninger som forekommer i stive legemer. Arbeidstilsynet (u.å.g) definerer vibrasjon som «mekaniske bevegelser fra underlag, maskiner eller arbeidsutstyr».

Vibrasjon måles i m/s^2 , altså akselerasjon eller fartsendring, ofte ved hjelp av et akselerometer. Ettersom vibrasjoner kan bestå av bevegelser i flere retninger, er det hensiktsmessig å benytte en sensor som kan måle langs de tre aksene (x, y og z) i koordinatsystemet i rommet. Vibrasjonens akselerasjon, ofte kalt vibrasjonsnivået, gis ved vektoren som tilsvare utslaget langs de tre aksene, og uttrykkes som følger (Skogen, 2007):

$$a_v = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Hvor

a_v er vibrasjonsnivået i målingen

$a_{x/y/z}$ er vibrasjonsnivået langs de ulike aksene

Ettersom akselerasjonen endrer seg kontinuerlig under hver enkelt vibrasjon, er det vanlig å angi vibrasjonsnivået som vibrasjonens effektiv-middelverdi, som gjenspeiler vibrasjonens energiinnhold per tidsenhet (Skogen, 2007).

2.2.2.2 Helseeffekter

I arbeidsmiljø sammenheng er det vanlig å skille mellom helkroppsvibrasjoner og hånd-arm-vibrasjoner, da de er forbundet med ulike helseeffekter.

Hånd- og armvibrasjoner er mekaniske vibrasjoner som overføres fra arbeidsutstyr til hånd eller arm, og som kan føre til lokale skader på blodkar, nerver, ledd, skjelett og muskler. Slipemaskiner, muttertrekere og liknende håndholdte maskiner kan være kilder til hånd- og armvibrasjoner (Skogen, 2007). Symptomer på hånd-arm-vibrasjoner kan være lettere å identifisere enn symptomer på helkroppsvibrasjoner på grunn av mer karakteristiske og lokale effekter. Hånd-arm vibrasjonssyndrom (HAVS) er en fellesbetegnelse på vevsskader forårsaket av langvarig eksponering for hånd-arm-vibrasjoner. HAVS kan arte seg som hvite fingre, eller Raynauds fenomen, som kjennetegnes av blodfattige og følelseløse fingre (Skogen, 2007; Norsk Helseinformatikk, 2015).

Helkroppsvibrasjoner er mekaniske vibrasjoner som overføres til hele kroppen og kan påføre skade i ryggraden eller sentrale deler av kroppen (Skogen, 2007). Anleggsmaskiner og transportmidler er eksempler på kilder til helkroppsvibrasjon. Det kan ofte være vanskelig å diagnostisere helkroppsvibrasjoner, da effektene av helkroppsvibrasjoner i mange tilfeller vil være vanskelige å skille fra andre ergonomiske plager (NOU 2008: 11). Flere epidemiologiske studier har vist at personer som eksponeres for helkroppsvibrasjoner over lengre tid har forhøyet risiko for ryggmerter og skiveutglidning (Skogen, 2007).

2.2.2.3 Risikovurdering av vibrasjon

Risikovurdering av vibrasjon kan overordnet gjennomføres ved å vurdere eksponeringen i lys av helseeffektene som er forbundet med vibrasjonen. Eksponeringen beregnes ved å måle vibrasjonsnivået til utstyret eller maskinen som benyttes, for så å se dette i sammenheng med eksponeringens varighet, altså hvor lenge utstyret brukes av arbeidstakeren. Deretter beregnes den daglige vibrasjonseksponeringen, som igjen kan sammenliknes med aktuelle grenseverdier (ISO, 2001). Eksponeringsbidrag fra alle arbeidsoperasjoner må vurderes når den daglige vibrasjonseksponeringsverdien skal bestemmes.

For å gjennomføre målinger i forbindelse med vurdering av vibrasjonseksponering på arbeidsplassen brukes ofte enkle, kompakte vibrasjonsmeters med innebygget frekvensveiling og integrerende måleutstyr. Dersom vibrasjonsnivået på en vibrerende kontaktflate skal måles, er det vanlig å bruke et akselerometer (Skogen, 2007).

Ekvivalentnivået for vibrasjonseksponering ($a_{eq,8h}$) kan regnes ut på følgende måte for både helkroppsvibrasjoner og hånd-arm-vibrasjoner (ISO, 2001; NS-EN, 2008):

$$a_{eq,8h} = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_i^2 T_i}$$

Hvor

- a_i er den samlede vibrasjonsverdien for arbeidssyklus i
- T_0 er referanseperioden, $T_0 = 8$ timer eller $T_0 = 12$ timer
- T_i er varigheten av arbeidssyklus i
- n er antall driftssykluser

2.2.2.4 Regelverk

Arbeidsgivere plikter å kartlegge og dokumentere i hvilken grad arbeidstakere utsettes for vibrasjoner, samt vurdere helserisikoen som er forbundet med eksponeringen (forskrift om utførelse av arbeid, 2011). Ved behov skal det også gjennomføres målinger av vibrasjonseksponeringen, og disse målingene skal dokumenteres. Arbeidsgiver skal sørge for at ingen arbeidstakere eksponeres for helseskadelige vibrasjoner (aktivitetsforskriften, 2010).

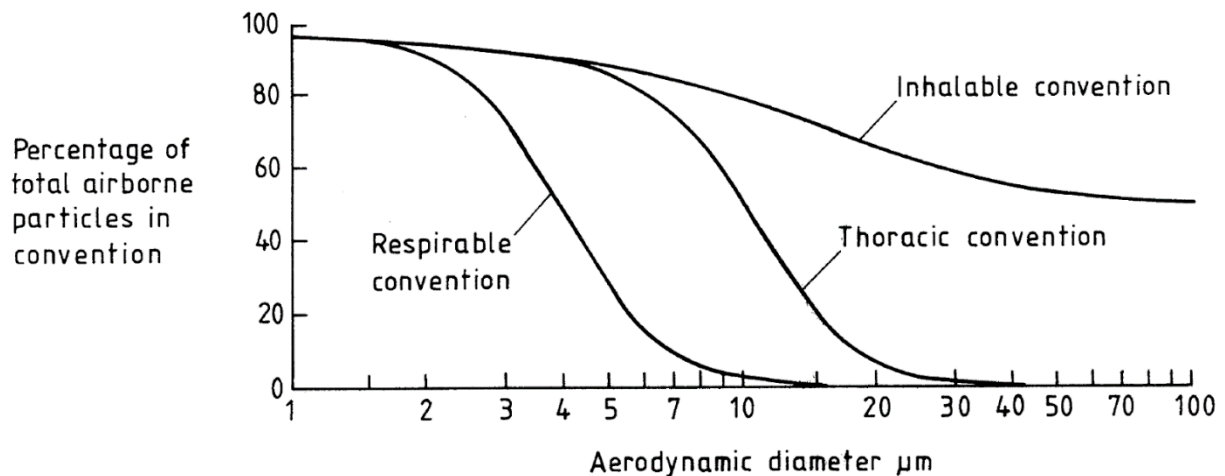
Videre er det også satt grenser for daglig eksponering ut ifra 8-timers ekvivalenter som skiller mellom hånd- og armvibrasjoner og helkroppsvibrasjoner. Tiltaks- og grenseverdiene for hånd- og armvibrasjoner er satt til henholdsvis 2,5 m/s² og 5,0 m/s², mens tiltaks- og grenseverdiene er henholdsvis 0,5 m/s² og 1,1 m/s² for helkroppsvibrasjoner (forskrift om tiltaks- og grenseverdier, 2011).

2.2.3 Kjemikalier

Kjemikalier er grunnstoffer, kjemiske forbindelser eller en blanding av disse som kan oppstå naturlig eller være fremstilt (Arbeidstilsynet, u.å.d). Kjemikalier som en arbeidsmiljøfaktor er i denne oppgaven avgrenset til innånding av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren, selv om kjemikalier også kan utgjøre fare for arbeidstakeres helse ved hudkontakt og svelging. Kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren kan forekomme som *aerosoler* eller *gass*. Med aerosoler menes partikler av et fast stoff eller en væske som finnes i luft⁵ (aerosol, 2018), mens stoffer av fritt bevegelige molekyler ved romtemperatur og et trykk på 1 atm, regnes som gass (Arbeidstilsynet, u.å.d). Hvilke stoffer eller arbeidsprosesser aerosoler eller gasser stammer fra, avgjør hvilke egenskaper og hvilke farer som må tas hensyn til i en arbeidssituasjon.

2.2.3.1 Hva er kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren?

Aerosoler kan indekseres etter den aerodynamiske diameteren på partiklene. Dette forteller noe om hvor i luftveiene de forskjellige partiklene deponeres og metaboliseres i kroppen (Arbeidstilsynet, u.å.e). Partikler med aerodynamisk diameter over 10 μm er inhalerbare fraksjoner og deponeres i nese og svelg; partikler mellom 5 og 10 μm er torakale fraksjoner som deponeres i trakea og hovedbronkiene; partikler mindre enn 5 μm er respirable fraksjoner som deponeres i bronkiolene og alveolene (NS-EN, 1993). Inndelingen av de forskjellige fraksjonene er illustrert i figur 7. De helsemessige virkningene av ulike stoffer varierer avhengig av hvilket stoff det er snakk om og hvor fraksjonene deponeres.



Figur 7: Fordelingen av ulike partikkelfraksjoner i luft som kan innåndes av mennesker (NS-EN, 1993)

Gasser har ulike helsemessige virkninger og forskjellige grenseverdier avhengig av hvilken gass det er snakk om. En gass har ingen overflate, og derfor ingen aerodynamiske egenskaper slik som aerosoler, men vil derimot alltid fylle omgivelsene den er i (Grøn & Pedersen, 2019).

⁵ *Støv* og *tåke* er generelle betegnelser på aerosoler av henholdsvis faste stoffer og væsker (Arbeidstilsynet, u.å.d).

2.2.3.2 Helseeffekter

Ulike kjemikalier kan gi svært forskjellige helseeffekter hos mennesker, og det finnes blant annet kreftfremkallende, mutagene, etsende og irriterende kjemikalier. Mens noen kjemikalier kan føre til akutte effekter, vil andre kjemikalier først gi helseplager etter lang tids eksponering (opptil flere tiår) (Arbeidstilsynet, u.å.d). Eksponering for kjemikalier kan skje ved hudkontakt, svelging eller innånding, og skadepotensialet ved eksponering avhenger av kjemikaliens egenskaper, grad eller varighet av eksponering og kjemikaliens konsentrasjon, sammensetning eller mengde (Arbeidstilsynet, u.å.d).

Eksempler på kjemiske forurensninger som kan forekomme i arbeidsatmosfæren er asbest, benzen og nitrøse gasser. Asbest har i seg selv ingen helsefarlige kjemiske egenskaper, men de geometriske egenskapene til fibre kan forårsake betydelig kreftfare ved deponering og metabolisering i lungene (Arbeidstilsynet, u.å.b). Benzen er akutt narkotiserende og kan skape irritasjon på hud og slimhinner ved både kontakt og innånding. Ved lengre tids eksponering er benzen kreftfremkallende selv i mindre konsentrasjoner og kan gi anemiske tilstander (benzen, 2018). Nitrøse gasser (NO_x) er etsende gasser som virker irriterende og etsende på slimhinner og kan forårsake irritasjoner, åndenød, lungeødem og kan i ytterste konsekvens være dødelig (Pedersen, 2018). Gassforgiftning fra etsende gasser kan forekomme i industrien i forbindelse med gasslekkasjer, men også ved tunnelarbeid der nitrøse gasser frigjøres fra forbrenningsmotorer (gassforgiftning, 2018).

2.2.3.3 Risikovurdering av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren

En sentral del av risikovurdering av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren er å gjennomføre målinger og prøvetakinger. Ifølge Arbeidstilsynet (u.å.c) finnes det prøvetakings- og analysemetoder for de fleste stoffer som har en fastsatt grenseverdi.

Hensikten med aerosolmålinger er å kartlegge og kvantifisere forekomsten av helsefarlige partikler i arbeidsatmosfæren. En vanlig metode for å måle aerosoler og partikler kan være å suge luft gjennom et filter, for så å beregne partikkelmassen som har satt seg i filteret ved å måle filterets endring i masse, relativt til hvor mye luft som har passert filteret (NS, 1983). Et alternativ til tradisjonelle filtermålinger er bruk av optiske aerosolmålere som kan telle et antall partikler i et miljø, for eksempel CPC-instrumenter (*eng.*: condensation particle counter). CPC-instrumenter teller antallet partikler i en atmosfære ved hjelp av optisk lysspredning og fotodeteksjon (ISO, 2015). Resultatet av fotodeteksjonen, sammen med det kvantifiserte luftvolumet som gjennom sensoren, er konsentrasjonen av aerosoler i det aktuelle miljøet. Fotodeteksjon klarer ikke nødvendigvis å identifisere de forskjellige stoffene partiklene består av, men kan likevel gi svært nyttige resultater dersom en vet hva kilden til den aktuelle forurensningen er.

Å måle forekomsten av en gass i et miljø, gjøres tradisjonelt ved hjelp av adsorpsjon på en adsorbent, eksempelvis kull eller porøse polymerer, og termisk desorpsjon for identifikasjon av de aktuelle stoffene i en GCMS-analyse (NIOSH, 1998). GC (gasskromatografi) separerer stoffene, og MS (massespektrometri) identifiserer de ulike stoffene som ble separert i det tidligere stadiet. PID (fotoionisasjonsdeteksjon) er et alternativ til MS, som kan benyttes for deteksjon av blant annet flyktige organiske forbindelser i atmosfæren i sanntid (NIOSH, 1997).

Standarden NS-EN 689:2018 beskriver hvordan kartlegging av eksponering for kjemikalier i arbeidsatmosfæren kan gjennomføres. Eksponering for kjemikalier henger i stor grad sammen med forekomsten av de aktuelle kjemikaliene i en arbeidsatmosfære. Det er vanskelig å fastslå nøyaktig hva en arbeidstaker er blitt eksponert for og i hvor stor grad

denne eksponeringen samsvarer med målinger gjort i den aktuelle arbeidsatmosfæren. Eksponering for kjemikalier er derfor ofte presentert som et estimat, og kan ha forskjellige måleenheter, basert på kjemikalienes egenskaper. I tilfeller der eksponeringen involverer flere kjemikalier, skal en eksponeringsindeks (I_E) utarbeides for den totale risikoen forbundet med kombinasjonen av de forskjellige kjemikaliene. Eksponeringsindeksen kalkuleres i henhold til NS-EN 689 (2018) som følger:

$$I_E = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{GV_i}$$

Hvor

E_i er den målte eller estimerte eksponeringen for kjemikalie i

GV_i er grenseverdien for kjemikalie i

n er antall kjemikalier en arbeidstaker er blitt eksponert for

2.2.3.4 Regelverk

Aktivitetsforskriften (2010) stiller krav til at virkninger skal unngå helseskadelig kjemisk eksponering i forbindelse med lagring, bruk, håndtering og avhending av kjemikalier, og ved arbeidsoperasjoner og prosesser som avgir kjemiske komponenter. Forskrift om utførelse av arbeid (2011), der noen paragrafer også omfatter petroleumsvirksomheten, krever tiltak som fjerner eller reduserer helse- og sikkerhetsrisiko forårsaket av kjemikalier til et fullt forsvarlig nivå.

Grenseverdier for farlige kjemikalier som kan forekomme i arbeidssammenheng er stipulert i forskrift om tiltaks- og grenseverdier. Aktivitetsforskriften (2010), som kommer til anvendelse for virksomheter i petroleumsnæringen, stiller krav til en sikkerhetsfaktor for kjemikalieeksponering på 0,6 for en arbeidsperiode på 12 timer. Grenseverdiene for et utvalg kjemiske stoffer som er relevante for denne oppgaven presenteres i tabell 2. Det finnes også grenseverdier for sjenerende støv, basert på effekten av et hvert støv på slimhinner og åndedretsorganer, uavhengig av hvilke kjemiske komponenter støvet består av (forskrift om tiltaks- og grenseverdier, 2011):

<i>Kjemikalie</i>	<i>Grenseverdi i forskrift om tiltaks- og grenseverdier</i>	
Asbest	0,1 [fiber/cm ³]	
Benzen	1 [ppm]	3 [mg/m ³]
NO ₂	50 [ppm]	90 [mg/m ³]
Sjenerende støv	10 [mg/m ³] (Totalt)	5 [mg/m ³] (Respirabel fraksjon)

Tabell 2: Utvalgte grenseverdier fra forskrift om tiltaks- og grenseverdier (2011)

Et kjemisk stoff som får ekstra oppmerksomhet i denne oppgaven er benzen. ECHA (2018) kom i 2018 med en anbefaling om å redusere dagens grenseverdi for benzen fra 1 ppm til 0,05 ppm. Ifølge Stenehjelm et al. (2015) er det avdekket sammenheng mellom benzeneksponering og kreftformer man tidligere ikke har regnet med, og det viser seg at kreftrisikoen øker i takt med benzeneksponeringen ved benzennivåer som ligger lavere enn dagens grenseverdi.

2.3 Sanntidsdata

Sanntidsdata, sanntidsinformasjon, eller anskaffelse av data i sanntid, defineres av et datasystem som gir «øyeblikkelig» respons, hvor hensikten er å oppdatere informasjon i samme hastighet som systemet mottar data (Rossen, 2017). I denne oppgaven defineres sanntidsdata som kontinuerlig oppdatering av data eller en strøm av oppdaterte datasett som kontinuerlig overvåker en gitt måleparameter, uten at det nødvendigvis tas stilling til om oppdateringen av denne samsvarer med måleinstrumentets samplingstid. Selv om det kan være en praktisk forsinkelse mellom sensorens samplingstid og parameterens oppdateringshastighet på systemnivå, anses systemet likevel å oppfylle kriteriene til et sanntidssystem, så lenge ikke systemets design tilsier at data skal holdes tilbake mellom innhenting og bruk (Techopedia, u.å.).

I denne oppgaven er det ikke satt noen kriterier for hva samplingstiden må være for å definere sanntidsdata, da dette er helt avhengig av systemet som brukes og i hvilken sammenheng systemets egenskaper medfører noen nytteverdi. Et støykart som viser ekvivalentnivåer vil ikke nødvendigvis gi større nytteverdi dersom støykartet oppdateres hvert sekund i stedet for hvert minutt. Derimot kan nytteverdien i et støykart som kun oppdateres én gang i året eller sjeldnere trolig kunne forbedres ved å øke oppdateringshastigheten.

I tillegg til oppdateringshastighet er det også et element av automatikk i konseptet sanntidsdata. Automasjon kan defineres som «teknikken å få systemer til å fungere uten, eller med liten grad av menneskelig medvirkning» (Andersen, 2018). Eksempelvis vil ikke et system som er avhengig av manuell inngripen eller avlesning for anskaffelse av data anses å oppfylle kriteriene for sanntid, samtidig som et automatisert system med for lang samplingstid relativt til måleparameterne heller ikke oppfyller disse kriteriene.

2.3.1 Sanntidsovervåking av arbeidsmiljø

Det finnes i dag flere typer direktevisende instrumenter for måling av arbeidsmiljøfaktorer, som, i henhold til Rossens (2017) definisjon av begrepet, oppfyller kriteriene for sanntidsdata. Slike måleinstrumenter er imidlertid svært avhengige av manuell inngripen når de brukes i forbindelse med risikostyring av arbeidsmiljø, og de anses derfor ikke for å være en del av konseptet *sanntidsovervåking av arbeidsmiljø*. Det finnes imidlertid andre systemer som oppfyller kriteriene og som er relevant for denne masteroppgaven. Videre gis det en kort innføring til to slike tilnærminger til bruk av sanntidsdata innen risikostyring av arbeidsmiljø, eksemplifisert ved WiNoS og PIMEX.

2.3.1.1 WiNoS

WiNoS, som beskrevet av Carlsen et al. (2016), er et stasjonært og trådløst målesystem som samler inn støydata (blant annet lydtrykknivå) i sanntid i det miljøet der systemet er utplassert, som er områder med høyt støynivå (≥ 80 dB(A)). Formålet med WiNoS er å generere dynamiske støykart som kan benyttes aktivt i risikovurdering og -styring av støyeksponering i arbeidsmiljøet. I praksis stilles det dermed oppdatert informasjon om støynivå til rådighet, som kan brukes til å kartlegge behovet for risikoreduserende tiltak som arbeidsrotasjon og personlig verneutstyr (hørselsvern) ved planlegging av arbeid. WiNoS er med andre ord et godt eksempel på hvordan et nettverk av batteridrevne sensorer kan benyttes for å kontinuerlig overvåke en fysisk arbeidsmiljøfaktor i sanntid. WiNoS har ingen direktevisende funksjon for vurdering av arbeidstakeres eksponering, men gir et objektivt bilde av støyutbredelse i et område. Støykartene oppdateres hvert minutt og er tilgjengelige for alle med tilgang til Equinors interne nettverk.

Systemet har en arkivfunksjon som tar vare på historiske data, noe som gjør det mulig å hente frem støykart tilbake i tid. Det er også planlagt at WiNoS på sikt skal brukes til frekvensanalyse av lyd, med den hensikt å legge til rette for prosess- og tilstandsovervåkning (*eng.*: condition monitoring) av utstyr (Carlsen et al., 2016).

I mars 2015 ble en prototype av WiNoS testet i liten skala ved Equinors industrielle laboratorier på Rotvoll i Trondheim, da ni trådløse støysensorer ble satt opp i en laboratoriehall med fullskala kopier av prosessutstyr, pumper og ventiler. Støyutbredelsen i hallen ble visualisert med støykart på en datamaskin i sanntid, ved bruk av en tidlig versjon av WiNoS' programvare. Siden november 2017 har det blitt gjennomført en test hos førstebruker på Åsgard B, en offshoreinstallasjon i Nordsjøen (Carlsen et al., 2016). Testen har vært en suksess, og virksomheten arbeider nå med å etablere en kommersiell løsning av teknologien og identifisere andre mulige anvendelser (Jensen, 2018).

2.3.1.2 PIMEX

Picture Mix Exposure (PIMEX) er en metode for kartlegging og vurdering av eksponering som kombinerer bruk av direktevisende målinger og videoopptak. Hensikten med dette er å gjøre usynlige farer i arbeidsmiljøet synlige (for eksempel farlige kjemiske stoffer i arbeidsatmosfæren), og på den måten legge til rette for at arbeidsmiljørisikoen reduseres (Rosén & Lundström, 1987). PIMEX ble opprinnelig utviklet i Sverige på 1980-tallet, og har siden gitt opphav til flere liknende metoder som brukes i mange ulike land (Rosén et al., 2005).

En fordel med metoden er at den egner seg godt til å kartlegge toppeksposering og identifisere sammenhenger mellom hvordan arbeidstakere utfører arbeidsoppgaver og grad av eksponering. PIMEX kan dermed være et godt hjelpemiddel når det skal utføres jobbanalyser for å avdekke beste praksis, noe metoden også har blitt brukt til av flere virksomheter i Norge (AMS, 2010).

2.3.1.3 Andre systemer

X-pid 9000/9500 fra Dräger er et eksempel på et instrument som benytter GC og PID i arbeidsmiljøsammenheng (Dräger, u.å). Sensoren er selektiv, altså kan sensoren identifisere enkelte stoffer i en sammensatt atmosfære og på den måten unngå å analysere hele spekteret av det aktuelle miljøet. Ifølge Dräger (u.å) har X-pid 9000/9500 en nedre deteksjonsgrense på 50 ppb for blant annet benzen. Sensoren har ingen mulighet til å vurdere eksponering, men kan likevel gi direktevisende resultater ved deteksjon av flyktige organiske forbindelser med en samplingsfrekvens på to målinger i minuttet.

Blackline Safety G7 er et fullstendig system for overvåkning av arbeidsmiljø i sanntid. Måleteknisk har systemet mange av de samme egenskapene som X-pid ved at systemet kan måle forurensning fra enkelte kjemikalier i arbeidsatmosfæren, blant annet gassene H₂S og SO₂ (Blackline Safety, 2019). I tillegg har systemet støtte for trådløs kommunikasjon og sporing av arbeidstakere.

2.3.2 Sanntidsvurdering av eksponering

Som nevnt i kapittel 2.1.2 kan eksponering estimeres ut ifra omfanget av arbeidsmiljøfaktoren (f.eks. støynivå eller konsentrasjon av kjemisk stoff i arbeidsatmosfæren) og eksponeringens varighet. For å fullstendig kartlegge en arbeidstakers eksponering, er det derfor nødvendig å både kvantifisere forekomsten av arbeidsmiljøfaktorer og hvor lenge en arbeidstaker har vært utsatt for disse. Konseptet sanntidsvurdering av eksponering henger i stor grad sammen med sanntidsovervåkning av arbeidsmiljø, men betinger også kartlegging av tidsaspektet.

WiNoS kan til en viss grad brukes i sanntidsvurdering av eksponering, men det forutsetter muligheten til å beregne eksponeringstiden for en arbeidstaker, samt å ta hensyn til dempningsvirkning i hørselsvern. Uten informasjon om eksponeringstid innenfor aktuelle støysoner, vil det ikke være mulig å kartlegge arbeidstakerens faktiske støyeksponeering. Foreløpig er WiNoS' hovedfunksjon å lage dynamiske støykart og ta vare på dem med en arkivfunksjon (Carlsen et al., 2016). WiNoS har altså ikke alle de nødvendige egenskapene for å vurdere faktisk eksponering i sanntid, men regnes like fullt som et sanntidssystem for risikostyring av støyeksponeering.

Det intelligente hørselsvernet QUIETPRO overvåker støyeksponeering hos arbeidstakere ved dosimetermålinger, og har samtidig egenskapene til et aktivt hørselsvern (Holter, 2012). Systemet har ingen funksjoner for direktevisning av målte verdier for støy, og har heller ikke støtte for trådløs kommunikasjon med en sentral eller andre enheter, men gir brukeren en alarm når grenseverdi for daglig støyeksponeering blir nådd. I tillegg til å måle støy i omgivelsene rundt brukeren, måler QUIETPRO også støy på innsiden av hørselsvernet, slik at brukeren reelle støyeksponeering vurderes opp mot grenseverdi i sanntid.

3 Metode

Dette kapitlet beskriver forskningsmetodene som er brukt for å komme frem til resultatene som skal brukes til å svare på oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Det er brukt to ulike forskningsmetoder i denne masteroppgaven: en forenklet litteraturstudie i to deler og gjennomføring av individuelle dybdeintervjuer med informanter.

Innledningsvis gis det en kort beskrivelse av hvordan litteraturstudien ble utført, med fokus på overordnet fremgangsmåte og valg av søkeord. Deretter beskrives metodene for datainnsamling og -analyse, som blant annet inkluderer valg av informanter, transkribering og analyse av intervjuer. Avslutningsvis gis det en kort gjennomgang av noen viktige etiske aspekter ved forskningsmetodene.

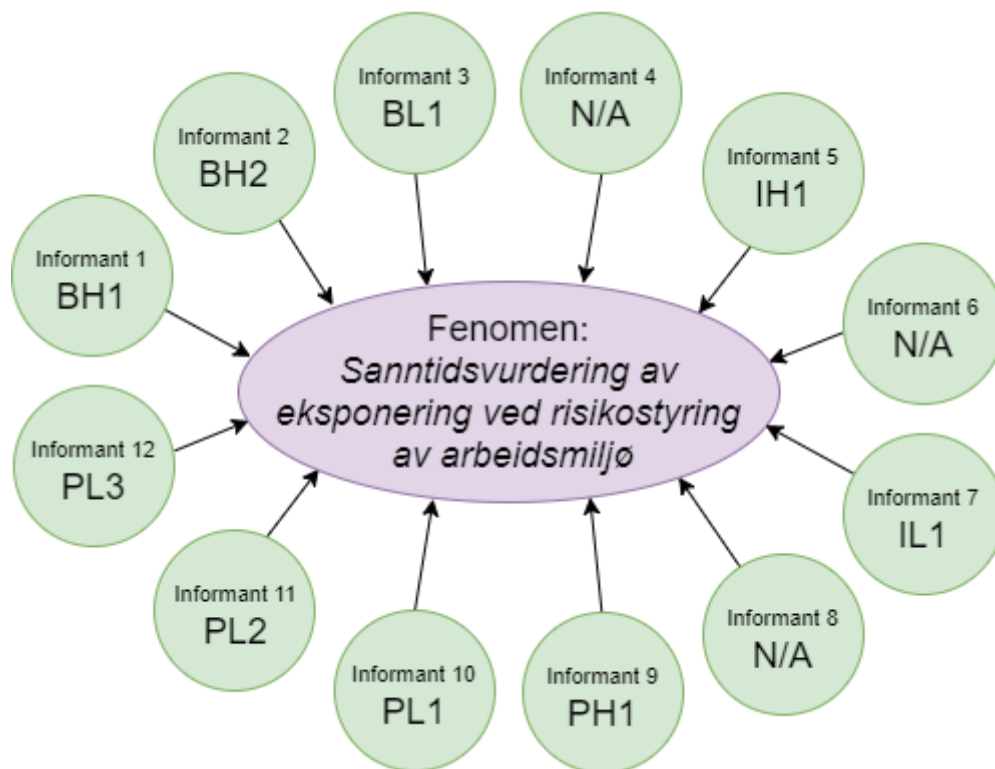
3.1 Litteraturstudie

Under arbeidet med denne masteroppgaven har det blitt brukt to innfallsvinkler for innhenting av relevant litteratur. Før forfatterne startet innhenting av empiri, ble det gjennomført en videreføring av litteraturstudien fra fordypningsprosjektet høsten 2018. Hensikten med denne innledende litteraturstudien har vært å identifisere litteratur som beskriver konseptet sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø. Til dette formålet ble Oria og Elseviers database *ScienceDirect* brukt som søkemotorer. Det ble benyttet ulike kombinasjoner av søkeord, hvorav et åpent søk med de kombinerte nøkkelordene «real-time» (*ikke* «real-time location»), «personal» og «exposure» ga de mest interessante resultatene, 391 i tallet. For å redusere dette antallet ble søket gjentatt med de tillagte nøkkelordene «occupational health», som returnerte 333 forskningsartikler. Disse artiklene ble manuelt filtrert ved gjennomgang av tittel og/eller sammendrag til det var 19 gjenværende artikler. Av hensyn til de naturlig begrensede rammene rundt oppgaven er det bare én av disse som er beskrevet i denne oppgaven, nemlig Papadakis' og Chalkidou (2008) modell for kvantifisering av individuell arbeidsrisiko (se kapittel 2.1.3.3). Et interessant funn fra litteraturstudien er at omfanget av forskningsartikler relatert til oppgavens tema er nokså begrenset. Det ble til sammenlikning identifisert langt flere artikler relatert til sanntidsovervåkning av miljøforurensninger for den generelle befolkningen, og bruk av sanntidsdata innen prosess- og sikkerhetsstyring.

I forbindelse med gjennomføring og analyse av intervjuene, ble det også gjort målrettede søk etter teori og støttelitteratur, som sammen med empiri utgjør grunnlaget for diskusjonskapitlet. Deler av litteraturen som utgjør oppgavens teoretiske fundament ble innhentet i forbindelse med fordypningsprosjektet høsten 2018, og har blitt ytterligere bearbeidet i arbeidet med denne oppgaven. Dette gjelder blant annet teori om støy, arbeidsmiljø og risikostyring, men også litteraturen som omhandler WiNoS (se kapittel 2.3.1.1). Det har blant annet blitt hentet informasjon fra Arbeidstilsynet, Store norske leksikon, relevante lærebøker (hvorav to som beskriver forskningsmetoder), pensumlitteratur fra diverse emner ved NTNU, regelverk og standarder, forskningsartikler om fysisk og kjemisk arbeidsmiljø, samt data fra NOAs nasjonale statistikk om arbeidsmiljø og helse.

3.2 Forskningsdesign og datainnsamling

For å kunne svare på problemstilling på en tilfredsstillende måte, ville det være avgjørende å velge et egnet forskningsdesign. I denne masteroppgaven ble det valgt å benytte et forskningsdesign som i metodelitteraturen betegnes som en *små-N-studie*. Dette er et forskningsdesign hvor det velges ut et fåtall enheter med den hensikt å belyse et spesifikt *fenomen* fra ulike ståsteder (Jacobsen, 2016). Fenomenet av interesse i denne oppgaven er, som beskrevet i kapittel 1.2, bruk av sanntidsdata og -systemer ved risikostyring av arbeidsmiljø, herunder konseptet *sanntidsvurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer*. Små-N-studien som utgjør forskningsdesignet i denne masteroppgaven er illustrert i figur 8 nedenfor. Det satt et en øvre begrensning på 12 enheter (informanter).



Figur 8: Små-N-studien i denne masteroppgaven. Tilpasset fra Jacobsen (2016)

En naturlig tilnærming for å samle inn data om erfaringer, oppfatninger og holdninger til et så omfattende konsept som sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø, er en kvalitativ forskningsmetode. Jacobsen (2016) slår fast at valg av åpne individuelle intervjuer som metode kan være godt egnet dersom det er relativt få enheter som undersøkes, når en er interessert i hva det enkelte individ sier, og når en ønsker å avdekke hvordan den enkelte fortolker og legger mening i et spesielt fenomen. Tjora (2012) trekker frem at perspektivene som blir presentert ved å ta i bruk dybdeintervjuer til innhenting av empiri er «verden sett fra informantens ståsted». Kombinasjonen av små-N-studie som forskningsdesign og individuelle dybdeintervjuer som metode for datainnsamling la dermed til rette for rike og detaljerte beskrivelser av oppgavens problemstilling fra informantenes synsvinkel.

3.2.1 Intervjuer

I forbindelse med masteroppgaven ble det gjennomført ni semistrukturerte dybdeintervjuer med informanter fra tre virksomheter fra henholdsvis petroleumsnæringen, bygge- og anleggsnæringen, samt industrinæringen. Dybdeintervjuene karakteriseres som semi-strukturerte siden det ble benyttet intervjuguide med forhåndsbestemte tema i fast rekkefølge, men med fleksibel ordlyd på spørsmålene. Intervjuene ble gjennomført i perioden 26. februar til 1. april 2019. Åtte av intervjuene ble gjennomført over Skype, mens ett intervju ble gjennomført over telefon. Intervjuene hadde en varighet på 45-65 minutter. Av 12 opprinnelig planlagte intervjuer ble ni gjennomført: fire intervjuer med HMS-personell og fem intervjuer med ledere.

Videre beskrives utvelgelse av informanter, forberedelser som ble gjort, gjennomføring av intervjuene, samt transkribering.

3.2.1.1 Valg av informanter

En naturlig begrensning ved bruk av kvalitative forskningsmetoder er at det er umulig å undersøke alle enhetene en ønsker (Jacobsen, 2016). Det var derfor nødvendig å definere et avgrenset utvalg, og det ble tidlig satt en øvre grense på 12 informanter. Etter at masteroppgavens problemstilling og forskningsdesign var definert, ble det videre utarbeidet en samling kriterier som skulle legge grunnlaget for dette utvalget. Det første kriteriet som ble satt var at informantene måtte tilhøre en av de tre valgte næringene, og at det derfor skulle velges fire informanter fra hver næring. Deretter ble det spesifisert at informantene måtte være ledere eller arbeide med HMS/arbeidsmiljø i sine respektive virksomheter, og at de fire informantene innenfor hver næring skulle tilhøre samme virksomhet. For å forenkle utvelgelsesprosessen ble det ansett som hensiktsmessig å benytte hovedveileder (Ellen Katrine Jensen) og forfatterens nettverk innenfor disse næringene. Noen av informantene ble valgt ut som følge av at enkelte informanter anbefalte dem som aktuelle for oppgaven. Det ble altså benyttet en kombinasjon av strategisk sampling og sampling ved snøballmetoden.

De åtte informantene fra bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen ble identifisert og valgt med utgangspunkt i forfatterens kontaktnettverk og ved hjelp av snøballmetoden. De fire informantene fra petroleumsnæringen ble valgt med utgangspunkt i anbefalinger fra veileder. Veileder tok kontakt med disse informantene, og etter at alle fire hadde uttrykt interesse for å delta, overtok forfatterne dialogen med dem.

Under intervjuene svarte informantene på spørsmål om arbeidstittel, nåværende ansvarsområder i virksomhet, tidligere yrkeserfaring og utdanningsbakgrunn. Tilbakemeldingene under intervjuene tydet på at informantene har svært ulike ansvarsområder i sine respektive virksomheter, og at det er stor variasjon når det gjelder både utdanningsbakgrunn og yrkesretning. Denne informasjonen ble også brukt til å fastsette den endelige kategoriseringen av informantene som enten HMS-personell eller ledere. Samtlige informanter opplyste at de hadde fullført høyere utdanning, men det var stor variasjon når det gjaldt utdanningsretning og fagområde. Under intervjuene ble det også avdekket hvorvidt informantene hadde deltatt i relevante utviklings- eller omstillingsprosjekter (f.eks. forskning). For leseren kan det være interessant å vite at én av lederne fra petroleumsindustrien (PL3) har deltatt i utviklingen av et sanntidssystem for overvåkning av støy (WiNoS), mens de tre andre informantene fra samme næring også har noe forkunnskap om systemet og om hvordan sanntidsdata kan brukes ved risikostyring av arbeidsmiljø.

Informantene ble gitt en kode bestående av to bokstaver og ett siffer (se tabell 3). Hensikten med dette var i holde informantenes identitet skjult og forenkle databehandling og analyse av resultater. Den første bokstaven angir hvilken næring informantene tilhører (*B* for bygge- og anleggsnæringen, *I* for industrinæringen og *P* for petroleumsnæringen), mens den andre bokstaven angir hvorvidt informantene kategoriseres som HMS-arbeider (*H*) eller leder (*L*). Disse kodene brukes også videre i oppgaven i forbindelse med presentasjon og diskusjon av resultater.

<i>Informant</i>	<i>Næring</i>	<i>Jobbkategori</i>	<i>Kode</i>
1	Bygg og anlegg	HMS-arbeider	BH1
2	Bygg og anlegg	HMS-arbeider	BH2
3	Bygg og anlegg	Leder	BL1
4	Bygg og anlegg	Leder	N/A
5	Industri	HMS-arbeider	IH1
6	Industri	HMS-arbeider	N/A
7	Industri	Leder	IL1
8	Industri	Leder	N/A
9	Petroleum	HMS-arbeider	PH1
10	Petroleum	Leder	PL1
11	Petroleum	Leder	PL2
12	Petroleum	Leder	PL3

Tabell 3: Oversikt over informantene

Som tabell 3 illustrerer ble det opprinnelig planlagt å gjennomføre 12 intervjuer. Tre av de planlagte intervjuene lot seg imidlertid ikke gjennomføre innenfor tidsrammen som var satt. Informantene det gjelder er følgelig ikke en del av oppgaven og kodene deres er derfor utelatt fra tabellen.

3.2.1.2 Forberedelser

Innledningsvis i arbeidet med masteroppgaven, og etter at problemstilling og forskningsdesign var definert, ble det utarbeidet en intervjuguide (se vedlegg 3). En intervjuguide er en oversikt over hvilke temaer et intervju skal ta for seg, og sørger for en viss grad av struktur i innhenting av empiri (Jacobsen, 2016). Dette var hensiktsmessig for å sikre at temaene som oppgaven skulle belyse ble tilstrekkelig gjennomgått under intervjuene.

De øvrige forberedelsene til intervjuene bestod av følgende punkter (med e-post som kommunikasjonsform):

- Informantene fikk først tilsendt en forespørsel om deltakelse per e-post med generell informasjon om temaet og oppgavens problemstilling, sammen med et utfyllende informasjonsskriv (se vedlegg 1). Informasjonsskrivet inneholdt en samtykkeerklæring som informantene måtte signere og returnere til forfatterne dersom de ønsket å delta (denne er utelatt fra vedlegget).
- Informantene som samtykket til deltakelse fikk deretter en e-post med forslag til møtetidspunkt, og det var i de fleste tilfeller forholdsvis enkelt å finne et passende tidspunkt.

- Om lag en uke før intervjuet skulle gjennomføres fikk informantene tilsendt en møtelenke til Skype for Business, samt en kort systembeskrivelse som skulle introdusere temaet for intervjuet (se vedlegg 2). En annen hensikt med denne e-posten var at den skulle utgjøre en ekstra påminnelse til informantene om tidspunktet for det forestående intervjuet.

3.2.1.3 Gjennomføring av intervjuer

Som tidligere nevnt ble det gjennomført åtte intervjuer over Skype, mens ett intervju ble gjennomført over telefon. Lyd- og bildekvaliteten i Skype var svært god, og denne kommunikasjonsformen utgjorde derfor et godt alternativ til gjennomføring av intervjuene ansikt-til-ansikt. En betydelig fordel ved å gjennomføre intervjuene over Skype var at informantene fikk anledning til å gjennomføre intervjuene i kjente omgivelser ved sine respektive arbeidsplasser. Dette gjorde også planleggingen og gjennomføringen enklere enn hva som ville vært tilfellet ved intervjuer ansikt-til-ansikt. Intervjuene ble gjennomført ved at én av forfatterne stilte spørsmål fra intervjuguiden, mens den andre tok notater og stilte oppfølgingsspørsmål etter behov. Rollene ble byttet om ved hvert intervju, slik at begge forfatterne fikk prøve seg på å lede intervjuer. Seks av intervjuene ble gjennomført mens begge forfatterne var til stede, mens tre av dem ble gjennomført av én av forfatterne alene.

Som nevnt i kapittel 3.2.1.1 fikk informantene spørsmål om arbeidstittel og yrkes- og utdanningsbakgrunn for at det skulle la seg gjøre å kategorisere dem som HMS-personell eller ledere. Denne informasjonen bidro også å øke kvaliteten på intervjuene, ved at forfatterne kunne gjøre nødvendige tilpasninger av spørsmål og formuleringer fra intervjuguiden til den enkelte informant. For å legge til rette for en god dialog og meningsutveksling under intervjuene, ble det innledningsvis stilt spørsmål om temaer som i utgangspunktet ligger utenfor oppgavens problemstilling. Disse temaene omfattet blant annet spørsmål om informantenes erfaring med arbeidsmiljømålinger og bruk av data fra slike målinger innen risikostyring av arbeidsmiljø i virksomheten. På denne måten fikk informantene innledningsvis anledning til å snakke om kjente temaer, før fokuset gradvis ble rettet mot de mer avanserte konseptene sanntidsdata og sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø. Informantene fikk anledning til å snakke fritt om temaene uten særlige rettelser, noe som ofte førte til lange og detaljerte refleksjoner og utgreiinger. Informantene ble også oppfordret til å komme med eksempler og digresjoner. Det kan gi informasjon om temaer som forfatterne på forhånd ikke har ansett som interessante – og derfor ikke stiller spørsmål om – men som likevel kan ha betydning innenfor rammene av oppgaven. Slike eksempler og digresjoner fra informantene førte blant annet til at det ble gjort små endringer av intervjuguiden etter noen av intervjuene.

Informantene ble tidlig i intervjuet spurt om de hadde lest gjennom systembeskrivelsen som hadde blitt sendt til dem på e-post ca. en uke i forveien. Én av informantene hadde ikke hatt anledning til å lese systembeskrivelsen på forhånd, mens en annen ønsket en ekstra gjennomgang. Innledningsvis i disse intervjuene ble det derfor gitt en kort muntlig oppsummering av systembeskrivelsen.

Under alle intervjuene ble det gjort opptak av lyd. Hensikten med dette var at forfatterne ikke skulle bli distraheret med å ta fullstendige notater under intervjuene, for heller å kunne fokusere på lytting og tolkning av det som ble sagt, noe Bendal (2018) og Jacobsen (2016) trekker frem som særskilte fordeler ved gjennomføring av intervjuer. Lyd ble tatt opp med en lånt lydopptaker fra NTNU. I tilfeller hvor informanten hadde tilgang til webkamera, ble

det i tillegg gjort opptak av både lyd og video ved hjelp av den innebygde opptaksfunksjonen i Skype. Å ta opp lyd med to ulike enheter viste seg å være en fordel, da det oppstod uforutsette tekniske problemer underveis i noen av intervjuene. Alle informantene ble informert om at det ville gjøres lydopptak under intervjuene før opptakene ble startet. Dette ble det også opplyst om i informasjonsskrivet som ble sendt til alle informantene per e-post før intervjuene.

På grunn av tekniske problemer med Skype måtte intervjuet med lederen fra industri-næringen (IL1) gjennomføres over telefon. I dette intervjuet ble lydopptakeren brukt til å ta opp lyd fra telefonens høyttaler, noe som resulterte i en betydelig forringelse av kvaliteten på opptaket. Kvaliteten på opptakene fra de øvrige intervjuene var imidlertid svært god, og la forholdene til rette for en effektiv transkriberingsprosess.

3.2.1.4 Transkribering

Lydopptakene (rådata) ble transkribert parallelt med gjennomføringen av intervjuene, og i noen tilfeller ble transkriberingen påbegynt umiddelbart etter intervjuene var avsluttet. For å effektivisere prosessen ble intervjuene fordelt mellom forfatterne, slik at én av forfatterne transkriberte fire intervjuer mens den andre transkriberte fem. Alle intervjuene ble transkribert direkte i Nvivo 12⁶, som har støtte for avspilling av lydfiler og flere praktiske funksjoner som er nyttige i forbindelse med transkribering. Hvert transkriberte intervju ble senere kvalitetssikret av forfatteren som ikke hadde gjennomført transkriberingen. Seks av intervjuene ble hovedsakelig transkribert fra kombinerte lyd- og videoopptak som ble gjort i Skype, mens tre av intervjuene ble transkribert fra rådata fra lydopptakeren. Lydkvaliteten i intervjuet med lederen fra industri-næringen (IL1) var, som tidligere nevnt, svært dårlig, og deler av intervjuet lot seg ikke transkribere. På grunn av dette er det ikke gjengitt direkte sitater fra denne informanten i resultatene.

Det ble i all hovedsak benyttet to metoder i transkriberingsarbeidet. Den ene metoden gikk ut på å spille av lydopptakene med redusert hastighet, slik at det var mulig å skrive ned det som ble sagt uten behov for nevneverdige pauser. Den andre metoden som ble brukt var å spille av opptaket i sin opprinnelige hastighet kombinert med hyppige pauser underveis. Det var ofte nødvendig å spole tilbake lydopptaket noen sekunder for å høre setninger på nytt, uavhengig av hvilken metode som ble brukt.

Alt som ble sagt under intervjuene ble skrevet ned. Dette gjaldt også kroppsspråk, latter og tenkepauser. Hensikten med dette var å få med alle nyanser og reduserer behovet for å gå tilbake i rådata under analysearbeidet. Dette bidro til at transkriberingen ble en omfattende og tidkrevende prosess. Det ble ikke ført timer underveis i arbeidet, og det er derfor vanskelig å anslå prosessens varighet. Totalt utgjør det transkriberte materialet om lag 48 000 ord (84 sider) fordelt på ni intervjuer.

For å oppfylle betingelsene for databehandling fra NSD og ivareta hensynet til informantens personvern, ble alle lyd- og bildeopptak behandlet og oppbevart utelukkende på en datamaskin tilhørende behandlingsansvarlig institusjon, altså NTNU. Alle opptak (og øvrige persondata) ble slettet før datamaskinen ble returnert til NTNU.

⁶ Nvivo er et dataprogram for analyse som er mye brukt innen kvalitativ forskning.

3.3 Analyse

Etter at alle intervjuene var ferdig transkribert ble svarene fra hver enkelt informant systematisert i forhåndsdefinerte kategorier i Nvivo 12. Disse kategoriene ble definert før intervjuene ble gjennomført med utgangspunkt i de overordnede temaene fra intervjuguiden. Hensikten med dette var å unngå at senere analyse av data skulle bli låst av subjektive erfaringer under intervjuene, noe som kan føre til at alternative innfallsvinkler utelates.

Eksempler på kategorier som ble brukt er blant annet *personvern*, *arbeidsmiljøfaktor*, *omstilling/endring*, *drivere* og *begrensninger*. Noen av utsagnene ble tilordnet mer enn én kategori. Å gjøre analysen på denne måten gjorde det lett å sammenlikne de ulike informantenes utsagn om ett og samme tema. Under analyseprosessen ble det kontinuerlig tatt stilling til hvilken næring informanten tilhørte, og om vedkommende var kategorisert som HMS-personell eller leder. Selv om omfanget av analysen ble noe redusert som følge av at tre av de planlagte intervjuene ikke ble gjennomført, var det likevel en tidkrevende prosess.

3.4 Etiske aspekter

Valget av forskningsdesign, med gjennomføring av individuelle dybdeintervjuer – og dermed innhenting og behandling av personopplysninger, gjorde det nødvendig å melde inn masteroppgaven til NSD, Norsk senter for forskningsdata. Meldeskjema ble sendt 18. januar 2019, og 23. januar 2019 sendte NSD følgende vurdering i retur:

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet (...) Behandlingen kan starte.

Personopplysningene som ble samlet inn og behandlet var blant annet informantenes navn, e-postadresse, telefonnummer, navn på virksomhet og arbeidstittel. Under intervjuene ble det også gjort opptak av informantenes stemme, noe som også regnes som personopplysninger da det kan bidra til å identifisere dem. Alle innhentede personopplysninger ble samlet i et personregister som ble oppbevart på en passordbeskyttet datamaskin tilhørende NTNU. Gjennom forskningsprosjektet var det ingen andre enn forfatterne som hadde tilgang til denne datamaskinen. Transkriberte intervjuer ble kodet som i tabell 3, slik at ikke skulle være mulig å identifisere informantenes identitet for andre enn forfatterne. Alle personopplysninger (inklusive det transkriberte materialet) ble slettet i forbindelse med levering av oppgaven til sensur. Dette gjør det umulig for leseren eller andre interesserte å etterprøve de empiriske resultatene som presenteres i oppgaven, men hensynet til informantenes personvern anses som styrende i denne sammenhengen.

Informantene fikk – i forbindelse med forespørsel om deltakelse – utfyllende informasjon om hensikten med forskningsprosjektet, og hva en eventuell deltakelse ville innebære for dem. Informantene ble opplyst om at den endelige publikasjonen ville inneholde direkte sitater fra intervjuene, men at deres navn, stillingsfunksjon og navn på virksomhet ville holdes skjult. Ifølge Jacobsen (2016) kan sitater som tas ut av en større sammenheng ofte få en helt annen mening dersom de settes inn i en større kontekst. Av hensyn til resultatene ble det derfor etterstrebet å sette sitater i sammenheng ved å presentere nødvendige utfyllende data, uten at det skulle på bekostning informantenes personvern. Slike data er blant annet gjengitt i kapittel 4.1. Informantene ble også informert om at de ville kategoriseres som enten ledere eller HMS-personell i publikasjonen, noe som åpenbart er en betydelig forenkling av virkeligheten. Den ovennevnte informasjonen ble både gitt i et

informasjonsskriv (se vedlegg 1) som ble sendt til informantene per e-post i januar, februar eller mars 2019, og under selve intervjuet. I informasjonsskrivet ble det understreket at det ville være frivillig å delta i forskningsprosjektet, og at de på hvilket som helst tidspunkt ville ha anledning til å trekke sitt eventuelle samtykke tilbake, uten å oppgi grunn.

Som nevnt i kapittel 3.2.1.2 ble det også sendt en e-post til informantene med en kort systembeskrivelse (se vedlegg 2) i forkant av intervjuene. Avgjørelsen om å gjøre dette er forbundet med et viktig etisk aspekt, nemlig *undersøkelseseffekten*. Ved å presentere informantene med forfatterens perspektiver på viktige begreper mulige fordeler (og ulemper) ved et tenkt sanntidssystem før intervjuene, kan informantenes oppfatninger og holdninger til temaet (og dermed resultatene) ha blitt påvirket. Det ble imidlertid ansett som hensiktsmessig å gjøre dette likevel, for å sikre at alle informantene hadde en sammenliknbar grunnleggende forståelse av temaet for intervjuet. For å redusere en eventuell undersøkelseseffekt ble systembeskrivelsen forsøkt formulert så «objektivt» som mulig.

4 Resultat

I dette kapitlet presenteres resultatene fra de ni intervjuene som ble gjennomført. Intervjuguiden (og dermed også intervjuene) ble strukturert i tre ulike temaer, hvorav funnene tilhørende disse temaene danner det empiriske grunnlaget for besvarelsen av problemstillingen og drøfting av forskningsspørsmålene. Resultatene fra intervjuene presenteres på en måte som gjenspeiler strukturen intervjuene, og kapitlet er derfor delt inn i følgende tre underkapitler:

- 4.1 Tradisjonelle tekniske hjelpemidler og målemetoder ved risikostyring av arbeidsmiljøfaktorer
- 4.2 Sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø
- 4.3 Holdninger til innføring av systemer for sanntidsvurdering av eksponering

4.1 Tradisjonelle tekniske hjelpemidler og målemetoder ved risikostyring av arbeidsmiljø

Dette delkapitlet presenterer et utvalg av de viktigste funnene fra tema 1, hvor informantene fikk spørsmål om sine erfaringer med bruk av tradisjonelt måleutstyr, om sine generelle holdninger til arbeidsmiljømålinger, og om hvordan data fra slike arbeidsmiljømålinger benyttes ved risikostyring av arbeidsmiljøfaktorer i virksomheten de representerer. Informantene fikk også spørsmål om sine oppfatninger av hvordan arbeidstakere (og ledere) stiller seg til bruk av måleutstyr for kartlegging av arbeidsmiljørisiko og vurdering av eksponering. Avslutningsvis ble informantene bedt om å redegjøre for om noen arbeidsmiljøfaktorer får mer oppmerksomhet enn andre, og begrunne hvorfor det eventuelt er slik. Hensikten med spørsmålene i tema 1 var å gi et innblikk i det arbeidet som gjøres innenfor helse og arbeidsmiljø i de utvalgte virksomhetene per i dag, og gi kontekst til resultatene fra tema 2 og 3, som utgjør hovedfunnene i masteroppgaven. I tillegg ble det ansett som ønskelig fra et intervjuteknisk perspektiv å innlede intervjuene med tematikk som var kjent for alle informantene.

Begrepet tradisjonelle arbeidsmiljømålinger, betegner i denne masteroppgaven eksempelvis oppsamling av kjemiske stoffer med adsorbent for laboratorieanalyse eller bruk av dosimetre eller direktevisende utstyr til å si noe om arbeidstakeres eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer. Begrepet omfatter også automatiske detekterende målere for gass og flyktige organiske forbindelser som bæres på arbeidstakerens kropp i løpet av en hel arbeidsdag, samt direktevisende håndholdt utstyr for kartlegging av områdestøy eller andre farlige kjemikalier i arbeidsatmosfæren.

4.1.1 Erfaringer og holdninger til bruk av tekniske hjelpemidler

Informantene ble innledningsvis bedt om å redegjøre for sine erfaringer med bruk av målestrategier, -metoder og -utstyr for innhenting av data til bruk ved risikostyring av arbeidsmiljø. Svarene fra informantene antyder at HMS-arbeiderne generelt sett er mer kjent med bruk av måleinstrumenter, metoder for arbeidsmiljøundersøkelser, samt styrker, svakheter og hvordan de ulike måleinstrumentene fungerer, enn lederne.

«
Ja, jeg har jo brukt støy- og gassmålere, målere av radioaktivitet, både aktive og passive. (...) Jeg har også gjort målinger på bakteriologi og støvmengder og slike ting, så jeg har jobbet en del med det.
 »

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2

Alle de fire HMS-arbeiderne svarte at de hadde erfaring med gjennomføring av arbeidsmiljørelaterte målinger, og kunnskap om bruk av måleinstrumenter og ulike målestrategier. HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen (PH1) forklarte at han bruker mange typer måleinstrumenter for å måle ulike arbeidsmiljøfaktorer, og derfor har bred erfaring innenfor dette feltet.

«
(...) Vi gjør jo målinger med sånn klassisk ... yrkeshygieniske målinger med støv- og løsemiddelpumper, og diverse rør og filtre og den type ting, da. Ja, og så er det mer direktevisende som H₂S-, ammoniakkmålere, ja ... VOC er nevnt, Dräger CMS, og nå har jeg også testet X-pid. (...) Jeg har ikke brukt noe kvikksølvmåler hittil, da, men det jobber jeg også med. Støymåling, ja ... QP100Ex, sånn som dere sikkert har hørt om.
 »

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

Til sammenlikning var det bare én av lederne (PL2) som hadde personlig erfaring med bruk av måleutstyr i arbeidsmiljøsammenheng⁷:

«
Ja, jeg bruker gassmåler selv når jeg er ute. Jeg bruker... nå har jeg ikke lært å bruke den nye Cub-måleren, det vil jeg jo lære etter hvert.
 »

Leder i petroleumsnæringen – PL2

Denne skeivfordelingen mellom informantene kan i stor grad tilskrives de ulike ansvarsområdene lederne og HMS-arbeiderne har i sine respektive virksomheter (se kapittel 3.2.1.1), hvor HMS-arbeiderne i større grad har ansvar for operativ oppfølging av arbeidsmiljø på daglig basis, mens lederne i større grad har ansvar for strategi og overordnet styring og koordinering av innsats.

Holdningene til bruk av tekniske hjelpemidler viste seg å være generelt positive blant informantene. Det var bred enighet om at å måle og kvantifisere arbeidsmiljøfaktorer prinsipielt er avgjørende for virksomhetens evne til å ivareta arbeidstakernes helse, gi realistiske vurderinger av eksponeringen de utsettes for, og dokumentere risiko ved ulike

⁷ Cub er et personlig VOC-detekterende instrument som varsler brukeren om farlig flyktige forbindelser (bl.a. benzen) i arbeidsatmosfæren (Ion Science, u.å.).

arbeidsmiljøfaktorer. En av lederne i petroleumsnæringen, uten personlig erfaring med bruk av tekniske hjelpemidler, var tydelig på at innhenting av måledata er en viktig del av arbeidet med å redusere («mitigere») risiko. Informanten forklarte at målinger er viktige når virksomheten skal prioritere hvilke arbeidsmiljøfaktorer den skal ha fokus:

«*Min holdning er at vi må ha mer av det. Det er alltid kost/nytte, selvfølgelig, når det gjelder risiko, men jeg tror at så lenge det er mennesker involvert i prosessene og det er risiko involvert i prosessene, så vil noen forvente at vi 'mitigerer' risikoen så mye som mulig. (...) Uten en god måling, om det er permanent, eller om på en måte man systematisk måler, så bidrar det jo til å få et grunnlag for å prioritere.*

Leder i petroleumsnæringen – PL1

Det var ingen av informantene som uttrykte bekymringer om at de synes det gjøres for mange målinger innen arbeidsmiljø, eller at data som hentes inn gjennom måling er unødvendige eller unyttige.

Flere av informantene forklarte at de fleste arbeidstakere som regel er positive til at det gjennomføres arbeidsmiljømålinger, men at det ikke er uvanlig at det stilles spørsmål om hvor lang tid det tar og om hva som kreves av arbeidstakerne. HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen (PH1) forklarte at det i praksis er begrenset hvor mange måleinstrumenter en arbeidstaker kan bære på seg, og at han derfor må avveie i hvor stor grad den enkelte arbeidstaker skal «belastes» med slikt utstyr opp mot arbeidsmiljørisiko og eksponeringsfare. På spørsmål om han kan møte motstand fra arbeidstakere når det skal gjennomføres arbeidsmiljømålinger svarte informanten følgende:



«*(...) Jeg blir alltid ... ja, godt mottatt, for å si det sånn. Det er vel heller snarere tvert imot hvis jeg ikke foretar meg noe, så er det mer sånn: 'hvorfor er ikke du involvert her?'*

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

HMS-arbeideren i industrinæringen (IH1) fortalte at hun har inntrykk av at arbeidstakere flest i virksomheten er villige til å gå med måleutstyr på kroppen selv om det kan oppfattes som ubehagelig og tungt, fordi hensynet til helse og arbeidsmiljø ofte er betydelig.



4.1.2 Bruk av data fra tradisjonelle arbeidsmiljømålinger ved risikostyring

Flere av lederne presiserte at selv om de ikke nødvendigvis utfører målinger selv, og i enkelte tilfeller kan ha begrenset kunnskap om måletekniske aspekter, så har de god innsikt i hvordan data fra tradisjonelle arbeidsmiljømålinger benyttes i virksomhetens risikostyring av arbeidsmiljø. HMS-arbeideren fra industrinæringen (IH1) uttalte følgende:


(...) Jeg gjennomfører jo ikke målingene selv, ikke sant, så her er vi jo ... men vi bruker jo inputen fra målingene som er gjort i WERA-sammenheng, når vi gjør Work Environment Risk Assessment (...).




HMS-arbeider i industrinæringen – IH1

Ifølge informanten (IH1) brukes resultatene fra målinger til å gjennomføre risikovurderinger av arbeidsmiljø ved hjelp av Work Environment Risk Assessment (WERA), som er virksomhetens egenutviklede metode for dette formålet. Med WERA vurderes arbeidsmiljørisiko ut ifra faktorene *eksponering* og *helsefare*, som begge består av fem kategorier, og i kombinasjon utgjør en risikomatrix. De vurderte arbeidsmiljøfaktorene tildeles fargekoder (grønn, gul og rød) som illustrerer overordnet grad av risiko. Faktoren *eksponering* tar utgangspunkt i norm, altså grenseverdiene i regelverket. En daglig eksponering på mer enn 50 % av grenseverdi kan for eksempel gi gul eller rød risiko, avhengig av hvilken helsekategori arbeidsmiljøfaktoren har. Informanten forklarte videre at denne metoden egner seg godt til å sammenlikne risiko på tvers av arbeidsmiljøfaktorer, slik at virksomheten kan vurdere hvilke faktorer det er viktigst å gjøre noe med innenfor hver enkelt arbeidsoperasjon.


Jeg presenterer dataene for de som jobber der, og så ser vi på hvordan de ligger an i forhold til grenseverdier og hvor lang tid det tar før de kan kjøre inn etter en sprengning, for eksempel.




HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH1

En av HMS-arbeiderne (BH1) fra bygge- og anleggsnæringen forklarte at målinger som gjennomføres av virksomhetens yrkeshygienikere og HMS-personell i prosjekter brukes til å planlegge arbeidet, og særlig til å vurdere når det er trygt å oppholde seg i tunneler etter sprengning. Hun forklarte også at arbeidstakerne i tunnel bruker personbårne gassdetektorer som gir brukeren en alarm dersom det oppstår farlige nivåer av gass i arbeidsatmosfæren, men at det i praksis er opp til den enkelte arbeidstaker å avgjøre om arbeidet skal avbrytes eller ikke. Informanten antydte at en hensiktsmessig løsning kunne vært å gi ledere eller HMS-personell anledning til å overvåke alarmene ved hjelp av et trådløst sanntidssystem, for på den måten å gi arbeidstakerne instruksjoner om å avbryte arbeidet ved behov.


Det blir jo trasig for dem, for de må jo stoppe jobben, og de er ikke alltid så villige til å stoppe jobben, selv om det er dem det går ut over. Og lederne har jo sagt at de bare må komme ut, men jeg tror at det er en oppfatning om at dette skal de gjennomføre og det skal gå fortest mulig. Så, jeg tror det ville vært bedre om noen hadde sittet inne på et kontor og gitt dem beskjed om å gå ut.




HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH1

Ut ifra tilbakemeldinger fra flere av informantene er det tydelig at dataene som innhentes fra ulike målemetoder har stor betydning for arbeidet som gjøres innen risikostyring av arbeidsmiljø. Et sentralt funn er at data fra målinger brukes til å verifisere at tidligere utførte risikovurderinger er representative og gjenspeiler det reelle risikobildet i virksomhetene:


Vi bruker det ganske aktivt, i den forstand at vi bruker dem som kontrollmekanismer for å forsikre oss om at risikovurderingen faktisk stemmer overens med virkeligheten. Så det er jo slike øyeblikksbilder som tas for å sjekke at vi faktisk ikke utsetter de ansatte for mer støv, støy eller vibrasjoner enn vi gjør, ut ifra de kontorbaserte risikovurderingene som gjøres.


HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2

På direkte spørsmål om hvordan data fra arbeidsmiljømålinger benyttes ved risikostyring, forklarte representanter fra alle de tre næringene om reaktive tilnærminger for å endre eller korrigere etablerte rutiner og arbeidsmetoder. HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen slo fast at empiri fra arbeidsmiljømålinger er helt nødvendig for å regulere arbeidsrotasjon og angi hvor lenge arbeidstakere kan utføre arbeidsprosesser før grenseverdier overskrides:


(...) Altså klassisk bruker en vanligvis ... altså, skrive rapport ... holde det opp mot grenseverdier og tiltaksgrenser og den type ting, og gir råd i forhold til det, da. Så det er jo ... jeg bruker de dataene til å forstå eksponeringsbildet og risikobildet og gi råd mot linjen, altså de risikoutsatte, hvordan de skal styre denne type risikoer, da. Så, ja ... så det er vel kjernen i alt det jeg driver med, egentlig, det er å forstå risikobildet og hvordan det styres.


HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

Ifølge en av lederne fra petroleumsnæringen (PL1) er noen av de viktigste bruksområdene til data fra arbeidsmiljømålinger å verifisere hvilke virksomhetsområder som er mest utsatt for risiko, og undersøke hvorvidt risikoen har endret seg betraktelig fra tidligere kartlegginger. Resultatene fra målingene brukes også i arbeidet med å prioritere fokus for opplæring av arbeidstakere. Flere andre informanter nevnte også at målinger blir brukt til å vurdere om utførelse av arbeidsprosesser krever bruk av personlig verneutstyr, samt til å kartlegge hvilken type verneutstyr som er nødvendig for å sikre at arbeidstakernes sikkerhet og helse ivaretas.



(...) Dette var for eksempel noe vi gjorde med benzeneksponering. Det ble kjent at det var risiko ved lavere forekomster enn det man kanskje hadde tenkt (...) og da gikk man inn, gjorde nye kartlegginger og målinger (...) man brukte målingen til å få verifisert hvilke områder som var mest utsatt, sånn at man visste hvor man skulle 'sette inn støtet', både når det gjaldt opplæring av ledere og ansatte, og hvor man skulle sikre at man hadde best mulig verneutstyr tilgjengelig (...).

Leder i petroleumsnæringen – PL1



Noe fokus ble også rettet mot bruk av data i proaktive tilnærminger, men det later til at det finnes enkelte organisatoriske og måletekniske begrensninger som kan gjøre det utfordrende med rene proaktive løsninger. En av lederne fra petroleumsnæringen (PL1) beskrev blant annet hvordan den uunngåelige begrensningen å ikke kunne gjennomføre målinger på samtlige arbeidsområder til enhver tid, skaper enkelte utfordringer:



Det andre er jo hvordan man kan være proaktiv, og da blir det litt mer langsiktig måling: Det å samle data over tid for å se om det er noen trender vi ikke har oppdaget som personer og mennesker, for vi kan ikke lytte til én pumpe hele tiden, vi kan ikke stå over et rør hele tiden og lukte om det kommer noe eller å måle med målesystem.

Leder i petroleumsnæringen – PL1



Lederen fra bygge- og anleggsnæringen (BL1) forklarte at det gjennomføres omfattende målekampanjer i virksomheten, hvor det tas blod-, urin- og spirometriprøver av arbeidstakere som potensielt utsettes for betydelig arbeidsmiljørisiko i arbeidet. Dette gjelder blant annet arbeidstakere som utfører varmt arbeid, og som kan eksponeres for farlige kjemiske stoffer (f.eks. sveiserøyk eller giftig gass) i forbindelse med dette, eller arbeidstakere som kan eksponeres for asbest. Informanten fortalte videre om den generelle motivasjonen for å gjøre arbeidsmiljømålinger:



(...) For virksomheten som arbeidsgiver, så er det jo selvfølgelig ... det er jo tosidig (...): For det første skal vi være sikre på at vi ivaretar de [arbeidstakerne] som er der ute, og det er jo viktig, og at vi setter i gang tiltak hvis det er noe som viser seg å være galt; det andre er jo at ingen skal komme etter oss om 10-15 år og påstå at de ble utsatt for noe, og ikke kunne dokumentere at det ikke stemmer. Så det handler jo egentlig om å både passe på seg selv, og passe på sine ansatte.

Leder i bygge- og anleggsnæringen – BL1



Et sentralt funn er at data fra arbeidsmiljømålinger først og fremst brukes til å kartlegge eksponering ved nye prosjekter og arbeidsoperasjoner, planlegge arbeidet, og til å verifisere at kvalitative risikovurderinger stemmer overens med virkeligheten.

4.1.3 Prioritering av arbeidsmiljøfaktorer

Som en avslutning på tema 1 ble informantene spurt om noen arbeidsmiljøfaktorer får mer oppmerksomhet enn andre i deres virksomhet eller næring, og eventuelt om det er noen arbeidsmiljøfaktorer det er mer hensiktsmessig å gjøre målinger av enn andre. Av informantene i bygge- og anleggsnæringen ble støy, gass og vibrasjon trukket frem som arbeidsmiljøfaktorene som får mest oppmerksomhet. En av HMS-arbeiderne (BH1) trakk særlig frem eksponering for gass som en viktig arbeidsmiljøfaktor i forbindelse med arbeid i tunneler:

«
 Akkurat gass i tunnel har fått ganske mye oppmerksomhet fra meg, da. Vi har hatt noen episoder med veldig høye nivåer av CO₂, for eksempel, uten at vi har skjønt hva det var for noe, og vi har også høye verdier av NO₂.
 »

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH1

Informanten (BH1) forklarte videre at fokuset på gassmålinger til en viss grad gått på bekostning av måling av støy i virksomheten, som også er en viktig arbeidsmiljøfaktor i forbindelse med tunnelarbeid. Informanten forklarte videre at det på generell basis er mer utfordrende å gjennomføre støymålinger enn gassmålinger (særlig for vanlige arbeidstakere), og at arbeidstakere som regel er mer bekymret for eksponering for gass:

«
 Det er i hvert fall flere gassmålinger som blir gjennomført. De ansatte klager mer over gass og er redd for at det er skadelige gasser der. Jeg tror det er mer press fra de ansatte, rett og slett.
 »

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH1

At arbeidstakerne i denne delen av bygge- og anleggsnæringen anser gass for å utgjøre en større arbeidsmiljørisiko enn støy ble forklart med at gass kan føles på kroppen, i tillegg til at en stor andel av arbeidstakerne i bygge- og anleggsnæringen er vant til å jobbe i støyende omgivelser. Dermed kan de ha lettere for å undervurdere farene ved støyeksponering. Informanten forklarte at behovet for kompetent personell (yrkeshygienikere og HMS-personell) er større ved gjennomføring av støymålinger enn av gassmålinger. Informanten begrunnet dette med at arbeidstakerne generelt ved linjen ikke har tilstrekkelig kunnskap om hvordan å gjennomføre målinger, som også vil gjøre det vanskeligere å få gjennomført gode støymålinger.

Videre ble vibrasjon nevnt av to av informantene fra bygge- og anleggsnæringen (BH2 og BL1) som en arbeidsmiljøfaktor som har fått økende oppmerksomhet de senere årene. På spørsmål om økt oppmerksomhet mot én arbeidsmiljøfaktor kan få betydning for andre, antydte en av lederne (BL1) at et stort fokus på én bestemt arbeidsmiljøfaktor føre til at eksponeringen andre faktorer øker. Som eksempel forklarte lederen at ønsket om å redusere andelen varmt arbeid i virksomheten, som er forbundet med økt eksponering for kjemikalier i arbeidsatmosfæren, i mange tilfeller ville føre til utvidet bruk av kalde arbeidsmetoder. Det ble forklart at en slik utvikling kan medføre at eksponeringen for gass reduseres, men at hånd- og armvibrasjoner øker. Vibrasjon ble også trukket frem av informanten som en arbeidsmiljøfaktor som med fordel kan overvåkes i sanntid, da usikkerhet ved tradisjonell eksponeringsvurdering og risikokartlegging av vibrasjon kan være svært høy:

«
Her er det også helt manuelle registreringsformer. Du måler hvor lenge personen har hatt utstyret, fra han tok det ut til han leverer det inn igjen, og så må han selv fortelle oss hvor lenge han har hatt det i bruk. Det blir jo veldig ofte unøyaktig, vil jeg påstå. Det er ofte rundet av til nærmeste halvtime. Enkelte typer utstyr skal jo ikke brukes i mer enn 20 minutter engang, og det kunne nok vært interessant å få sanntidsmålt.
 »

Leder i bygge- og anleggsnæringen – BL1


Informanten (BL1) presiserte også at det dessuten er administrative utfordringer ved dokumentering av vibrasjonseksponering slik det gjøres i dag, hvor håndskrevne skjemaer samles inn og data føres inn manuelt i regneark på PC. Informasjonen må deretter analyseres, og det kan derfor gå lang tid fra eksponeringen finner sted, til den vurderes i lys av grenseverdier og bruken av vibrerende utstyr korrigeres.

Alle de fire informantene fra petroleumsnæringen nevnte kjemisk eksponering (særlig benzen) og støyeksponering som arbeidsmiljøfaktorene som får mest oppmerksomhet.

«
Det har vært veldig mye fokus på støy de siste årene. Det som er veldig mye fokus på per nå, vet jeg, er det her med benzen.
 »



Leder i petroleumsnæringen – PL3

HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen (PH1) nevnte spesifikt anbefalingen til ny grenseverdi for benzeneksponering i arbeidslivet fra ECHA (Det europeiske kjemikaliebyrået) som en avgjørende driver for at benzen har fått mye oppmerksomhet i næringen de siste årene. Flere av informantene pekte også på at det generelt har vært et økende fokus på arbeidsmiljø i petroleumsnæringen, hvor sikkerhet tradisjonelt har fått mer oppmerksomhet, og at dette kan føre til at det på sikt vil gjøres flere målinger enn det som er tilfellet i dag. Ifølge en av informantene (PL2) kan en del av det økte fokuset på arbeidsmiljø til dels tilskrives økt bevisstgjøring rundt kreftfaren ved eksponering for benzen og VOC.


Benzen har hatt mye oppmerksomhet i de siste ... i mange år nå, for det er jo kreftfremkallende. Nå er det VOC-måling som er kommet inn i større grad, på oppmerksomheten også, men det er ... industri går fremover og krever mer måling for å ha kontroll på arbeidsmiljø.




Leder i petroleumsnæringen – PL2

HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen (PH1) forklarte at det er virksomhetens risikobilde som avgjør hvor stor grad av oppmerksomhet ulike arbeidsmiljøfaktorer får:


(...) Det kommer an på risikobildet, altså, hvilken situasjon du går inn i. (...) En går jo aldri, eller svært sjelden veldig bredt ut, men en prøver å se 'hva er det som er risikoen i denne aktiviteten her', og så lager en et måleprogram når det gjelder ... eller anbefaler målinger når det gjelder det.


HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

En av lederne fra petroleumsnæringen (PL1) svarte det samme, men presiserte at virksomhetens aktiviteter naturlig peker i retning av støy og kjemikalier som noen av de viktigste arbeidsmiljøfaktorene:


Det handler jo mer om prioritering, og ikke det at noen ikke bør få oppmerksomhet og at andre bør det, men i vår natur så er det klart at for enkelte områder så er jo støy- og kjemikalieeksponering svært viktig, både på landanlegg og offshore.


Leder i petroleumsnæringen – PL1

Informanten (PL1) nevnte også at psykososialt arbeidsmiljø per i dag får mye oppmerksomhet, både i virksomheten og i næringen generelt, særlig i forbindelse med utviklingsprosesser innen digitalisering, *low-carbon* og effektivisering, og de organisatoriske og strukturelle endringene slike prosesser fører med seg.

De to informantene fra industrinæringen forklarte at støv og støy i lang tid har fått stor oppmerksomhet i deres næring. Ifølge HMS-arbeideren (IH1) var det tidligere utbredt astmaproblematikk i virksomheten. Hun presiserte imidlertid at situasjonen i dag er en helt annen, med høyere grad av kontroll på eksponering for helseskadelig støv. Denne endringen, og nedgangen i registrerte tilfeller av luftveissykdommer, ble forklart med at eksponeringen har gått ned som følge av endrede arbeidsmetoder, samtidig som bruken av personlig verneutstyr har økt.

I tillegg ble det nevnt at virksomheten har gjennomført et prosjekt tilknyttet vibrasjon, hvor alt håndholdt utstyr i virksomheten ble klassifisert i henhold til brukertid med utgangspunkt i virksomhetens interne grenser for arbeidsmiljørisiko i WERA (se kapittel 4.1.2). Utstyret ble da merket med klistremerker som gir arbeidstakerne informasjon om hvor lenge utstyret kan brukes i løpet av en åttetimers arbeidsdag uten at risikoen klassifiseres som gul eller rød i WERA.



4.2 Sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø

I tema 2 i intervjuet fikk informantene spørsmål om drivere, muligheter, anvendelighet, begrensninger og holdninger til bruk av sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø, herunder til vurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer. Informantene fikk også spørsmål om hvilke organisatoriske konsekvenser (endring eller omstilling) innføring av sanntidsdata eventuelt kan føre med seg for virksomheter som tar i bruk slike systemer.

Tema 2 ble innledet ved at informantene fikk spørsmål om de hadde gjort seg opp noen tanker om systembeskrivelsen (se vedlegg 2) som ble sendt til dem på e-post i forkant av intervjuet. De fleste informantene svarte at de hadde reflektert over innholdet, noe som ga opphav til flere interessante innspill og meningsutvekslinger under intervjuene. De viktigste funnene fra tema 2 er gruppert i de tre hovedkategoriene «drivere og motivasjon», «muligheter, anvendelighet, begrensninger og utfordringer» og «behov for omstilling», og presenteres henholdsvis i kapittel 4.2.1, 4.2.2 og 4.2.3.

4.2.1 Drivere og motivasjon



Informantene fikk spørsmål om de kunne se noen nytteverdi ved sanntidssystemet fra systembeskrivelsen (eller et tilsvarende system), og om de kunne si noe om hva som er de viktigste driverne for utvikling og implementering av sanntidsdata og -systemer innen arbeidsmiljø. HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen (PH1) var tydelig på at den viktigste driveren er at virksomheten må ha kontinuerlig kontroll på risiko innen arbeidsmiljø, på samme måte som den må ha kontroll på storulykke- og sikkerhetsrisiko, og at det foreligger et generelt behov for å øke bevissthet rundt dette i virksomheten:


(...) Den viktigste driveren er selvfølgelig at vi har kontroll med risikoene, også disse risikoene, for å si det sånn, til enhver tid (...) Dagens støykart er et statisk bilde som ble målt (...) den gangen, under de driftsbetingelsene, men vi vet jo alle at anlegg endrer seg, og ikke minst: det kan være så enkelt som gjennom et døgn, så kan støybildet endre seg. Så det vil ... et [statisk] støykart vil aldri kunne erstatte sanntidsmålinger. Så det har noe med økt bevissthet og at vi har løpende kontroll med ... ja, med risikoene, rett og slett. Jeg vil si det er det viktigste.


HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1



Kravene til styring av risiko er forankret i regelverket, og i så måte kan det argumenteres for at regelverket i seg selv utgjør en viktig driver. Krav fra regelverk var også noe flertallet av informantene uttrykte som en viktig driver under intervjuene. En av informantene fra petroleumsnæringen (PL2) forklarte at regelverket må bli strengere før at et sanntidssystem som WiNoS skal ha noe for seg, og at øvrige drivere er langt mindre viktige.

Lederen fra bygge- og anleggsnæringen (BH1) forklarte at ønsket om å forenkle innhenting av måledata er en viktig driver, og at trådløs teknologi i så måte kan være en faktor som legger til rette for at sanntidsdata er veien å gå:


(...) Slike ting hadde jo vært mye lettere hvis dette hadde vært kontinuerlig overvåket. For det er tungvint å gjøre dette med manuelle metoder. Så det blir slike stikkprøver og så prøve å gjøre det riktig, basert på de erfaringene man har.




HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH1

Informantene var nokså samstemte om at automatisering av arbeidsmiljømålinger (innhenting av måledata) kan være positivt av flere årsaker. Automatisering av arbeidsmiljømålinger kan redusere behovet for kompliserte målestrategier og -metoder, øke påliteligheten i målingene ved å redusere usikkerhetsmoment ved manglende eller mangelfulle målinger, og potensielt øke forståelsen for konsekvensene av eksponering gjennom tilgang til større mengder eksponeringsdata. Flere av informantene uttrykte at de ønsker å tydeliggjøre virksomhetens risikobilde og oppnå mindre usikkerhet i måleresultatene og at dette kan være argumenter for å ta i bruk sanntidsdata.


Man håper kanskje at dette skal gi store muligheter til å få et annet bilde på risiko, et annet bilde på konsekvensen av risiko, altså, du har jo etter 'mitigerende' tiltak, så har jo du en gjenværende risiko, og den også er jo noe som du må se over tid.


Leder i petroleumsnæringen – PL1

Som kontrast til driverne for sanntidssystemer innen arbeidsmiljø, ble det også uttrykt bekymringer for den økonomiske belastningen et slikt system kan medføre. Noen av informantene, blant annet en av HMS-arbeiderne i bygge- og anleggsnæringen (BH2), nevnte imidlertid at sanntidssystemer på sikt trolig kan bli lønnsomme, selv om det ble antydnet at den økonomiske risikoen forbundet med teknologiens funksjonalitet per i dag vil være for stor:


Jeg tror det i utgangspunktet, sånn som det er i dag, er ganske belastende, fordi det fortsatt er ganske ungt. Det er min magefølelse. Jeg tror det er litt tidlig enda, men når det blir kvitt noen barnesykdommer, så er det på alle måter økonomisk gunstig (...).


HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2

Lederen fra petroleumsnæringen som har vært med å utvikle WiNoS (PL3), fortalte at motivasjonen for å utvikle et trådløst system for støyovervåkning i utgangspunktet var likt fordelt mellom HMS og prosessovervåkning. Som tidligere nevnt i kapittel 2.3.1.1, har virksomheten ambisjoner om å videreutvikle WiNoS slik at det i fremtiden også kan brukes ved akustisk tilstandsovervåkning av prosesser og utstyr (informanten referer til dette som fase 2 i sitatet nedenfor). Informanten forklarte imidlertid at fokuset per i dag ligger innenfor HMS, ettersom prosessering og analyse av frekvensdata har vist seg krevende å gjennomføre, og at utviklerne derfor ønsker å etablere funksjonalitet for HMS-egenskaper i første omgang:

(...) Jeg tror det er en strategi som er fornuftig, for da har vi noe vi kan selge inn som er håndgripelig og 'oppe i dagen' med disse dynamiske støykartene, og WiNoS ... og bruksområder slik brukerne kjenner det fra før. Samtidig så har vi fundamentet for fase 2, da.

Leder i petroleumsnæringen – PL3

HMS-arbeideren fra industrinæringen (IH1) forklarte at den viktigste driveren først og fremst er behovet for gode målinger til å validere risikovurderinger, som tradisjonelt tar utgangspunkt i tilbakemeldinger fra de eksponerte operatørene selv i stor grad:

(...) For meg er måling bare noe ... et bidrag til å gjøre en risikovurdering, ikke sant, for da har jeg litt mer fakta. (...) Innenfor hver SEG så har vi, ja, tre-fire stykker som vi snakker med. Og så må du jo da validere det med måledata, da (...). Så for meg er måledata bare en input til en risikovurdering.

HMS-arbeider i industrinæringen – IH1

Informanten fortalte at de bruker PIMEX, en metode for overvåkning og kartlegging av eksponering som kombinerer bruk av direktevisende målinger og videoopptak (se kapittel 2.3.1.2). Informanten forklarte at PIMEX har hatt stor betydning for kartleggingen av eksponering i virksomheten:

Ja, det kan ha hatt betydning for å få kartlagt toppene våre, for vi oppdaget jo at vi hadde topper andre steder enn vi trodde (...).

HMS-arbeider i industrinæringen – IH1

Informanten (IH1) forklarte videre at en metode som PIMEX, som representerer en alternativ tilnærming til bruk av sanntidsdata ved risikostyring, kan være nyttig i forbindelse med opplæring av arbeidstakere, da det kan brukes til å avdekke hvordan ulik utføring av arbeidsoppgaver påvirker eksponering:

« *(...) Det ser vi jo veldig godt med PIMEX, at to operatører som gjør samme jobb er helt forskjellig eksponert fordi de jobber ulikt: Én står kanskje med ... holder litt avstand til støvkilden, mens en annen, han 'bader' i kilden. Sånn at ... og da kan du bruke det i opplæringsammenheng, ikke sant, og så forklare det at det er bedre å jobbe på denne måten, da blir du mindre eksponert.* »

HMS-arbeider i industrinæringen – IH1

Informanten antydte også at krav til dokumentasjon innen arbeidsmiljø vil føre til at måling av arbeidsmiljøfaktorer vil få mer oppmerksomhet i fremtiden, uten at sanntidsdata nødvendigvis vil utkonkurrere tradisjonelle metoder for vurdering av eksponering:

« *(...) Måling blir kjempeviktig fremover, for vi må kunne dokumentere hva vi gjør, så måling er definitivt et viktig punkt, men hvorvidt det er behov for ... hvorvidt det vil endre seg til direktevisende, det tror jeg ... det vil være bra der hvor det går an (...) men man må ha folk til å tolke dette, opp mot normene, for det er de jo de som er grunnleggende for det arbeidet vi gjør.* »

HMS-arbeider i industrinæringen – IH1

Trådløs kommunikasjon ble også trukket frem som en driver, i den forstand at en yrkeshygienikers arbeidsdag potensielt kan forenkles og effektiviseres dersom slik teknologi tas i bruk innenfor arbeidsmiljø. Ved at et system kan settes opp ett sted og samle inn måledata som kontinuerlig gjøres tilgjengelig for en yrkeshygieniker som befinner seg et helt annet sted, kan det redusere yrkeshygienikerens behov for være fysisk til stede for å gjennomføre målinger. Uttalelser fra de to HMS-arbeiderne i bygge- og anleggsnæringen (BH1; BH2), en næring som i stor grad er preget av midlertidige dynamiske prosjekter og store geografiske avstander mellom arbeidssteder, underbygger dette:

« *Vi kan overføre dataene til en PC for å behandle informasjon og lage kurver, men vi må hente ut dataene manuelt. (...) Vi har drømt om at slike sensorer kan kobles til et [trådløst] nettverk for dataoverføring.* »

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH1



En yrkeshygieniker har tidkrevende oppgaver som kunne vært løst av sånne sensorer, men tolkningen må vi fortsatt ha mennesker til å gjøre, og da kunne yrkeshygienikeren jobbet mer effektivt, ved å sende oppgaver ut til linjene, og få tilbake god data. Det vil jo effektivisere yrkeshygienikerens hverdag, og de kontrollrutiner som vi nødvendigvis må ha i enhver virksomhet.

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2



At evne til styring av arbeidsmiljørisiko i større grad kan bli en konkurransefaktor fremtiden, ble også nevnt som en driver som kan påvirke viljen til å utvikle og ta i bruk sanntidssystemer blant virksomheter i petroleumsnæringen:



(...) Det er jo dette jeg tror en av konkurransefaktorene vil være, da, at hvis ikke du følger med på utviklingen av denne typen ting, så faller du av lasset. Så ... ja, jeg oppfatter at viljen er ... det korte svaret er at viljen er stor (...).

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1



Et økt fokus på digitalisering virksomheten ble også nevnt som en viktig driver av flere av informantene i petroleumsnæringen. En av HMS-arbeiderne fra næringen (PH1) uttrykte således bekymring for at innføringen av slike systemer kan bli en utfordring med tanke på at det er stor variasjon når det gjelder IT-kompetanse blant arbeidstakerne i virksomheten:



(...) Og så er det et generasjonsskifte, ikke sant, vi ... ja, men altså, vi skal både ta hensyn til dem som nærmer seg pensjonsalder og til dem som nettopp har begynt i arbeidslivet, ikke sant, du har hele spekteret av IT-kompetanse (...)

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1



4.2.2 Muligheter, anvendelighet, begrensninger og utfordringer

Idéen om at sanntidssystemer på sikt trolig vil kunne erstatte tradisjonelle målemetoder står relativt sterkt hos flertallet av informantene. Oppfatningene om hvordan sanntidssystemer kan anvendes i de ulike næringene var imidlertid flertydige. Av lederen i bygge- og anleggsnæringen (BL1) ble det antydnet at virksomhetenes fleksibilitet i møte med arbeidsmiljøutfordringer kan forbedres når det er snakk om større prosjektarbeid:

«
 (...) Det er sjelden man har mulighet til å gjøre store endringer under en pågående kampanje, toget har på en måte gått fra stasjonen og mobiliserer, egentlig. (...) Det kan jo tenkes, at hvis du får disse sanntidsdataene, du fikk svarene litt tidligere, at det er mulig å sørge for at folk ikke blir eksponert for støy, kjemikalier, vibrasjoner og andre ting litt raskere, og en rett og slett blir nødt til å ha litt andre planer enn en har i dag.
 »

Leder i bygge- og anleggsnæringen – BL1

En av lederne fra petroleumsnæringen (PL1) trakk frem muligheten til å benytte større mengder historiske data for å gjennomføre trendanalyser av arbeidsmiljøfaktorer. Informanten argumenterte for at en på den måten kan man få en mer helhetlig oversikt over hvilken påvirkning arbeidsmiljøet faktisk har på arbeidstakerne:

«
 (...) Kan trekke ut og få trender over tid, så kan det være at man finner at det risikobildet man trodde man kjente godt kan endre seg litt fordi at man får mer objektive data som kan stå i støykilden ... eller i eksponeringskilden mye lenger.
 »

Leder i petroleumsnæringen – PL1

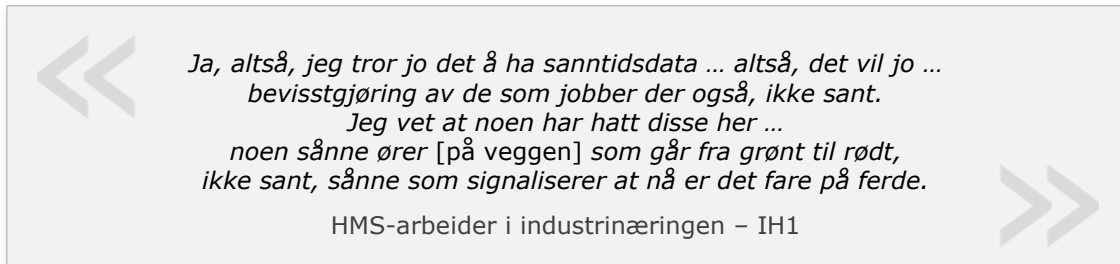
Utover evnen til å potensielt skape et godt risikobilde i sanntid, i tillegg til muligheten for historiske analyser, ble det også diskutert hvorvidt informantene så for seg at slike sanntidssystemer kan utgjøre et effektivt risikoreduserende tiltak selv om de ikke reduserer støy eller konsentrasjonen av kjemikalier i arbeidsatmosfæren i seg selv.

«
 Brukt på den rette måten med den rette kompetansen: ja. Men det kan også ha ... det kan også være en risikoøkende faktor hvis at du bruker de ... ikke forstår hvordan du skal bruke de dataene og bruker de feil, så kan du ta feil avgjørelser som kan ha fatale følger, for å si det sånn.
 »

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

Flere av informantene trakk frem at sanntidssystemer trolig kan bidra til å bevisstgjøre arbeidstakere på arbeidsmiljørisiko og eksponeringen de kan utsettes for, og at dette kan påvirke handlingsmønstre og oppmuntre til økt bruk av personlig verneutstyr. Av flere informanter ble det derfor argumentert for av flere informanter at den måten utgjøre et risikoreduserende, selv om tiltak på et høyere nivå i hierarkiet i mange tilfeller vil være med effektive med hensyn til kostnad/nytte-perspektivet.



På spørsmål om hvordan et sanntidssystem som for eksempel måler støy kan bidra til å bevisstgjøre arbeidstakerne på risiko, forklarte HMS-arbeideren i industrinæringen (IH1) at de dynamiske støymålingene eksempelvis kan knyttes opp mot en indikator som kan henges på veggen:



Hun forklarte også at dette er en løsning som blant annet har blitt tatt i bruk i barnehager, hvor støy også kan utgjøre et betydelig arbeidsmiljøproblem.



4.2.2.1 Personvern

Informantene fikk videre spørsmål om de tror at innføring av sanntidssystemer innen arbeidsmiljø kan innvirke på arbeidstakeres personvern. Flere av informantene pekte på at det kan bli en utfordring dersom slike systemer for eksempel utvides til å involvere sporing av arbeidstakere med GPS.


Jeg ser selvfølgelig mulighetene for overvåkning hvis vi gir noen en GPS-sporer, så får vi jo en fantastisk oversikt over hvor folk har vært og når. Så jeg ser jo muligheten for, og ikke minst frykten for arbeidsgivere som ikke er så seriøse for å overvåke sine ansatte.


HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2



Lederen fra petroleumsnæringen som har vært med å utvikle WiNoS (PL3), fikk spørsmål om hvordan virksomheten forholder seg til personvern, og om hensynet til personvern er noe arbeidstakere eller ledere i virksomheten har uttrykt bekymring for:


Det har vært viktig for oss å poengtere ... for eksempel når man har online støymålinger, da, at det gjøres ingen opptak av selve råformatet på lyden. Alt blir jo prosessert i en måler og sendt inn som ferdig prosesserte lydnivåer og eventuelt frekvensdata, så det er ingenting av de dataene som samles inn som kan spores tilbake når det gjelder å bruke det som et opptak av den reelle lyden i området.


Leder i petroleumsnæringen – PL3

Informanten (PL3) forklarte videre at det har blitt foreslått å utstyre operatører med bærbare støymålere som gjør det mulig å lokalisere dem i sanntid, men at dette er noe virksomheten ikke har gått videre med på nåværende tidspunkt, delvis av hensyn til personvernet. Ifølge informanten er de to hovedargumenter for at slike løsninger kan bli en realitet i fremtiden: Lokalisering av individer i sanntid legger til rette for at virksomheter kan kartlegge individuell støyeksposering med større nøyaktighet, og virksomheter kan få bedre støykart dersom målingene fra statiske støymålere komplementeres med målinger fra bevegelige støymålere som sveiper over området.

Styringsrett⁸ ble trukket frem av HMS-arbeideren i petroleumsnæringen (PH1) som et argument for å tillate GPS-sporing av arbeidstakere i tilfeller hvor det kan være kritisk for liv og helse at arbeidsgiver har oversikt over hvor arbeidstakere befinner seg. Det ble argumentert for at kravet til virksomheters sikring av et fullt forsvarlig arbeidsmiljø på sikt kan bidra til at en kombinasjon av sanntidsdata og sporing tas i bruk ved risikostyring:


Ja, det er jo en av de tingene vi jobber med (...) og så er det eventuelt å søke om tillatelse til Datatilsynet, (...) det er noe i lovverket som sier ... at hvis det er snakk om helse og arbeidsmiljø, eller helse- og sikkerhetsrisikoer, så trumfer det personvernet (...) Men det er alltid en sånn gråsoner det greiene der, så det er en av problematikkene vi jobber med.


HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

⁸ Styringsrett er i arbeidsrettslig sammenheng arbeidsgivers rett til å lede, organisere, fordele og kontrollere arbeidet (Gisle, 2016).

4.2.2.2 Sensorteknologi

Et av argumentene mot innføring av sanntidssystemer ved risikostyring av arbeidsmiljø er bekymringen for at systemets brukervennlighet ikke skal være god nok. En av årsakene til denne bekymringen kan skyldes at idéen om automatiserte målesystemer innen arbeidsmiljø fortsatt er nokså ung og lite utprøvd, og at det er flere «barnesykdommer» som må lukes ut før systemene blir fullt operative og i stand til å gi replikerbare måledata:



Det som er utfordringen sånn som jeg har forstått det, er at vel at de sensorene jeg har hørt om, i hvert fall, er for spinkle fortsatt, så de er ikke gode nok, de gir ikke resultater som er replikerbare.

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2



Informantene ble også spurt om det er noen særlige hensyn som taler mot at sanntidsdata kan innføres i styringen av arbeidsmiljørisiko i virksomheten deres. HMS-arbeideren i bygge- og anleggsnæringen (BH2) trakk videre frem måleusikkerhet som en viktig faktor som trolig kan gjøre et slikt system utfordrende å innføre på nåværende tidspunkt:



Hvis det er snakk om i dag, er feilmarginene for store, slik at vi får resultater som roper 'ulv, ulv' uten at det er det. Vi kan få resultater som er langt over grenseverdier, men så er det egentlig bare målefeil. Det er en begrensning, og det er jeg faktisk redd for (...).

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2



En av lederne fra petroleumsnæringen (PL3) underbygget dette argumentet ytterligere med at sensorer for måling av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren trolig ikke er like godt egnet som støysensorer til å settes inn et trådløst målesystem på samme måte som med WiNoS:



Jeg tror jo det er et gap enda, sånn som jeg skjønner det, i sensorteknologien, med hensyn til kompleksitet på sensoren, levetid og deteksjonsgrenser.

Leder i petroleumsnæringen – PL3



4.2.2.3 Information overload

Et sentralt spørsmål når det kommer til anskaffelse av mer og større mengder data, som sanntidssystemer i prinsipp legger til rette for, er hvorvidt den kontinuerlige strømmen av data kan overbelaste brukeren med informasjon (såkalt *information overload*). På spørsmål om dette var noe informantene hadde gjort seg opp noen tanker om, ble det hovedsakelig argumentert for at dette ikke behøver å være et problem for sluttbrukeren, så lenge det tas nødvendige forbehold i designfasen. Lederen i petroleumsnæringen som har vært med å utvikle WiNoS (PL3), argumenterte for at den kontinuerlige informasjonen som kommer fra et sanntidssystem ikke nødvendigvis vil utgjøre en stor belastning for sluttbrukeren:

«
 (...) Ja, selvfølgelig ... [information] overload er jo alltid en utfordring, men for den ordinære bruker så blir ... i hvert fall i den bruker-casen som vi har nå, så tror jeg at det der er noe som ikke en standardbruker bør ha noe forhold til.
 »

Leder i petroleumsnæringen – PL3

Lederen fra bygge- og anleggsnæringen (BL1) var i stor grad enig i dette, og forklarte videre at eventuell informasjonsoverbelastning hovedsakelig avhenger av hvordan dataene behandles i systemet før de presenteres for sluttbrukeren:

«
 Hvis du skal bruke dette som et hjelpemiddel ute i felten hver dag som koster flere millioner kroner, så har du ikke tid til å sitte og lese ti tusen linjer med data. Det er viktig å gå inn for at systemet kan gjøre en analyse i bakkant av prosjekt og man kan se på fine grafer og trender og alt mulig, men det eneste du trenger å måtte forholde deg til der og da er noe som krever umiddelbar handling.
 »

Leder i bygge- og anleggsnæringen – BL1

Et annet viktig spørsmål i denne sammenheng er hvem som skal ta stilling til eventuelle alarmer fra systemet som krever (umiddelbar) menneskelig inngripen. En av lederne i petroleumsnæringen (PL2) uttrykte bekymring for at denne typen alarmer i en del tilfeller kan være til belastning for personell i kontrollrom, og trakk inn blant annet inn erfaringer fra brukertesten av WiNoS:

«
 Ja, vi har hatt et bevisst forhold til det (...) Vi kunne knyttet det opp imot kontrollsystemet vårt og hatt en oversikt der, og hatt alarmer som kom til kontrollrommet ved ... 'gi beskjed når vi kommer over 95 dB' eller et eller annet (...) Men det valgte vi å ikke gjøre. Kontrollrommet har fått alarmer om at batteri er lave og så videre, så ... og da kan det bli information overload til kontrollrommet.
 »

Leder i petroleumsnæringen – PL2

4.2.3 Behov for omstilling

Et annet interessant aspekt ved utvikling og bruk av sanntidssystemer ved risikostyring av arbeidsmiljø, er om innføringen av slike systemer vil føre til endring av kompetanse eller kreve organisatorisk omstilling i virksomheter. Flere av informantene antydte at utvikling, implementering og drift av sanntidssystemer kan føre til at virksomhetens behov for kompetanse endrer seg, og at det trolig vil føre til en økning av antall arbeidstakere med kompetanse innen fagområdene IT og automasjon.

« *(...) All instrumentering krever flere automatikere, faktisk. Det er det med robotteknologi og alt mulig: det krever noen til å vedlikeholde det. (...) Og hos oss er det automasjon som er den ... altså, hva skal vi si, den faggruppen som kanskje har den mest spennende fremtiden der, da (...).* »

Leder i petroleumsnæringen – PL2

Den generelle holdningen blant informantene var at innføring av sanntidssystemer trolig ikke vil bidra til å redusere virksomhetenes behov for årsverk tilknyttet risikostyring av arbeidsmiljø.

« *Hvis du tenker om det har noe effektiviseringseffekt når det gjelder antall hoder som må til for å drive et anlegg eller styre denne typen risiko ... så er jeg litt usikker, men det ... det handler kanskje mer om at du må ha andre typer hoder enn det du har i dag (...)* »



HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

Noen informanter antydte også det motsatte, nemlig at innføring av slike systemer kan føre til at det vil bli behov for flere arbeidstakere til å behandle data, vurdere tiltak og administrere systemet. For å trekke lærdom av erfaringene fra WiNoS, ble informanten fra petroleumsnæringen som har vært med å utvikle systemet (PL3) spurt om hvordan virksomheten forholder seg til begreper som organisatorisk omstilling og endring i forbindelse med innføring av et slikt system:

« *Fokuset har jo vært hele tiden at systemet skal integreres så sømløst som mulig, slik at man skal unngå mest mulig sånne omstillinger. Helt fra instrumentet, som vi besluttet skal designes som et ordinært feltinstrument, og alle de grensesnittene med datainnsamling skal være standard prosessinstrumentgrensesnitt, slik at det vil gli rett inn i den eksisterende infrastrukturen.* »



Leder i petroleumsnæringen – PL3

Et annet perspektiv som ble presentert er at selv om en virksomhet generelt kan være villig til å satse på sanntidsmålinger som et verktøy innen arbeidsmiljø, betyr ikke det nødvendigvis at virksomheten er moden for å håndtere og prosessere informasjonen systemet gir i retur:


(...) Som jeg allerede har vært inne på, at organisasjonen ikke er moden, er min påstand, til å ta i bruk et system som gir så sykt mye ekstra informasjon, for å si det sånn, og hvordan de skal bruke det. Én ting er å sette det opp og sånne ting; en annen ting er hvordan du hele tiden tar stilling til informasjonen som du blir bombardert med kontinuerlig.




HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen (PH1) forklarte videre at innføring av sanntids-data med stor sannsynlighet vil tvinge frem endring av handlingsmønstre og tilnærminger til risikostyring:


Det er kanskje noen av de største utfordringene (...) For en ting er jo å innføre det, men som sagt, det tvinger deg i et annet handlingsmønster eller en helt annen måte å tenke på, eller jobbe på, enn det har gjort før (...) Så med én gang du plutselig skal tvinge en hel organisasjon over på en annen måte å håndtere informasjon på, eller forholde seg til informasjon på, så er det utrolig krevende, for å si det sånn.


HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

Andre informanter virket mer sikre i sin sak på at virksomheten de representerer er moden for å ta i bruk denne typen teknologi, og at en eventuell omstillingsprosess ikke vil være utpreget krevende. Argumentene baserte seg på at de overordnede strukturene i virksomhetene stort sett vil forbli de samme, mens eventuelle endringer heller vil påvirke rutiner, planlegging og gjennomføring av arbeid på et lavere nivå i virksomheten.


Det er ikke like lett å etablere en varig endring basert på data, men det kan være vi får noen nye rutiner og nye kontrolldokumenter eller nye sjekkpunkter basert på de dataene man får inn. Kanskje man legger opp skiftene eller arbeidsomfanget på en litt annen måte, enn det vi gjør i dag.


Leder i bygge- og anleggsnæringen – BL1

4.3 Holdninger til innføring av systemer for sanntidsvurdering av eksponering

Som en naturlig avslutning på intervjuet ble informantene spurt om de ville innført sanntidssystemet fra systembeskrivelsen (eller et tilsvarende system) til risikostyring av arbeidsmiljø, dersom det var opp til dem. Informantene ble også bedt om å begrunne svaret, og utdype hva som eventuelt må til for at det skal bli aktuelt å innføre et slikt system i fremtiden. Selv om de fleste av informantene svarte at de på generelt grunnlag er positive til å ta i bruk denne typen teknologi innenfor arbeidsmiljø, ble det presisert av flere at det er mange hensyn som å ta før det vil bli en realitet.

Blant informantene i bygge- og anleggsnæringen svarte den ene HMS-arbeideren (BH1) uforbeholdent at hun ville innført et slikt system, mens den andre HMS-arbeideren (BH2) ikke ga noe entydig svar på spørsmålet. Vedkommende forklarte at han må overbevises om at systemet fungerer og at det ikke blir for kostbart, før han kan ta et endelig standpunkt.

« *Slik som dere skjønner så er jeg veldig positiv til et slikt system, men jeg redd for å innføre det for tidlig, for å gi et slikt system et dårlig rykte.* »

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2

Lederen fra bygge- og anleggsnæringen (BL1) svarte at han trenger mer informasjon om de mulige komplikasjonene ved et slikt system, blant annet når det gjelder hvordan dataene skal behandles og brukes, før han kan ta en avgjørelse, men at konseptet i utgangspunktet er interessant:

« *Det er litt vanskelig å svare 'ja' på noe jeg ikke helt vet hva er. Litt ullent, men det å få data automatisert, lagret og få varsel hvis noe krever oppmerksomhet, mener jeg er av interesse.* »

Leder i bygge- og anleggsnæringen – BL1

HMS-arbeideren fra industrinæringen (IH1) ga et liknende svar, og forklarte at hun ville innført systemet dersom virksomheten finner en løsning på hvordan dataene fra systemet skal tolkes og anvendes ved risikostyring, og at det derfor vil være nærliggende å gjennomføre et pilotprosjekt til å begynne med.

« *(...) I den grad jeg vet at jeg kan bruke dataene som kommer ut til noe fornuftig, og putte de inn i WERA, altså risikovurderingsverktøyet vårt, så, ja, definitivt.* »

HMS-arbeider i industrinæringen (IH1)

Hun argumenterte videre for at STAMI og Arbeidstilsynet kan utgjøre fornuftige diskusjonspartnere når det gjelder å finne løsninger på disse utfordringene.

En av lederne fra petroleumsnæringen (PL2) uttalte at han ikke ville innført et system som WiNoS, fordi han heller ville prioritert å bruke de økonomiske midlene til å redusere støy ved kilden. Han forklarte at det trolig vil være mer hensiktsmessig å erstatte eksisterende produksjonsutstyr, som ifølge informanten kan være basert på mer enn 20 år gammel teknologi, med moderne utstyr som har langt lavere støyemisjon. Det ble også nevnt at tekniske tiltak som støygardiner og -vegger kan være mer fornuftige investeringer enn et sanntidssystem som kartlegger områdestøy, uten å redusere den. Dette ble begrunnet med at det generelt er lite variasjon i støynivået på arbeidsplassen til informanten, og at eksisterende (veiledende) statiske støykart derfor er et tilstrekkelig utgangspunkt for valg av personlig verneutstyr og fastsettelse av oppholdstidsbegrensning. Lederen forklarte videre at det alltid må gjøres en vurdering av om arbeidsmiljøet oppfyller kravene i regelverket, og at midlene bør gå til andre formål dersom tradisjonelle målemetoder viser at virksomheten oppfyller kravene. Avslutningsvis presiserte informanten (PL2) at det kan bli interessant å diskutere slike sanntidssystemer dersom kravene til arbeidsmiljø skjerpes i fremtiden.

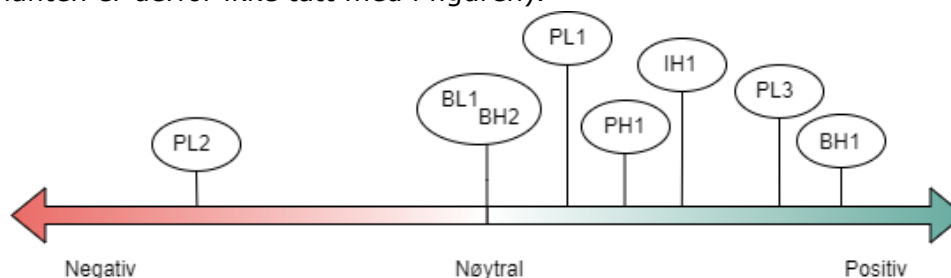
De to andre lederne fra petroleumsnæringen var mer positive til å innføre et slikt system i virksomheten. Lederen fra petroleumsnæringen som har vært med å utvikle WiNoS (PL3), var tydelig på at han ville innført systemet dersom det var opp til ham, og at flere interne og eksterne aktører allerede har ytret interesse for å anskaffe det. Den andre lederen (PL1) svarte at han ville undersøkt *business case* ved systemet, og at avgjørelsen for innføring av systemet avhenger av systemets evne til å kunne fungere som et effektivt risikoreduerende virkemiddel, utover egenskapene til å bare produsere gode målinger.

HMS-arbeideren fra petroleumsnæringen (PH1) svarte at han ville innført systemet, men at det i så fall må gjøres med fornuft. Informanten presiserte at en mulig løsning kan være å innføre slike systemet gradvis, noe virksomheten blant annet har gjort i forbindelse med Blackline Safety G7-systemet:

(...) Ja, jeg vil jo selvfølgelig innføre det,
 men gradvis fordi en må gjøre seg noen erfaringer,
 så jeg ville på ingen måte tatt tre-fire-fem, eller 10,
 eller 20 systemer og rullet ut på én gang ...
 altså, jeg ville begynt én og én, og kanskje begynt veldig smalt,
 og så tatt det ut gradvis.

Leder i petroleumsnæringen – PH1

For å oppsummere hovedfunnene fra tema 3, er det laget en grafisk fremstilling som illustrerer informantenes holdninger til innføring av systemer for sanntidsvurdering av eksponering i figur 9. Det er viktig å understreke at figuren representerer en forenkling av virkeligheten, og at den bør sees i sammenheng med de øvrige resultatene fra kapittel 4. (Av hensyn til tid ble tema 3 utelatt fra intervjuet med lederen fra industrinæringen (IL1), og informanten er derfor ikke tatt med i figuren).



Figur 9: Holdninger til innføring av systemer for sanntidsvurdering av eksponering

5 Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres resultatene fra kapittel 4 i lys av teori og relevante kilder til informasjon om temaet. Kapitlet er inndelt i fire underkapitler som tar for seg et utvalg ulike interessante aspekter som ligger i skjæringspunktet mellom risikostyring av arbeidsmiljø, vurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer og konseptet sanntidsdata. Delkapittel 5.5 tar for seg styrker og svakheter ved forskningsmetodene som ble brukt i arbeidet med masteroppgaven.

5.1 Arbeidsmiljøfaktorer

Av hensyn til oppgavens problemstilling er det, som tidligere nevnt, hensiktsmessig å betrakte arbeidsmiljøfaktorer med visse metrologiske egenskaper, altså arbeidsmiljøfaktorer som lar seg måle og kvantifisere. Psykososialt arbeidsmiljø og ergonomiske arbeidsmiljøfaktorer er derfor ikke betraktet i denne oppgaven. Hvordan tilstedeværelsen av de utvalgte arbeidsmiljøfaktorene støy, vibrasjon og kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren kan måles ved å utnytte deres fysiske egenskaper beskrives i teorikapitlet.

Informantene i denne oppgaven representerer tre næringer med ulike krav, behov og utfordringer når det gjelder arbeidsmiljø og eksponering. Felles for dem alle er støy, noe informantene ga tydelig uttrykk for (se kapittel 4.1.3). Til sammenlikning utgjør trolig vibrasjon en viktigere arbeidsmiljøfaktor i bygge- og anleggsnæringen – hvor mange arbeidstakere bruker håndholdte verktøy og anleggsmaskiner store deler av arbeidsdagen – enn i industri- og petroleumsnæringene (NOA, 2018), selv om vibrasjon ifølge informantene kan utgjøre en viss risiko i disse næringene også. Kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren kan være en betydelig risiko for arbeidstakere i petroleums- og industrinæringene, samt for anleggsarbeidere i tunnel, men utgjør trolig lavere risiko på en tradisjonell byggeplass. En generell betraktning av resultatene blir derfor at hver av de tre arbeidsmiljøfaktorene er relevante for alle de tre næringene, selv om omfanget av hver arbeidsmiljøfaktor åpenbart varierer.

5.1.1 Fysiske arbeidsmiljøfaktorer

WiNoS er et sanntidssystem som måler støy ved å kartlegge fordeling og spredning av støy over et område. Dette lar seg gjøre fordi lydets fysiske egenskaper gjør det forholdsvis enkelt å måle lydutbredelse på en viss avstand. På den annen side forteller ikke støymålingene noe om arbeidstakernes individuelle eksponering. Støymålinger må kombineres med informasjon om hvor og hvor lenge arbeidstakerne oppholder seg i de aktuelle støysonene. Så lenge slik informasjon ikke foreligger, vil ikke systemet kunne si noe om eksponering. Situasjonen for måling av vibrasjon, eksemplifisert ved hånd-arm-vibrasjoner, er noe annerledes. Vibrasjon er lokale svingninger i stive legemer som overføres til en arbeidstaker når arbeidstakeren berører eller holder et verktøy i drift. Denne vibrasjonen lar seg ikke måle på avstand, og i motsetning til for støymålinger over et område, er det ikke nødvendig å vite hvor en arbeidstaker befinner seg for å vurdere eksponeringen. Dersom et verktøy er i drift, kan en med rimelig sikkerhet anta at en arbeidstaker eksponeres for vibrasjon. Dersom en allerede vet hva vibrasjonsverdiene for det aktuelle verktøyet er under bruk – og denne er relativt konstant – er det dermed brukstiden det er ønskelig å måle for å beregne eksponeringen. Dette åpner for muligheten til å substituere eksponeringsmålingen med en enkel tidtaker som måler hvor lenge et verktøy benyttes, noe som tenkes å være relativt enkelt å innføre sammenliknet med et trådløst sanntidssystem for støyovervåking. Dersom det i tillegg foreligger informasjon om hvilke arbeidstakere som benytter hvilke verktøy, kan vibrasjonseksponeringen også vurderes for den enkelte arbeidstaker.

Vibrasjonsmålere på håndledd ble trukket frem som en mulig løsning av en av HMS-arbeiderne i bygge- og anleggsnæringen (BH2), men et slikt måleinstrumentet vil sannsynligvis ikke kunne gi riktig informasjon, da mye av energien fra vibrasjonen allerede vil være absorbert av hånden før den registreres av sensoren. Derimot kan det tenkes at det vil være tilstrekkelig – eller i hvert fall en betydelig forbedring fra dagens metoder – hvis tiden for et verktøys driftssyklus kan måles.

5.1.2 Kjemiske arbeidsmiljøfaktorer

Innenfor temaet kjemiske arbeidsmiljøfaktorer var det flere farlige stoffer, både aerosoler og gasser, som ble trukket frem som viktige av informantene. Benzen ble særskilt nevnt som en utfordring av informantene fra petroleumsnæringen. Informantene uttrykte at virksomheten deres, og næringen generelt, har stort fokus på risikoen forbundet med benzeneksponering. En viktig medvirkende årsak til det, var ifølge HMS-arbeideren i petroleumsnæringen (PH1) forslaget fra ECHA om skjerpelse av dagens grenseverdi for stoffet. Den nåværende grenseverdien for konsentrasjonen av benzen i arbeidsatmosfæren er satt til 1 ppm for arbeidstakere på land (forskrift om tiltaks- og grenseverdier, 2011) og 0,6 ppm for arbeidstakere offshore (aktivitetsforskriften, 2010). ECHA (2018) anbefaler 0,05 ppm som ny grenseverdi, noe som vil utgjøre en betydelig reduksjon av dagens grenseverdier. Denne anbefalingen begrunnes med at de alvorlige helsefarene som er forbundet med benzen, hvorav leukemi er mest kjent, forekommer ved lavere eksponering enn tidligere antatt (ECHA, 2018; Stenehjem et al., 2015). Den nye grenseverdien skal behandles av EU, og dersom den innføres, kan det få store konsekvenser for virksomhetene i petroleumsnæringen. En så betydelig reduksjon av grenseverdien kan utgjøre en utfordring når det gjelder måling med dagens direktevisende instrumenter og deres deteksjonsgrenser. ECHA tar ikke stilling til dette, men refererer til at det er mulig å måle så lave verdier av benzen ved oppsamling av prøver på adsorpsjonsrør med påfølgende laboratorieanalyse. Slike metoder gir imidlertid svar lenge etter at selve målingen har funnet sted, og for virksomheter i petroleumsnæringen kan det være hensiktsmessig å unngå slike forsinkelser når eksponering for benzen skal vurderes. Dette for å muliggjøre iverksetting og oppfølging av tiltak på et langt tidligere tidspunkt.

Generelt sett kan det være en utfordring å fastslå lave konsentrasjoner av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren med målemetoder som gir umiddelbare måleresultater. Det kreves som regel mer høyoppløselige laboratoriemetoder som bruk av adsorpsjonsrør og fullstendig GCMS-analyse. Ifølge måleutstyrproduzenten Dräger (u.å.) kan produktet X-pid 9000/9500 detektere benzenkonsentrasjoner ned til 0,05 ppm, men det vil være lite hensiktsmessig å vurdere eksponering med instrumenter som kan oppnå deteksjon først når grenseverdi er nådd, jamfør forslaget fra ECHA. En måte man derimot kan dra nytte en slik sensor, er ved individuelle alarmer. Dersom en arbeidstaker med et slikt instrument får en alarm om at konsentrasjonen av benzen er for høy, vil det være betydelig bedre å gjennomføre en umiddelbar evakuering av et område med høy grad av forurensning basert på denne målingen, i stedet for etter en tradisjonell måling med adsorbenttrør som ikke gir resultater før lenge etterpå. Dette er en av fordelene med sanntidsinformasjon, der rask tilgang på informasjon muliggjør rask respons. Dette belyser et sentralt kompromiss når det gjelder risikostyring av kjemiske arbeidsmiljøfaktorer: Selv om de direktevisende sensorene teoretisk sett ikke har tilstrekkelig oppløsning i sine måleparametere for å fastsette og kartlegge faktisk eksponering, er det et betydelig steg i riktig retning å ha et instrument som likevel kan gi en relativt pålitelig evakueringsindikator ved for høye verdier av kjemikalier i arbeidsatmosfæren.

5.1.3 Måling og kvantifisering

En viktig egenskap ved et sanntidssystem som WiNoS er at det kan bidra til at virksomheter får kartlagt og dokumentert støybildet eller omfang av andre arbeidsmiljøfaktorer utenfor normalsituasjon (f.eks. ved vedlikehold eller trykkavlastning av et prosessanlegg) som sjelden kartlegges ved tradisjonelle arbeidsmiljømålinger. Dette kan potensielt redusere påvirkningen av mangelfulle målinger eller usikkerheten av hvorvidt nominelle dager er representative, ved å kontinuerlig overvåke samtlige endringer og spesielle situasjoner som kan oppstå i arbeidsmiljøet. Her kan nytteverdien fra sanntidsmålinger ved risiko-styring av arbeidsmiljø være betydelig. Utvelgelse av målestrategier og vurderinger av hvorvidt arbeidsdager kan betraktes som nominelle er en betydelig faktor som har stor påvirkning på usikkerhet i måleresultatene. Ved å åpne for kontinuerlig overvåkning av arbeidsmiljøet, vil behovet for målestrategier og tilstrekkelige nominelle dager reduseres. Dette kan trolig føre til en banebrytende reduksjon av usikkerhet knyttet til målinger av arbeidsmiljøfaktorer.

I intervjuene ble det i liten grad diskutert hvordan sanntidsmålinger av andre arbeidsmiljøfaktorer enn støy kan gjennomføres i praksis. Vibrasjoner ble trukket frem som en arbeidsmiljøfaktor hvor det kan være ønskelig med bedre målemetoder som ikke baserer seg på arbeidstakernes egen loggføring. Informantene trakk også frem svakheter ved sensorer for måling av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren som en aktuell utfordring. I dag er støy den eneste arbeidsmiljøfaktoren som blir målt av sanntidssystemer i informantenes virksomheter. Det foretas imidlertid enkelte målinger av kjemiske forurensninger i arbeidsatmosfæren ved hjelp av direktevisende instrumenter. Disse instrumentene er riktignok ikke koblet sammen på større nettverk som i et fullstendig sanntidssystem, men er enkeltinstrumenter som må leses av manuelt. De ulike måleinstrumentene som ble trukket frem av informantene var hovedsakelig personbårne detektorer (blant annet Dräger X-am og Blackline Safety G7), men større stasjonære sensorer ble også nevnt. Det er viktig å presisere at Blackline Safety G7 i utgangspunktet er et fullstendig sanntidssystem som har en rekke ulike funksjoner, men at det kun benyttes som en personlig gassdetektor i virksomheten fra petroleumsnæringen, da de ønsker å gjøre seg kjent med systemet før alle funksjonene tas i bruk.

Som tidligere nevnt lager WiNoS dynamiske støykart hvor støynivået presenteres i sanntid, i tillegg til at innsamlede data lagres for senere bruk. Behovet for tilgang til støykart vil trolig være størst ved planlegging av arbeid i støyende omgivelser hvor støynivået varierer. Under arbeid i slike områder kan det være tilstrekkelig med en enklere indikasjon på støynivået, for eksempel visualisering med fargekoder på et nettbrett, en klokke eller en indikator på veggen, slik at det blir mulig for arbeidstakerne å tilpasse bruk av verneutstyr og oppholdstidsbegrensning ved plutselige endringer av støynivået. Det kan tenkes at målinger av andre arbeidsmiljøfaktorer kan gjøres på samme måte, med forbehold om at det finnes gode nok sensorer som gir korrekte data. Enkelte instrumenter som Dräger X-am og X-pid, Blackline Safety G7 og QUIETPRO ble trukket frem som systemer med funksjonalitet på et lavere systemnivå enn WiNoS, og det ble uttrykt ønsker fra enkelte av informantene om å kunne lese av målinger fra slike sensorer over et nettverk.

Gode sensorer er nødvendig for at sanntidssystemer skal kunne benyttes, men som noen av informantene antydte er det trolig mangel på sensorer med tilstrekkelige måleegenskaper. Dette gjelder hovedsakelig for måling av kjemiske arbeidsmiljøfaktorer. Ut ifra resultatene er det ikke mulig å slå fast akkurat hvilken type sensor som trengs og hvilke egenskaper denne skal ha, men på generelt grunnlag er det ønskelig med sensorer som har tilstrekkelig sensitivitet og deteksjon, selv ved lave verdier.

5.2 Drivere

Krav fra regelverk, behov for input til styring, bevisstgjøring av arbeidsmiljørisiko og økonomi («kost/nytte») ble trukket frem av informantene som de viktigste driverne for innføring av sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø. For å ta stilling til kost/nytte er det en forutsetning at krav fra regelverk allerede er oppfylt. Virksomhetene som informantene representerer har alle rykte på seg for å ta arbeidsmiljø på alvor, og det vil derfor være naturlig å anta at virksomhetene oppfyller slike krav. Videre er det et generelt krav om at virksomheter kontinuerlig skal forbedre standarden i arbeidsmiljøet, og ALARP (se kapittel 2.1.3.1) vil være et relevant styringsprinsipp for virksomhetenes arbeid med å redusere arbeidsmiljørisiko ytterligere. Gitt at en virksomhet oppfyller krav fra regelverk, kan innføring sanntidsdata og sanntidsvurdering av eksponering anses som forsøk på ytterligere reduksjon av arbeidsmiljørisiko. Slike investeringer må – i henhold til ALARP – kunne forsvares fra et kost/nytte-perspektiv i konkurranse med andre mulige tiltak. I oppgaven blir det ikke tatt stilling til hvilke kostnader det vil medføre og innføre slike systemer, men dette er åpenbart noe virksomhetene ønsker å undersøke.

Mer nøyaktig estimering av individuell eksponering vil være en stor fordel og kan det tenkes at dette vil være en utvidet mulighet ved bruk av sanntidssystemer. QUIETPRO er et eksempel på hvordan dette allerede gjøres i dag. QUIETPRO-systemet, som blant annet brukes av virksomheten i petroleumsnæringen, måler støy på innsiden av hørselsvernet til arbeidstakeren og gir alarm dersom eksponeringen overstiger grenseverdi (Holter, 2012). Ved å samtidig måle støynivåene på utsiden av hørselsvernet, er QUIETPRO unik i den forstand at det i tillegg kan verifisere om hørselsvernet fungerer tilstrekkelig som barriere. I tilfeller der hørselsvernet ikke yter nok beskyttelse, vil brukeren få en beskjed om at hørselsvernet må utbedres. Ved å kombinere QUIETPRO med trådløs nettverksteknologi, kan det videre tenkes at ledere, kontrollrom- eller HMS-personell kan holde oversikt over støyeksponering hos ulike arbeidstakere, noe som igjen kan føre til et betydelig løft i evnen til å kontrollere risiko forbundet med støy.

5.2.1 Regelverk

De fleste informantene nevnte krav fra regelverk som den viktigste driveren for utvikling av metoder i arbeidsmiljøet. Et sentralt spørsmål i den sammenhengen er om det som gjøres i virksomhetene i dag i forbindelse med dokumentasjon av risiko og eksponering er godt nok i henhold til regelverk. Fra informantenes tilbakemeldinger å dømme er svaret tosidig: Det som gjøres i dag godtas av myndighetene som tilstrekkelig, men samtidig forklarte enkelte av informantene at regelverket egentlig er strengere enn det myndighetenes oppfølging og håndhevelse antyder. Tatt målsetningen «ingen skal bli syke av å gå på jobb hos oss» i betraktning (som blant annet ble nevnt av PL1 og BH2), den såkalte nullvisjonen, er det tydelig at det er mulig å gjøre mer for å dekke informasjonsunderskuddet om hva arbeidstakerne faktisk eksponeres for på arbeidsplassen.



(...) Det blir brukt til to ting. Det ene er å sikre at de ansatte ikke blir helsemessig skadet på jobb, og at vi kan dokumentere overfor myndighetene at vi har fulgt de lover og regler som vi faktisk er forpliktet til å følge, for det vi har av kontrollmetoder i dag blir godtatt av myndighetene, men etter min mening så er regelverket strengere enn som så.

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2



Ifølge nasjonal statistikk og egenrapportering fra virksomheter i petroleumsnæringen er det fortsatt betydelige forekomster av hørselsskader i næringen (STAMI, u.å.; NOA, u.å.b; Jensen & Nyberg, 2014). Med utgangspunkt i egenrapportering av hørselsskader og forhold rundt egen arbeidssituasjon, har arbeidstakere i petroleumsnæringen ifølge NOA (u.å.b) en relativ risiko⁹ for arbeidsrelatert støyeksposering lik 3,1 og en relativ risiko for hørselsskade lik 3,3. Til sammenlikning er relativ risiko for hørselsskader lik 2,1 og 1,7 for arbeidstakere i henholdsvis bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen. Dette kan tyde på at det som gjøres i dag, selv om det godtas av myndighetene, ikke er tilstrekkelig dersom det er et ønske om å redusere påvirkningen fra støy. Det vil riktignok alltid være en diskusjon om hva som skyldes arbeidsrelatert hørselsskade og hva som skyldes eksponering utenfor arbeidet, men så lenge det forekommer støyeksposering på en arbeidsplass, stilles det uansett krav til et forsvarlig arbeidsmiljø med et høyt nivå innen helse, miljø og sikkerhet i regelverket. Rammeforskriften (2011) krever at et høyt nivå av helse, miljø og sikkerhet skal videreutvikles, altså skal virksomheter i petroleumsnæringen arbeide kontinuerlig for å forbedre standarden for arbeidsmiljø. Videre stiller arbeidsmiljøloven (2005) krav om at «standarden for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø skal til enhver tid utvikles og forbedres i samsvar med utviklingen i samfunnet».

5.2.2 Økonomiske hensyn

I tillegg til krav fra regelverk ble også økonomi trukket frem som en svært viktig driver for innføring av sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø. Som nevnt tidligere, anses innføring av sanntidssystemer som et virkemiddel for å redusere arbeidsmiljørisiko i henhold til ALARP-prinsippet. Flere av informantene brukte begrepet *kost/nytte* og forklarte at utvikling og implementering av nye systemer må kunne forsvares fra et økonomisk perspektiv. Kost/nytte vil alltid være en problemstilling ved tiltak for risikoreduksjon utover uakseptabel risiko, og kan ofte sees i sammenheng med ALARP-prinsippet. Selv om det ofte vil være ønskelig å redusere risiko, må det også tas stilling til hvor mye virksomheten får igjen for innsatsen, og om det er mulig å iverksette mer kostnadseffektive tiltak på andre områder.

En av lederne fra petroleumsnæringen (PL1) antydte at han heller ville brukt penger på andre tiltak for risikoreduksjon enn sanntidsmålinger. Utskifting av støyende utstyr og akustisk demping i lydens transmisjonsveier ble trukket frem som alternativer til å innføre og holde i drift et sanntidssystem for overvåking av støy. Det er naturligvis viktig å understreke at det å innføre sanntidssystemer for måling av arbeidsmiljøfaktorer i seg selv ikke reduserer støy eller konsentrasjonen av farlige kjemikalier i arbeidsatmosfæren. Som lederen i petroleumsnæringen understreket er det en mulighet for at innføring av sanntidssystemer vil ta ressurser fra tiltak som kan plasseres høyere i tiltakshierarkiet. Dette er et eksempel på en betraktning om at sanntidssystemer ikke nødvendigvis vil være fornuftige og kostnadseffektive.

Det kan spekuleres i om sanntidsdata kan gi bedre resultater enn det som finnes i dag og at en ved hjelp av slike systemer kan komme nærmere «den sanne risiko». Et viktig spørsmål i den sammenhengen er hvor mye virksomheter vil være villige til å investere for å få tilgang til denne informasjonen. Det kan tenkes at noen slike systemer kan være kostnadsbesparende i enkelte deler av petroleumsnæringen, hvor HMS-personell, eller eksperter på akustikk, hvis det er snakk om støy, må sendes ut på offshoreinstallasjoner minst én gang hvert fjerde år for å gjøre nye støymålinger til støykart, slik retningslinje

⁹ Sammenlikningen med gjennomsnittet for yrkesaktive er gitt som relativ risiko (RR) der gjennomsnittet er lik 1. RR større enn 1 tilsvarer økt risiko, mens RR mindre enn 1 tilsvarer redusert risiko (NOA, u.å.b).

114 fra Norsk olje og gass (2014) anbefaler. Dersom kostnadene forbundet med å kartlegge «den sanne risiko» kan sammenliknes med (eller er lavere enn) de utgiftene virksomhetene allerede har i forbindelse med arbeidsmiljømålinger i dag, vil det være en enkel sak. Dersom kostnadene ligger over dagens nivå, må virksomhetene derimot ta stilling til hvor langt de villige til å strekke seg økonomisk.

Som i tilfellet med WiNoS, kan det også oppstå et videresalgspotensial ved å være først ute med ny teknologi, selv om det også kan være en stor økonomisk risiko forbundet med å pilotere slike prosjekter. Enkelte virksomheter har økonomien til å være tidlig ute på dette området, mens andre knapt får det til å gå rundt. Det er noen basisbehov og rammebetingelser som må være på plass i en virksomhet før en har økonomi og ressurser til å tenke på fremtidige løsninger som sanntidssystemer. Det er imidlertid viktig å understreke at det også kan oppstå vilje til innovasjon fra trange økonomiske forhold.

En annen mulighet for kostnadsbesparelse, som også trekkes frem av en av lederne i petroleumsnæringen (PL3), er muligheten til å legge seg tettere opp mot grenseverdi dersom dagens statiske støykart viser seg å være konservative, noe som kan bidra til å redusere behovet for arbeidsrotasjon og antall arbeidstakere som trengs for å utføre en gitt arbeidsoppgave.



Ofte så kan det hende at de gamle kartene er konservative, slik at man beregner oppholdstider som strengt tatt er kortere enn hva de egentlig kunne ha vært dersom man hadde hatt tilgang til sanntidsinformasjon.

Leder i petroleumsnæringen – PL3



5.3 utfordringer og begrensninger

Funnene som presenteres i kapittel 4 tyder på at det er flere utfordringer og begrensninger ved sanntidsvurdering av eksponeringen det er viktig å ta stilling til før slike systemer kan bli en realitet. De viktigste aspektene som ble trukket frem var begrensninger innen måleteknikk og sensorteknologi, personvern hensyn, og utfordringer ved overflod av data og *information overload*.

Systemets robusthet eller reliabilitet er avhengig av sensorenes evne til å produsere replikerbare data. Dette virker ifølge informantene som et problematisk område, da teknologien for å kunne gjøre tilstrekkelige målinger kan være mangelfull, hovedsakelig med tanke på kartlegging av kjemiske arbeidsmiljøfaktorer. Dette medfører at argumentene for sanntidsvurdering av eksponering for kjemikalier potensielt er mer usikre enn argumentene for sanntidsvurdering av støy, grunnet utfordringer knyttet til sensorteknologi og utvikling; støy er betydelig lettere å måle enn kjemisk forurensning i arbeidsatmosfæren med dagens teknologi. Dette ble trukket frem av en av HMS-arbeiderne i bygge- og anleggsnæringen (BH2) som et viktig argument for at det på det nåværende tidspunkt er for tidlig å innføre slike systemer i full skala. Det bør gjøres grundige vurderinger om hvorvidt konseptet i det hele tatt er egnet til å kartlegge eksponering for kjemiske arbeidsmiljøfaktorer, da det kan bli utfordrende å vurdere måledata opp mot grenseverdier med et system som produserer unøyaktige resultater eller som ikke gir direkte mål på eksponering. Det som også gjenstår å se, er om et eventuelt teknologisk skifte mot sanntidsdata kan være bedre enn dagens løsninger der målemetoder ofte bruker lang tid på å produsere resultater og vanskeliggjør mer proaktive tilnærminger til styring av risiko.

5.3.1 Kompetansebehov

Noe som kan være en aktuell utfordring er om kompetansen innad i de ulike virksomhetene er tilstrekkelig til å innføre og dra nytte av et sanntidssystem innen arbeidsmiljø, utover hvordan selve databehandlingen foregår. Et slikt system vil trolig sette store krav til både teknisk, organisatorisk og yrkeshygienisk kompetanse. De fleste informantene forklarte at virksomhetene de representerer i utgangspunktet har nødvendig kompetanse til å drifte et slikt system og at det generelt er stor vilje til å ta i bruk nye systemer. En av lederne fra petroleumsnæringen (PL2) pekte også på at det generelle behovet for IT-kompetanse og automatikere vil øke som følge av større grad av digitalisering i andre deler av virksomheten i årene som kommer.

I tillegg til eventuelle endringer når det gjelder kompetansebehov, er det også viktig å ta stilling til om virksomheter (og næringene generelt) er modne til å ta i bruk avanserte sanntidssystemer innen arbeidsmiljø. Innføring av slik teknologi vil trolig medføre store endringer fra dagens metoder for vurdering av eksponering. Flere informanter antydte at innføring av sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø ikke vil medføre betydelig omstilling, men at det trolig kan føre til endringer i organisering og planlegging i forkant av prosjekter og arbeidsoppgaver. Ut ifra oppgavens resultater kan det se ut til at de tre virksomhetene som er representert i oppgaven i stor grad er klare for å ta i bruk sanntidsdata på en forsvarlig og hensiktsmessig måte, selv om utvalget er lite. Det er derimot ikke mulig å gi noe godt svar på om dette gjelder generelt for næringene de representerer, da de tre virksomhetene inkludert i denne oppgaven er ledende når det gjelder innovasjon og teknologiutvikling. For å ta stilling til hvorvidt disse resultatene kan sies å gjelde for andre virksomheter i de tre næringene, vil det være nødvendig å gjøre ytterligere undersøkelser med enheter fra et større utvalg virksomheter.

5.3.2 Personvern

Personvern ble av flere informanter nevnt som en mulig utfordring, dersom virksomheter på sikt velger å ta i bruk GPS eller andre systemer for å spore arbeidstakere for å muliggjøre mer nøyaktige vurderinger av eksponering. Fra et HMS-perspektiv vil dette utvilsomt føre til et paradigmeskifte i kartlegging av eksponering, men det medfølger også viktige etiske aspekter å innføre sporing av arbeidstakere. Selv om metadata ikke behøver å inneholde faktiske koordinater for hvor arbeidstakerne befinner seg, kan ulike nivåer av eksponering likevel gi en indikator på hvor arbeidstakerne har oppholdt seg i løpet av en arbeidsdag, og dermed strekke seg ut over hvor mye informasjon en arbeidsgiver skal kunne hente inn om sine arbeidstakere. Det kan videre tenkes at arbeidstakere vil reagere negativt på konseptet dersom arbeidsgivers innblanding i arbeidstakernes hverdag blir for stor, og at det dermed kan oppstå motvilje mot slike prosjekter.

Det kan også tenkes at argumentet om styringsrett kan komme til anvendelse i forbindelse med spørsmålet om sporing av arbeidstakere, dersom virksomheten anser det som en nødvendighet for å sikre et fullt forsvarlig arbeidsmiljø. Det er viktig å påpeke at styringsrett i utgangspunktet kun skal gjelde under ekstraordinære situasjoner med svært høy risiko hvor det kan være kritisk for arbeidsgiver å vite nøyaktig hvor arbeidsgivere oppholder seg til enhver tid. Det kan for eksempel gjelde situasjoner hvor arbeidstakere utfører arbeid alene i rurale områder, eller hvor små arbeidslag utfører kritisk arbeid i områder med dårlig logistikk. Styringsretten er altså ikke ubegrenset og er strengt regulert av lov og rettspraksis (Gisle, 2016). Dersom hensikten er å etterleve myndighetskrav i spesielle situasjoner, kan dette likevel være etisk forsvarlig, selv om muligheten til å overvåke arbeidstakere vilkårlig likevel vil være til stede. I § 4-1 (3) i arbeidsmiljøloven (2005) står det:



Det skal vurderes om det er særlig risiko knyttet til alenearbeid i virksomheten. Tiltak som er nødvendig for å forebygge og redusere eventuell risiko ved alenearbeid skal iverksettes, slik at lovens krav til et fullt forsvarlig arbeidsmiljø ivaretas.

Utdrag fra arbeidsmiljølovens § 4-1 (3)

Systemer som Blackline Safety G7, som kan spore arbeidstakeres posisjon over mobilnettet, vil utvilsomt ha en stor innvirkning på evnen til å effektivt styre risiko i arbeidsmiljøet, men hvorvidt denne praksisen er gunstig er ikke fastslått. Eksempelvis kan det tenkes at de psykososiale implikasjonene ved arbeideres kunnskap om at de blir overvåket kan være betydelig for arbeidsmiljøet.

5.3.3 Information overload

Informantene ble spurt om å gjøre rede for sine tanker om hvorvidt informasjon fra sanntidssystemer potensielt kan gi overflod av data, altså *information overload*. Et viktig spørsmål er om slik informasjonsbelastning kan redusere anvendeligheten av systemet. Som lederen i bygge- og anleggsnæringen (BL1) trakk frem, er informasjons-overbelastningen hos de som skal behandle dataene i stor grad avhengig av systemets evne til å filtrere informasjon, før det eventuelt skal fattes noen beslutninger på bakgrunn av denne informasjonen. I tilfeller der det kreves umiddelbar handling og menneskelig inngripen, er det hensiktsmessig med alarmer for hva som eventuelt skal gjøres, men med de større datasamlingene som benyttes ved for eksempel trendanalyser og retrospektive vurderinger, vil ikke tidsaspektet være like betydelig og man vil ha bedre evne til å vurdere denne informasjonen manuelt.

En viktig nyansering er at det kan være sentrale forskjeller mellom de forskjellige næringene og hvilke problemstillinger i arbeidsmiljøet som oppstår. Eksempelvis trakk en av lederne i petroleumsnæringen (PL2) frem at den tekniske driften av WiNoS kunne føre til at kontrollrom ble belastet med unødvendige alarmer, og at dette også kan utgjøre *information overload*. Informanten trakk frem alarmer om bytte av batterier som et eksempel på informasjon som han mente ikke var hensiktsmessig å ta inn i et kontrollrom. Et prosjekt i bygge- og anleggsnæringen vil kanskje være avsluttet før behovet for bytte av batteri i det hele tatt oppstår, mens det på en offshoreinstallasjon eller i et fabrikklokale med kontinuerlig drift vil være en relevant problemstilling å forholde seg til.

WiNoS har en åpen plattform for alle som har tilgang til nettverket gjennom en bruker, slik at alle ansatte i virksomheten kan se støykartene som blir produsert. Det ble ikke fremmet noen synspunkter på at dette er enten nødvendig eller overflødig, så en enkel måte å sørge for at informasjonen er tilgjengelig for den som måtte trenge det, kan det være tilgjengelig for alle med tilgang gjennom brukerportalen. Dette vil være uproblematisk, så lenge informasjonen ikke kan være tilstrekkelig for å identifisere enkeltpersoner.

Hvordan virksomhetene skal forholde seg til informasjonen avhenger av virksomhetenes individuelle behov. Trendanalyser, kontrollrom, kontinuerlig overvåkning og rapportering kan gi muligheter for å dra nytte av informasjonen dersom brukergrensesnittet er anvendelig og mulig å tilpasse. Brukergrensesnitt kan skreddersys etter de enkelte oppgavene som skal gjennomføres. En spesialist, for eksempel en yrkeshygieniker, kan ha utvidet tilgang til det hele systemet og har mulighet til å ta ut trender og analysere dem, mens en som utfører arbeid i linjen kan ha tilgang til støydata i forkant av arbeidet sitt for å planlegge arbeidsdagen. Under arbeidet kan det være hensiktsmessig for arbeidstakeren å få informasjon om arbeidsomgivelsene. Dette kan gjøres gjennom kommunikasjon med en sentral eller digitale interaktive løsninger som nettbrett/smarttelefon og liknende. Det kan være det samme systemet som ligger til grunn for datainnhenting, enten det er stasjonært eller gjennom instrumenter montert på arbeidstakeren, før den så blir prosessert og filtrert etter brukerens behov. For den som skal utføre arbeid i linjen vil det være hensiktsmessig om informasjonen kan vises uten at brukeren selv trenger å gjøre noen for at informasjonen skal være tilgjengelig.

5.3.4 Anvendelighet i ulike næringer

Bygge- og anleggsnæringen er i stor grad preget av midlertidige prosjekter under kontinuerlig endring, der prosjektet har en startdato, en rekke milepæler og en sluttdato. Hva som skjer mellom start- og sluttdato er i utgangspunktet planlagt, men som det ble trukket frem av lederen i bygge- og anleggsnæringen (BL1) avviker de ofte fra den opprinnelige planen. Dette, i tillegg til at mange bygge- og anleggsprosjekter er preget av dynamiske omgivelser, medfører at uventede endringer kan forekomme, noe som igjen kan øke behovet for å overvåke arbeidsmiljøet, særlig i sanntid.

Det er nærliggende å anta at midlertidige arbeidslokaler og prosjekter i stor grad vil være avhengige av trådløse løsninger for å at det skal være mulig å ta i bruk sanntidssystemer for overvåkning av arbeidsmiljø. Selv om petroleumsnæringen i større grad er bestått av statiske arbeidslokaler og innretninger, vil trådløse løsninger også være ønskelig i denne næringen, da kabling i etablerte anlegg kan by på problemer og samtidig være forbundet med betydelig kostnad (særlig offshore). Krav til at utstyr må være eksplosjonssikkert kan være kostnadsdrivende for enkelte næringer, og kan særlig utgjøre en utfordring for virksomheter i petroleumsnæringen. Mens et flertall av virksomhetene i den inhomogene næringskategorien industri antakeligvis vil foretrekke trådløse nettverk, finnes det også virksomheter hvor anvendeligheten av trådløs teknologi vil være begrenset. På spørsmål om hva som taler mot at et sanntidssystem som WiNoS kan innføres i virksomheten, svarte HMS-arbeideren i industrinæringen følgende (IH1):

«*Nei, altså ... for det første er ... det må fungere i ...
altså, det vi alltid sliter med på slike systemer,
det er jo magnetfeltene, ikke sant. Og så er det jo kost/nytte-effekt
med én gang, og så må man også ha tenkt gjennom
hvordan vi skal tolke dataene som kommer ut.*

HMS-arbeider i industrinæringen – IH1

Fremskritt innen trådløs teknologi og utvikling av mer kompakte og rimelige sensorer gjør at slike systemer kan settes opp med en mye lavere kostnad enn tidligere, og det kan i så måte utgjøre en «muliggjørende faktor» for at sanntidssystemer tas i bruk innen arbeidsmiljø. Det er for eksempel svært kostbart å trekke kabler i et eksisterende anlegg, og det er derfor en stor fordel å ta i bruk trådløse nettverk av sensorer.

«*Ja, det er jo en åpenbar grunn [til at man ønsker mer
trådløs kommunikasjon i petroleumsnæringen]:
I vår verden så er det ekstremt krevende og kostbart å dra
ny kabel i et eksisterende anlegg.*



Leder i petroleumsnæringen – PL3

Særlig i forbindelse med offshorevirksomhet kan dette være en faktor kan være avgjørende for om et sanntidssystem som WiNoS er økonomisk bærekraftig å gjennomføre eller ikke.

5.4 Generelt om sanntidsdata og -vurdering ved risikostyring av arbeidsmiljø

Funnene i kapittel 4 tyder på at flere av informantene anser det som hensiktsmessig med raskere tilgang til informasjon enn det som er tilfellet i dag med tradisjonelle arbeidsmiljømålinger. Rask tilgang på informasjon kan muliggjøre hurtig respons der det finnes rutiner eller prosedyrer for hvordan en skal reagere på visse situasjoner. Dette stiller naturligvis krav til brukergrensesnitt og tilstrekkelig opplæring av de involverte. Utover dette vil umiddelbar identifikasjon av risiko som følge av eventuelle endringer i arbeidsomgivelsene være en betydelig fordel.

Tradisjonelle målemetoder bærer ikke preg av å være kontinuerlig overvåkende, men er heller et resultat av de forhold som finnes på det tidspunkt målingen gjennomføres. Dette kan medføre at driftsforhold som påvirker risikobildet, men som ikke var til stede under målingen i området, ikke blir målt. Dette kan resultere i unøyaktige risikovurderinger. Områdemålinger av fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer i sanntid vil potensielt kunne redusere behovet for planlegging av tidkrevende målestrategier. Dette vil trolig være en av de større effektene av sanntidsdata i arbeidsmiljø. Gjennom mer omfattende målinger, som for eksempel kontinuerlig overvåkning, vil det kunne føre til en betydelig reduksjon av usikkerhet forbundet med de tradisjonelle målestrategiene, i tillegg til at enhver endring i arbeidssituasjonen vil kunne bli oppfattet umiddelbart av systemet.


Vi hadde en steam-lekkasje i en del av anlegget vårt som er rimelig trafikkert med folk (...) og da går jeg og måler (...) ja, over 100 dB, egentlig, og spør: 'hvor lenge har dette pågått?' Og da får jeg beskjed om at det har pågått en måneds tid (...) hvis jeg hadde hatt sensorer ute der, så ville det støykartet der blitt markant rødt og da hadde det kanskje tvunget ... i hvert fall fått folk til å stille spørsmål: 'hva er dette for noe og hvorfor har dette endret seg?'


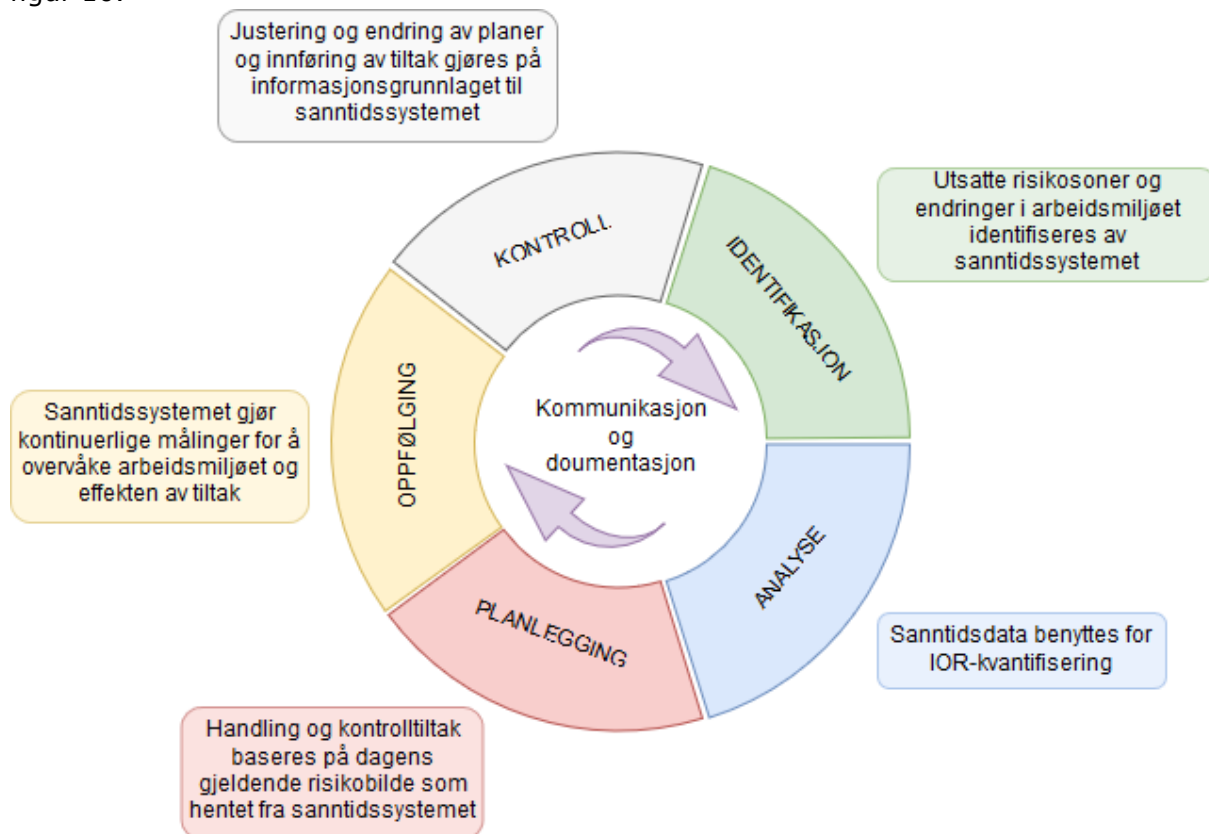
HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

Med utgangspunkt i ulike typer sensorer, og en sammenstilling av ulike kvantifiserte risikofaktorer i arbeidsmiljøet, er det viktig å ta stilling til hvordan denne type data skal benyttes for å effektivt styre og kontrollere risiko. En mulig tilnærming kan være kvantitativ risikomodellering for risikoanalyser av arbeidsmiljøet (se kapittel 2.1.3.3) der et dynamisk risikobilde alltid er tilgjengelig. Ulike faktorer bidrar til å skape det totale risikobildet, og modellering av arbeidstakeres bevegelsesmønster og verneutstyr tydeliggjør i hvilken grad arbeidstakerne utsettes for denne risiko. Dette kan ha direkte innvirkning på analysedelen av styringsprosessen.

Gjennom intervjuene ble det diskutert hvordan sanntidsdata kan benyttes i de ulike virksomhetene. Sett i lys av en risikostyringsprosess, kan noen av disse eksemplene knyttes til risikostyring av arbeidsmiljøet i sanntid:

- Automatiserte risikoanalyser og erstatning av yrkeshygieneiske målinger for potensielt bedre resultater
- Enklere planlegging gjennom mer digitale løsninger
- Kontinuerlig sporing og overvåkning av arbeidsmiljøet
- Kontinuerlig tilbakemelding på endringer i risikobildet som muliggjør enklere kontroll av risiko
- Kontinuerlig identifikasjon av endringer og utsatte områder i arbeidsmiljøet

Hvordan disse momentene relaterer til stegene i en risikostyringsprosess, illustreres i figur 10.



Figur 10: Sanntidssystemers påvirkning på stegene i en risikostyringsprosess

Det kan videre tenkes at ytterligere informasjon om risikobildet kan gjøre det mulig å ta i bruk flere nivåer av tiltakshierarkiet på en mer effektiv måte, og da først og fremst som et resultat av å kunne måle og overvåke avvikssituasjoner som ikke avdekkes av målinger under nominelle dager. Det vil være mulig for virksomheter å legge seg tettere opp mot grenseverdier før arbeid eventuelt må avbrytes, fordi en trolig kan vite med større grad av nøyaktighet enn i dag når grenseverdier nås ved å utnytte egenskapene til alarmene i systemet. HMS-arbeideren i petroleumsnæringen (PH1) forklarte at dette er en unik mulighet ved sanntidssystemer:

«
 Så det er klart at hvis vi identifiserer med denne typen målinger veldig risikofylte arbeidsoperasjoner, så vil det tvinge frem tekniske løsninger og ... aller helst tekniske løsninger, eller substitusjon, altså hvis ... kan vi fjerne risikoen helt? (...)
 Men før det kommer på plass, så vil det tvinge frem type rotasjon eller andre organisatoriske tiltak, da.
 »

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1

Dette gjøres ved måling av eksponering for støy i dag, som for eksempel ved hjelp av QUIETPRO. Derimot, som det også har blitt trukket frem tidligere, kreves det mer av teknologien før et sanntidssystem vil være i stand til å fastslå faktisk eksponering for kjemiske arbeidsmiljøfaktorer og vibrasjon på samme måte som det gjøres for støy i dag.

5.4.1 Hvordan ser fremtiden ut?

Under intervjuene var det flere av informantene som kom med uttalelser om hvordan utviklingen innenfor dette feltet kan gå for seg i årene fremover. Noen av faktorene som ble trukket frem er den eksplosive teknologiutviklingen, at digitalisering er på dagsorden i mange virksomheter, og det er et skifte mot at arbeidsmiljø får mer oppmerksomhet enn tidligere. Det har blitt lansert flere systemer de siste årene som tangerer konseptet sanntidsvurdering av eksponering, og det kan tenkes at et system som WiNoS kan lede an i utviklingen av tilsvarende systemer de kommende årene, selv om det også er andre systemer med alternative tilnærminger som virker lovende.



Jeg tror det tar litt tid før robotene overtar, men vi kan få mye hjelp av den typen sensorer som vi har snakket om. Jeg tror analysedata og vurderingsgrunnlag ... for det vi gjør i dag på støv og støy, så gjør vi jo egentlig ikke risikoanalyser – vi gjør [kvalitative] risikovurderinger. Kanskje ved hjelp av disse systemene kan vi klare å gjøre risikoanalyser, og det er jo selvfølgelig veldig mye bedre enn bare en magesfølelse eller subjektive vurderinger av enkelte situasjoner.

HMS-arbeider i bygge- og anleggsnæringen – BH2



Selv om det er flere funn som tyder på at sanntidsdata kan ha anvendelse innen styring av arbeidsmiljørisiko i fremtiden, er det også, som tidligere nevnt, flere eksempler på utfordringer og begrensninger. Det kan åpenbart være en lettere for virksomheter med gode økonomiske forutsetninger å satse på ny teknologi innen arbeidsmiljø, men det er også etiske og rettslige aspekter som må tas hensyn til. GPS-sporing av arbeidstakere kombinert med sanntidsdata for å gi så presis vurdering av individuell eksponering som mulig, vil være banebrytende for risikostyringen av arbeidsmiljøet og systemer som Blackline Safety G7 åpner for denne muligheten.



*Blackline Safety-systemet er ekstremt mye mer fleksibelt enn alt annet jeg har sett hittil (...)
Det er ikke bare en kjemisk detektor (...)
Hvis en person faller om og ikke er aktiv innen en halvtime eller et kvarter (...), så vil det gå en alarm til en eller annen sentral som sier at 'vedkommende rører seg ikke', og da åpner også systemet for toveiskommunikasjon direkte gjennom måleren.*

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1



Samtidig er det et spørsmål om dette er akseptabelt – både fra et juridisk og etisk perspektiv. Det er ikke urealistisk å se for seg at mange arbeidstakere kan oppleve slik GPS-sporing som overdreven overvåkning, og at det kan føles som et overtramp og en undergraving av personvernet. Likevel kan det tenkes at fremtidig rettspraksis vil kunne åpne for dette i et forsøk på å kontrollere risiko fullstendig.



Det er den retningen det går (...) jeg tror det bare er et tidsspørsmål før jeg kan sitte her og ha, egentlig, løpende eksponeringsbilde til de som er nede i anlegget.

HMS-arbeider i petroleumsnæringen – PH1



HMS-arbeideren fra industrinæringen (IH1) antydte at det trolig vil bli mer fokus på helse og arbeidsmiljø i årene som kommer:

«
*Ja, jeg tror faktisk at det blir mer og mer fokus på helse (...)
 Jeg tror faktisk også at vi må innse at vi ikke får gjort noe
 med sikkerhet før vi gjør noe med arbeidsmiljøet totalt sett.
 (...) Jeg tror nok at dette med arbeidsmiljø får et større fokus,
 og da den helsebiten av arbeidsmiljø.*
 »

HMS-arbeider i industrinæringen – IH1

En av informantene fra bygge- og anleggsnæringen (BL1) antydte at dersom slike systemer innføres, så kan det bidra til at helse og arbeidsmiljø prioriteres høyere enn det som tidligere har vært tilfellet i virksomheten:

«
*Helse kommer ofte litt i baksetet i forhold til sikkerhetsarbeidet.
 Sanntidsdata kan kanskje hjelpe litt på der, for da får du noe som
 du må forholde deg til hver dag. Det kan hende det kan løfte
 helsespørsmålet litt høyere opp på dagsorden, da.*
 »

Leder i bygge- og anleggsnæringen – BL1

En av lederne i petroleumsnæringen (PL3) fortalte at digitalisering og teknologiutvikling vil føre med seg store endringer når det gjelder sanntidsovervåking av ulike arbeidsmiljøfaktorer:

«
*Jeg tror vi bare har sett starten på HMS-overvåking og
 sanntidsovervåking av mange ulike parametre (...)
 støy er en av mange [parametre] som etter hvert fremover,
 så ... drevet av digitalisering, for å si det sånn,
 og økt bevissthet rundt det, og også etter hvert som
 teknologien utvikles, så vil det gi økende grad av
 onlineovervåking av flere og flere miljøparametre.*
 »

Leder i petroleumsnæringen – PL3

5.5 Styrker og svakheter ved forskningsmetodene

Ifølge Jacobsen (2016) bør det alltid stilles spørsmål ved om et valgt undersøkelsesopplegg og dets tilhørende forskningsmetoder kan ha bidratt til å skape de resultatene en har endt opp med. For å ta stilling til dette anbefaler Jacobsen (2016) å gjennomføre en metodisk drøfting av følgende punkter:

- A. Hvor god er *påliteligheten* til dataene?
- B. Hvor god er den *begrepsmessige gyldigheten*?
- C. Hvor god er den *interne gyldigheten*?
- D. Hvor god er den *eksterne gyldigheten*?

Det første punktet handler om at det kan være trekk ved en undersøkelse som kan ha skapt resultatene. Påliteligheten handler således om hvor godt håndverk som ligger bak undersøkelsen. Eksempler på faktorer som kan påvirke påliteligheten kan være at det har blitt stilt ledende spørsmål under intervjuene, eller at informantene har blitt påvirket av selve intervjusituasjonen (undersøkelseeffekt). Forfatterne har hatt et bevisst forhold til disse problemstillingene under arbeidet, og anser det som lite trolig at resultatenes pålitelighet skal være nevneverdig påvirket i en gitt retning. Det er naturligvis ikke mulig å fullstendig utelukke muligheten for at informanter kan ha uttrykt seg mer positivt til konseptet *sanntidsvurdering ved risikostyring av arbeidsmiljø* under intervjuene enn de ville gjort i en annen sammenheng, men dette regnes av forfatterne som lite sannsynlig.

Punkt B handler om hvorvidt en undersøkelse faktisk har målt det forfatterne påstår at den har målt. Slik forfatterne ser det har valget av individuelle dybdeintervjuer lagt til rette for detaljerte, gode, relevante og nyanserte utsagn om oppgavens temaer. En naturlig begrensning ved gjennomføring av intervjuer i forbindelse med masteroppgaver vil være tid. Selv om det er tidkrevende å gjennomføre, transkribere og analysere intervjuer, går det også med mye tid til oppgaver som å rekruttere informanter, gi dem informasjon om prosjektet, og annen oppfølging. Det kan alltid oppstå uforutsette hendelser som får konsekvenser for innhenting av empiri, noe som også hendte i dette tilfellet, hvor tre av de opprinnelig planlagte 12 måtte avlyses.

En alternativ tilnærming til metoden for datainnsamling som ble vurdert tidlig i masteroppgaven, var å gjennomføre gruppeintervjuer for å stimulere til økt meningsutveksling mellom informantene, for å på den måten få frem flere synspunkter. En slik metode ville imidlertid vært tilnærmet umulig å bruke i praksis. For det første måtte alle informantene ha blitt samlet på ett sted, noe som ville blitt svært vanskelig med tanke på at de er spredt over ulike lokasjoner i Norge. Det ville også vært vanskelig å finne et tidspunkt som hadde passet for alle informantene. Dessuten kunne potensielt informantenes varierende forkunnskaper om konseptet sanntidsdata og andre viktige temaer påvirket deres vilje til å fortelle om personlige oppfatninger og erfaringer i et eventuelt gruppeintervju.

På et tidspunkt da problemstillingen enda ikke var ferdig definert ble det vurdert å velge standardisert spørreundersøkelse som forskningsmetode. En slik metode ville vært forbundet med to viktige svakheter i dette tilfellet. For det første ville det vært knyttet stor usikkerhet til resultatene av spørreundersøkelsen, da respondentene trolig kunne hatt svært ulik tolkning og oppfatning av flere av de mer komplekse temaene, noe spørsmålsformuleringene i spørreskjemaet vanskelig kunne tatt hensyn til. Forfatterne ville dessuten gått glipp av de detaljerte betraktningene fra informantene. Disse betraktningene har gitt opphav til de mange sitatene som presenteres i oppgaven, og forfatterne anser disse som en vesentlig del av resultatene.

Den interne gyldigheten til et forskningsprosjekt handler om hvor god dekning en har for å trekke de konklusjonene en gjør Jacobsen (2016). Forfatterne har brukt informantenes utsagn til å diskutere problemstillingen, og sitatene som presenteres i oppgaven representerer dermed utgangspunktet for slutningene som trekkes i konklusjonen. Berkaak (2014) slår fast at å presentere frittsvevende informantutsagn i seg selv ikke har for seg og at det som prinsipp er nødvendig å kontekstualisere resultatene av dybdeintervjuer med informanter, noe som vil gjøre det lettere for leseren å forholde seg kritisk til informantenes slutninger, resonnementer og argumentasjoner. I denne oppgaven var det imidlertid også nødvendig å ta hensyn til informantenes personvern, og det var derfor utfordrende å kontekstualisere resultatene uten å avsløre for mye om virksomhetene eller informantenes identitet.

Det siste punktet handler om ekstern gyldighet, altså om det er mulig å *generalisere* resultatene for en større gruppe enn hva som er undersøkt Jacobsen (2016). Dette kan ofte være en utfordring ved små-N-studier, og særlig når studien tar for seg et såpass vidt fenomen. Det er svært sannsynlig at andre informanter kunne gitt andre resultater, selv om de hadde vært fra de samme virksomhetene eller de samme næringene. Når det er sagt så tyder flere av resultatene på at det ble oppnådd en viss grad av teoretisk metning innenfor enkelte temaer. Informantene ga for eksempel mange av de samme svarene på spørsmålet om hva som er de viktigste driverne for å ta i bruk sanntidsdata innen arbeidsmiljø.

Det må også tas stilling til om utvalget av informanter er representativt for virksomhetene og næringene som har blitt undersøkt. Alle informantene (også lederne) hadde en viss tilknytning til fagfeltet arbeidsmiljø, og det kan dermed ikke utelukkes at dette har påvirket resultatene i en eller annen retning. Det var imidlertid en bevisst avgjørelse å intervjuer informanter med en slik bakgrunn for at resultatene skulle bli så reflekterte og utfyllende som mulig. Det er altså ikke usannsynlig at resultatene og tilbakemeldingene fra et annet utvalg (for eksempel en annen yrkesgruppe eller arbeidstakere generelt) kunne blitt nokså ulike. Det kunne derfor vært hensiktsmessig å innhente empiri fra andre grupper eller et større utvalg ved en eventuell videreføring av forskningsopplegget. Det er også viktig å understreke at utvalget i denne oppgaven utgjøres av informanter fra «ledende virksomheter», som alle har gjennomgående fokus på ny teknologi, digitalisering og HMS, og at det derfor kan være problematisk å generalisere funnene for næringene.

Å gjennomføre intervjuer med informanter fra flere virksomheter innenfor de tre næringene ville styrket oppgavens begrepsmessige gyldighet, og samtidig gjort det lettere å generalisere funn. Det er generelt svært stor variasjon mellom ulike virksomheter i såpass store inhomogene næringsgrupper, og funnene kan derfor ikke regnes som så representative at de kan generaliseres ut ifra et så begrenset utvalg informanter. Av hensyn til tid, som er den viktigste begrensende faktoren i forbindelse med en masteroppgave, ble dette imidlertid ansett som lite hensiktsmessig å benytte flere enheter.

Det kunne også vært mulig å intervjuer flere informanter fra de valgte virksomhetene/næringene, men dette ville trolig også vært for tidkrevende å gjennomføre i forbindelse med en masteroppgave. Det ble også vurdert å gjennomføre intervjuer av en tredje kategori, nemlig operatører og arbeidstakere uten HMS- eller lederansvar. Dette ville enten krevd flere intervjuer, noe som ville blitt for tidkrevende, eller redusert omfanget av empiri fra hver kategori. Det ble derfor valgt å begrense omfanget til de to kategoriene som etter forfatterens oppfatning ville belyse problemstillingen med størst mulig faglig tyngde.

Hensikten med denne oppgaven har først og fremst vært å gi et øyeblikksbilde av holdninger til bruk av sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø i næringer som potensielt kan ha bruk for dette. Ettersom endringer og teknisk utvikling i dag foregår i et svært høyt tempo, må resultatene fra denne masteroppgaven derfor regnes som «ferskvare». Det anses som svært sannsynlig at et tilsvarende undersøkelsesopplegg ville gitt ulike resultater om for eksempel fem, ti eller 15 år selv om det ikke er nevneverdige funn i empirien som beskriver utviklingen av sanntidsdata innen arbeidsmiljø i et slikt perspektiv.

6 Konklusjon

Sanntidsmålinger av støy kan gjøres med systemer som WiNoS, men gir i utgangspunktet ingen tall på arbeidstakeres grad av individuell eksponering. Systemer for overvåking av arbeidsmiljø kan dra nytte av metoder for å fastslå arbeidstakeres oppholdstid i støysoner gjennom eksempelvis GPS, men dette kan ha klare etiske følger. Sanntidsvurdering av eksponering for støy uten direkte sporing av arbeidstakere lar seg imidlertid gjøre, og gjøres til en viss grad i dag med systemer som QUIETPRO.

1 Informantene trakk frem ulike muligheter for å benytte data fra sanntidssystemer i de ulike stegene i en risikostyringsprosess. IOR foreslås av forfatterne som en mulig tilnærming, hvor risiko fra ulike arbeidsmiljøfaktorer kvantifiseres i risikoanalyser basert på sanntidsdata.

Sanntidsvurdering av vibrasjoner gjøres ikke i noen av virksomhetene som er representert i oppgaven, men skal i utgangspunktet være enkelt å gjennomføre og betinger ingen banebrytende utvikling av teknologi. Sanntidsvurdering av eksponering for kjemiske arbeidsmiljøfaktorer gjøres heller ikke i noen av virksomhetene. Hovedårsaken til dette er ifølge informantene at teknologien henger etter og at en ønsker seg et teknologisk løft før denne formen for sanntidsvurdering kan tas i bruk. Det gjøres sanntidsmålinger av kjemiske arbeidsmiljøfaktorer med direktevisende instrumenter, men disse resultatene er ikke på nivå med eksponeringsvurderinger fra systemer som QUIETPRO.

2 Utfordringene og begrensningene HMS-personell og ledere anser som de viktigste ved systemer for sanntidsvurdering av eksponering, er først og fremst måletekniske begrensninger (særlig for måling av kjemiske forurensninger i arbeidsmiljø) og det faktum at virksomhetene må ta stilling til hvordan data fra slike systemer skal brukes i risikostyring. *Information overload* og behov for endring av kompetanse ble også trukket frem som mulige utfordringer på kort sikt.

Om utvikling og innføring av sanntidssystemer er noe virksomheter bør satse på, vil i de fleste tilfeller være underlagt argumentene i en kost/nytte-analyse. Per i dag er det, ifølge informantene, lite hensiktsmessig å satse stort på utvikling av sanntidssystemer, da sensorene og systemenes iboende egenskaper fortsatt ikke er gode nok til at krav til lønnsomhet (og i noen tilfeller måleusikkerhet) oppfylles.

3 Den viktigste betingelsen for at HMS-personell og ledere skal være villige til å innføre sanntidssystemer innen arbeidsmiljø, er at det må være mulig å argumentere for slike systemer fra et kost/nytte-perspektiv. Funnene tyder også på at virksomhetene må ha nødvendig kunnskap om hvordan data fra sanntidssystemer skal tolkes og brukes, før slike systemer vil bli en realitet innenfor arbeidsmiljø.

Sanntidssystemer kan i stor grad gi reduksjon av epistemisk usikkerhet i arbeidsmiljømålinger, ettersom forhold rundt tradisjonelle målemetoder i mange tilfeller vil være forbundet med høy grad av usikkerhet. Dette er usikkerhet som kan minimeres gjennom

kontinuerlig overvåkning av arbeidsmiljøet. Reduksjon av stokastisk usikkerhet derimot, betinger bedre sensorer, særlig når det gjelder måling av kjemiske arbeidsmiljøfaktorer.

Valget av forskningsdesign og metode for datainnsamling var godt egnet til å belyse masteroppgavens problemstilling. Gjennomføringen av semi-strukturerte dybdeintervjuer la til rette for at informantene kunne snakke fritt om temaene fra sine synsvinkler. Dette ga forfatterne interessante, nyanserte og utfyllende resultater, som ga opphav til et diskusjonskapittel hvor mange relevante aspekter ble drøftet.

Utvalget av informanter i denne oppgaven er for lite til at det er mulig fastslå om sanntidsdata ved risikostyring av arbeidsmiljø er mer anvendelig i noen virksomheter og næringer enn i andre, men resultatene tyder på at sanntidsdata på sikt kan spille en større rolle i eksponeringsvurderinger, samt påvirke virksomhetenes evne til risikostyring av arbeidsmiljø i fremtiden.

6.1 Forslag til videre arbeid

Ettersom rammene for masteroppgaven naturlig nok har vært begrenset av tid og ressurser, er det avdekket flere forhold og interessante aspekter ved temaet som det ikke har vært mulig å belyse. Nedenfor gis det et utvalg alternative tilnærminger til oppgavens tema som det kan være interessant å belyse:

- Hvilken betydning og hvilke konsekvenser vil slike systemer ha for arbeidstakeres personvern, dersom verktøy for sporing av individer (f.eks. GPS) tas i bruk for å estimere individuell eksponering? Vil slike systemer påvirke arbeidstakeres sikkerhetsfølelse, risikopersepsjon og handlingsmønster? Disse problemstillingene kan trolig undersøkes ved å kartlegge arbeidstakeres holdninger til sanntidssystemer innen arbeidsmiljø på samme måte som det er gjort for ledere og HMS-personell i denne oppgaven. En utfordring vil imidlertid være at konseptet *sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø* kan være ukjent eller vanskelig for arbeidstakere å sette seg inn i, all den tid slike systemer ikke er utbredt i dagens arbeidsliv.
- Funnene i masteroppgaven tyder på at støvsensorer kan være godt egnet til å settes opp i trådløse nettverk som. Et viktig spørsmål å ta stilling til er om det også finnes sensorer med tilstrekkelige måleegenskaper for å vurdere eksponering for kjemiske arbeidsmiljøfaktorer i arbeidsatmosfæren i sanntid? Enkelte funn i oppgaven tyder på at det kan være et sprik mellom dagens løsninger og det som kreves, men dette bør undersøkes nærmere.
- Det er flere av funnene i oppgaven som tyder på at virksomhetene som informantene representerer kan være villige til å ta i bruk sanntidssystemer innen arbeidsmiljø, men gjelder dette også for andre virksomheter i de samme næringene, eller eventuelt andre næringer? Bredere kartlegging av behov og egnethet i andre næringer og virksomheter bør gjøres for å verifisere dette.

Referanser

- Aerosol. (2018) *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/aerosol> (Hentet: 9. juni 2019).
- Aktivitetsforskriften (2010) *Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-04-29-613> (Hentet: 9. juni 2019).
- Alli, B.O. (2008) *Fundamental principles of occupational health and safety*. 2. utgave. Genève: ILO. Tilgjengelig fra: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/document_s/publication/wcms_093550.pdf (Hentet: 8 desember 2018).
- AMS (2010) *PIMEX for effektivt arbeidsmiljøarbeid i aluminiumindustrien*. (PIM 97-10). Oslo: AMS. Tilgjengelig fra: http://www.ams-aluminium.no/PIMEX_PIM28rap10.pdf (Hentet: 8. juni 2019).
- Andersen, P.B. (2018) Automatisering. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/automatisering> (Hentet: 8. juni 2019).
- Arbeidsmiljøloven (2005) *Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62> (Hentet: 9. juni 2019).
- Arbeidstilsynet (u.å.a) *Arbeidsmiljøguiden: Risikovurderingen*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/hms/arbeidsmiljoguiden/kapitteloversikt/del-2/risikovurderingen/> (Hentet: 7. juni 2019).
- Arbeidstilsynet (u.å.b) *Asbest*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/asbest/> (Hentet: 9. juni 2019).
- Arbeidstilsynet (u.å.c) *Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske og biologiske forurensninger*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/kartlegging-og-vurdering-av-eksponering-for-kjemiske-og-biologiske-forurensninger/> (Hentet: 4. mai 2019).
- Arbeidstilsynet (u.å.d) *Kjemikalier*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/> (Hentet: 8. juni 2019).
- Arbeidstilsynet (u.å.e) *Metoder for måling av forurensninger i arbeidsatmosfæren*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/metoder-for-maling-av-forurensninger-i-arbeidsatmosfaren/> (Hentet: 8. juni 2019).
- Arbeidstilsynet (u.å.f) *Støy*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/stoy/> (Hentet: 5. mai 2019).
- Arbeidstilsynet (u.å.g) *Vibrasjoner*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/vibrasjoner/> (Hentet: 5. mai 2019).
- Bendal, S. 2018. Kvalitative metoder. *TIØ4525 Helse, Miljø og Sikkerhet, fordypningsemne*. Tilgjengelig fra: <https://blackboard.ntnu.no> (Hentet: 11. september 2018)
- Benzen. (2018) *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/benzen> (Hentet: 8. juni 2019).
- Berkaak, O.A. (2014) *Hvordan bruke informanter som kilde i akademisk tekst?* Tilgjengelig fra: https://www.youtube.com/watch?time_continue=104&v=ktM1r1Ca5Tc (Hentet: 4. april 2019.)
- Blackline Safety (2019) *G7 Data Sheet*. Tilgjengelig fra: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3026957/0179_SA_MD_G7x_Datasheet-Resellers-%20v10.pdf (Hentet: 13. juni 2019).
- Boleij, J.S.M, Buringh, E., Heederik, D. & Kromhout, H. (1995) Exposure assessment and evaluation in occupational epidemiology. *Occupational hygiene of chemical and biological agents*. Amsterdam: Elsevier.
- Carlsen, S., Jensen, E.K., Aardal, A., Yoshino, H., Bjor, O-H. & Olsen, H. (2016) Wireless Noise Surveillance - Development of Dynamic Noise Maps (SPE-179266-MS), *SPE*

- International Conference and Exhibition on Health, Safety, Security and Social Responsibility*. Stavanger, 11.-13. april 2016. Society of Petroleum Engineers.
- Den norske legeförening (2012) *Støyskade*. Tilgjengelig fra: <https://legeforeningen.no/Fagmed/Norsk-Forening-for-Otorhinolaryngologi-Hode-og-Halskirurgi/Veileder-for-ore-nese-halsfaget/Audiologi/Stoyskade/> (Hentet: 8. juni 2019).
- Deming, W.E. (1986) *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dräger (u.å.) *Dräger X-pid 9000/9500 Multi-Gas Detection*. Tilgjengelig fra: (<https://www.draeger.com/Products/Content/x-pid-9000-9500-pi-9104798-en-master.pdf>) (Hentet 9. juni 2019).
- ECHA (2018) *RAC recommends an occupational exposure limit for benzene*. Tilgjengelig fra: <https://echa.europa.eu/-/committee-for-risk-assessment-recommends-an-occupational-exposure-limit-for-benzene> (Hentet: 12. mai 2019).
- Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning (2011) *Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1355> (Hentet: 10. juni 2019).
- Forskrift om tiltaks- og grenseverdier (2011) *Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358> (Hentet: 9. juni 2019).
- Forskrift om utførelse av arbeid (2011) *Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357> (Hentet: 9. juni 2019).
- Gassforgiftning. (2018) *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/gassforgiftning> (Hentet: 8. juni 2019).
- Gjestland, T. (2018a) Akustikk. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/akustikk> (Hentet: 8. juni 2019).
- Gjestland, T. (2018b) Hørenivå. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/h%C3%B8reniv%C3%A5> (Hentet: 12. mai 2019).
- Gjestland, T. (2018c) Lyd. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/lyd> (Hentet: 12. mai 2019).
- Gisle, J. (2016) Styringsrett. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/styringsrett> (Hentet: 10. juni 2019).
- Levy, F.E.S. & Tjernshaugen, A. (2015) Grenseverdi for arbeidsmiljø. *Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/grenseverdi_for_arbeidsmilj%C3%B8 (Hentet 13. juni 2019)
- Grimsrud, T.K., Eiken, T., Tynes, T., Sterud, T. & Aasnæss, S. (2008) *Kjemisk arbeidsmiljø. Delrapport*. (STAMI-rapport 9(14)). Oslo: STAMI. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/288532> (Hentet: 8. mai 2019).
- Grøn, Ø. & Pedersen, B. (2019) Gass. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/gass> (Hentet: 9. juni 2019).
- Hansen, A. (2015) Norske forskere slår alarm: Oljearbeidere har utviklet kreft selv om benzen-nivåene de ble utsatt for er lavere enn det som myndighetene regner som forsvarlig, *Dagbladet.no*. Tilgjengelig fra: <https://www.dagbladet.no/nyheter/norske-forskere-slar-alarm-oljearbeidere-har-utviklet-kreft-selv-om-benzen-nivaene-de-ble-utsatt-for-er-lavere-enn-det-myndighetene-regner-som-forsvarlig/60752998> (Hentet: 10. juni 2019).
- Holtebekk, T. (2018) Metrologi. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/metrologi> (Hentet: 9. juni 2019).
- Holter, T. (2012) Nye muligheter med moderne hørselsvern, *Prosjekt støy i petroleumsindustrien (HØR)*. 12. oktober 2012. Tilgjengelig fra: <https://www.norskoljeoggass.no/globalassets/dokumenter/drift/stoyprosjekt/frokos>

- [tmoter/frokostmote-20121012-nye-muligheter-med-horselvern/hor-frokostmote-oktober-2012-holter.pdf](#) (Hentet: 9. juni 2019).
- IEC (2013) *IEC 61672-1:2013 Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*. Geneva: IEC.
- International Programme on Chemical Safety (2004) *IPCS Risk Assessment Terminology*. Geneva: World Health Organization. Tilgjengelig fra: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42908/9241562676.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 6. juni 2019).
- Ion Science (u.å.) *Cub personal VOC detector*. Tilgjengelig fra: <https://www.ionscience.com/products/cub-personal-voc-detector/> (Hentet: 29. mai 2019).
- IOSH (u.å.) *Occupational noise*. Tilgjengelig fra: <https://www.iosh.co.uk/Books-and-resources/Our-OH-toolkit/Noise.aspx> (Hentet: 12. mai 2019).
- ISO (2001) *NS-EN ISO 5349-2:2001 Mekaniske vibrasjoner – Måling og bedømmelse av hvordan håndoverførte vibrasjoner virker inn på mennesker – Del 2: Praktisk veiledning for måling på arbeidsplassen*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=145017> (Hentet: 9. juni 2019).
- ISO (2009) *NS-EN ISO 9612:2009 Akustikk – Bestemmelse av støyeksonering i arbeidsmiljø – Teknisk metode*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=374413> (Hentet: 2. februar 2019).
- ISO (2015) *ISO 27891:2015 Aerosol particle number concentration – Calibration of condensation particle counters*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/nettbutikk/produktkatalogen/produktpresentasjon/?ProductID=738520> (Hentet: 9. juni 2019).
- Jacobsen, D.I. (2016) *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 3. utgave. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Jensen, E.K. 2017. Støyeksonering. *TIØ4351 Yrkeshygiene*. Tilgjengelig fra: <https://blackboard.ntnu.no> (Hentet: 5. mars 2018).
- Jensen, E.K. (2018) Støykart – erfaring fra test av trådløs teknologi som hjelp i risikostyring av arbeidsmiljø, *Wireless Summit 2018*. Oslo, 31. oktober-1. november 2018.
- Jensen, E.K. & Nyberg, R.K. (2014) Økt innsats for å redusere støy – hva er resultatet? *Konferanse Hør Etter – Støy i petroleumsvirksomheten*. 2. april 2014. Tilgjengelig fra: https://www.norskoljeoggass.no/globalassets/dokumenter/drift/stoyprosjekt/avslutningskonferanse-20140402/jensen-nyberg-okt-innsats-for-a-reducere-stoy-02.04.14_statoil.pdf (Hentet: 5. mai 2019).
- Levy, F.E.S. & Moen, B. (2017) *Støy. Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/st%C3%B8y> (Hentet: 12. mai 2019).
- Lie, A., Skogstad, M., Tynes, T., Johannessen, H.A., Nordby, K-C., Mehlum, I.S., Arneberg, L., Engdahl, B. & Tambs, K. (2013) *Støy i arbeidslivet og helse*. (STAMI-rapport 10/2013). Oslo: Statens arbeidsmiljøinstitutt. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2410987> (Hentet: 27. november 2018).
- Lie, A., Skogstad, M., Johannessen, H.A., Tynes, T., Mehlum, I.S., Nordby, K-C., Engdahl, B. & Tambs, K. (2015) Occupational noise exposure and hearing: a systematic review, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 89(3), s. 351-372. Tilgjengelig fra: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00420-015-1083-5.pdf> (Hentet: 8. juni 2019).
- Lydtrykk. (2018) *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/lydtrykk> (Hentet: 8. juni 2019).

- Masterson, E. (2016) *Measuring the Impact of Hearing Loss on Quality of Life*. Tilgjengelig fra: <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2016/04/27/hearing-loss-years-lost/> (Hentet: 8. juni 2018).
- Melleby, O.J. (2014) *Utfordringer ved kost/nytteanalyser og ALARP-vurderinger – sett fra myndighetenes perspektiv*. 26. november 2014. Ptil. Tilgjengelig fra: <https://esra.no/wp-content/uploads/2015/04/1-Melleby.pdf> (Hentet: 10. juni 2019).
- Morken, T., Bråtveit, M. & Moen, B.E. (2005) *Rapportering av hørselsskader i norsk offshoreindustri 1992-2003*. Tidsskrift for Den norske legeforening 2005; 125:3272-4. Tilgjengelig fra: <https://tidsskriftet.no/2005/12/aktuelt/rapportering-av-horselsskader-i-norsk-offshoreindustri-1992-2003> (Hentet: 14. november 2018).
- NIOSH (1997) Methodology. *Control of Health and Safety Hazards in Commercial Drycleaners: Chemical Exposures, Fire Hazards, and Ergonomic Risk Factors*. Tilgjengelig fra: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/97-150/#Methodology> (Hentet: 3. juni 2019).
- NIOSH (1998) *General considerations for sampling airborne contaminants*. Tilgjengelig fra: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/chapter-d.pdf> (Hentet: 6. juni 2019).
- NIOSH (2015) *Hierarchy of Controls*. Tilgjengelig fra: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/> (Hentet: 8. juni 2019).
- NOA (2018) *Faktabok om arbeidsmiljø og helse 2018 – status og utviklingstrekk*. (STAMI-rapport 19(3)). Oslo: STAMI. Tilgjengelig fra: <https://stami.no/content/uploads/2018/06/Faktaboka-2018.pdf> (Hentet: 23. oktober 2018).
- NOA (u.å.a) *Innånding (samlet)*. Tilgjengelig fra: <https://noa.stami.no/arbeidsmiljoindikatorer/kjemiskfysiskbiologisk/forurensninger-i-arbeidsatmosfaren/innandning-samlet/> (Hentet: 10. juni 2019).
- NOA (u.å.b) *Støy*. Tilgjengelig fra: <https://noa.stami.no/arbeidsmiljoindikatorer/mekaniskfysisk-arbeidsmiljo/fysiske-faktorer/stoy/> (Hentet: 8. juni 2019).
- Nordberg, G.F. & Fowler, B.A. (2018) Dose-Effect and Dose-Response Assessment. *Risk Assessment for Human Metal Exposures*. 1. utgave. Cambridge: Academic Press. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804227-4.00005-4> (Hentet: 4. april 2019).
- Norsk Helseinformatikk (2015) *Raynauds fenomen*. Tilgjengelig fra: <https://nhi.no/sykdommer/hjertekar/blodaresykdom/raynauds-fenomen/> (Hentet: 3. juni 2019).
- Norsk olje og gass (2014) *114 – Anbefalte retningslinjer for håndtering av hørselsskadelig støy*. Tilgjengelig fra: https://www.norskoljeoggass.no/contentassets/b7afa6c12fc04e948bf732c8949aec38/114_rev-2---11122014.pdf (Hentet: 8. juni 2019).
- NOU 2008: 11 (2008) *Yrkessykdommer: Yrkessykdomsutvalgets utredning av hvilke sykdommer som bør kunne godkjennes som yrkessykdom*. Oslo: Departementenes servicesenter, informasjonsforvaltning.
- NS (1983) *NS 4860:1983 Luftundersøkelse – Måling av totalkonsentrasjon av støv og røyk i arbeidsatmosfære ved bruk av personbåret prøvetaker*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=134493> (Hentet: 9. juni 2019).
- NS (2007) *NS 4814:2007 Akustikk – Bestemmelse av støybelastning i arbeidet – Områdelyd målinger og utarbeidelse av støykortkart*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=307200> (Hentet: 9. juni 2019).

- NS-EN (1993) *NS-EN 481:1993 Arbeidsplassluft – Definisjoner av partikkelstørrelse for måling av luftbårne partikler*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=142002> (Hentet: 9. juni 2019).
- NS-EN (2008) *NS-EN 14253:2003+A1:2007 – Mekanisk vibrasjon - Måling og beregning av yrkesmessig eksponering for helkroppsvibrasjoner som relateres til helse - Praktiske retningslinjer*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=321024> (Hentet 13. juni 2019)
- NS-EN (2018) *NS-EN 689:2018 Arbeidsplassluft – Måling av eksponering for kjemiske stoffer ved innånding – Strategi for prøving av samsvar med yrkeshygieniske grenseverdier*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=986012> (Hentet: 9. juni 2019).
- NS-ISO (2018) *NS-ISO 31000:2018 Risikostyring – Retningslinjer*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1002500> (Hentet: 9. juni 2019).
- Olson, H.F. (1967) *Music, Physics and Engineering*. New York: Dover Publications.
- Papadakis, G.A. & Chalkidou, A.A. (2008) The exposure-damage approach in the quantification of occupational risk in workplaces involving dangerous substances, *Safety Science*, 46, s. 972-991. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.11.009>
- Pedersen, B. (2018) NOx. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/NOx> (Hentet: 8. juni 2019).
- Ptil (u.å.) *Ord og uttrykk*. Tilgjengelig fra: <https://www.ptil.no/fagstoff/ord-og-uttrykk/#R> (Hentet: 7. juni 2019).
- Rammeforskriften (2010) *Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-02-12-158> (Hentet: 10. juni 2019).
- Rausand, M. (2011) *Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications*. 1. utgave. Hoboken: Wiley.
- Rebillard, G. & Pujol, R. (2016) *Cochlea: function*. Tilgjengelig fra: <http://www.cochlea.eu/en/cochlea/function> (Hentet: 5. mars 2019).
- Rosén, G. & Lundström, S. (1987) Concurrent Video Filming and Measuring for Visualization of Exposure, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 48(8), s. 688-692. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1080/15298668791385426> (Hentet: 1. mai 2019).
- Rosén, G., Andersson, I-M., Walsh, P.T., Clark, R.D.R., Säämänen, A., Heinonen, K., Riipinen, H. & Pääkkönen, R. (2005) A Review of Video Exposure Monitoring as an Occupational Hygiene Tool, *The Annals of Occupational Hygiene*, 49(3), s. 201-217. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1093/annhyg/meh110> (Hentet: 1. mai 2019).
- Rossen, E. (2017) Sanntid. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/sanntid_-_IT (Hentet: 8. juni 2019).
- Skarsaune, E. (2018) - Større risiko enn på lenge for at oljearbeidere skal bli forgiftet, *Sysla.no*. Tilgjengelig fra: <https://sysla.no/offshore/storre-risiko-enn-pa-lenge-oljearbeidere-skal-bli-forgiftet/> (Hentet 7. juni 2019).
- Skogen, U. (2007) *Risikovurdering av mekaniske vibrasjoner*. Skien: Norsk Industri. Tilgjengelig fra: <https://arbinn.nho.no/globalassets/dokumenter-nho/apen/hms/fysisk-og-kjemisk-arbeidsmiljo/vibrasjonshanbok-fra-norsk-industri.pdf?fbclid=IwAR0a1mRctggrpXdvw-6915WMs5kvYHJVO9-zvFXXVd-ci5nynA2y-tSqJa0> (Hentet: 4. mars 2019).
- Skogstad, M., Johannessen, H.A., Tynes, T., Mehlum, I.S., Nordby, K-C. & Lie, A. (2016) Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise, *Occupational Medicine*, 66(10). doi: 10.1093/occmed/kqv148.

- Smedbold, H.T. (2016) *Perspektiver på risiko og usikkerhet for yrkeshygienikere*. Stavanger: Proactima/IØT-NTNU.
- STAMI (u.å.) *Støy i arbeidslivet og helse*. Tilgjengelig fra: <https://stami.no/publikasjon/stami-rapport-nr-10-2013/> (Hentet: 8. juni 2019).
- Taraldsen, L. (2017) Nordsjøarbeidere utsettes for kreftfarlig stoff: – Statoil mangler styring, *TU.no*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/nordsjoarbeidere-utsettes-for-kreftfarlig-stoff-statoil-mangler-styring/380261> (Hentet: 10. juni 2019).
- Techopedia (u.å) *Real-Time Data*. Tilgjengelig fra: <https://www.techopedia.com/definition/31256/real-time-data> (Hentet: 8. juni 2019).
- Thomassen, M.R. & Levy, F.E.S. (2019) Eksponering. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/eksponering> (Hentet: 8. juni 2019).
- Tjora, A. (2012) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 2. utgave. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Tufto, P.Å. & Jørgensen, R.B. 2014. Støy som arbeidsmiljøproblem. *TIØ4186 Arbeidsmiljø*. Tilgjengelig fra: <https://blackboard.ntnu.no> (Hentet: 3. oktober 2017).
- Vinnem, J.E. (2015a) Akseptkriterier for risiko. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/akseptkriterier_for_risiko (Hentet: 10. juni 2019).
- Vinnem, J.E. (2015b) As low as reasonably practicable. *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/as_low_as_reasonably_practicable (Hentet: 10. juni 2019).
- WHO (u.å.) *Occupational health*. Tilgjengelig fra: https://www.who.int/topics/occupational_health/en/ (Hentet: 13. juni 2019).

Vedlegg 1: Informasjonsskriv til informanter

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Forhold rundt sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø»?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke holdninger til bruk av sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø i ulike virksomheter og næringer i Norge. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med prosjektet er å kartlegge/undersøke/avdekke muligheter, begrensninger og holdninger til bruk av sanntidsvurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer ved risikostyring av arbeidsmiljø blant ledere og HMS-personell i et utvalg ledende virksomheter innenfor petroleumsnæringen, bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen i Norge.

Forskningsprosjektet er en masteroppgave av to studenter i helse, miljø og sikkerhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Førsteamanuensis Ellen Katrine Jensen ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse ved NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget, som består av ledere og HMS-personell i ledende virksomheter innenfor petroleumsnæringen, bygge- og anleggsnæringen og industrinæringen i Norge, er gjort selektivt med utgangspunkt i studentenes og veilederens egne nettverk.

Kontaktopplysninger er innhentet direkte eller indirekte fra studentenes egne nettverk og fra hovedveileder Ellen Katrine Jensen sitt nettverk.

Hva innebærer det for deg å delta?

Datainnsamlingen til studien innebærer personlige intervjuer med en varighet på ca. 30-60 min per intervju. Det vil i utgangspunktet gjennomføres ett intervju per intervjuobjekt. Spørsmålene vil omhandle bakgrunnsdata (navn på intervjuobjektets virksomhet, yrkestittel og ansvarsområde i virksomhet), generell kunnskap om eksponering, arbeidsmiljø og relevant teknologi, samt holdninger til bruk av sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø. Data vil registreres ved hjelp av lydopptak.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opplysninger om deg vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. For å ivareta konfidensialitet vil intervjuobjektens navn, kontaktinformasjon og navn på virksomhet anonymiseres og erstattes med en kode som lagres på en egen liste adskilt fra øvrige data.

Ingen andre opplysninger enn stillingstittel/jobbkategori og hvilken næring intervjuobjektens virksomhet tilhører vil bli brukt i publikasjonen, og intervjuobjektene vil derfor ikke kunne gjenkjennes. Intervjudata (lydopptak) vil transkriberes av studentene selv, og ingen andre enn studentene vil ha tilgang til intervjuobjektens personopplysninger.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Prosjektet skal etter planen avsluttes 11. juni 2019. Alle personopplysninger og intervjudata (lydopptak) vil bli slettet etter endt masteroppgave.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- få slettet personopplysninger om deg,
- få utlevert en kopi av dine personopplysninger (dataportabilitet), og
- å sende klage til personvernombudet eller Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- NTNU ved førsteamanuensis Ellen Katrine Jensen (hovedveileder), på e-post (ellen.jensen@ntnu.no) eller telefon: 952 04 592
- NTNU ved professor Kristin V Hirsch Svendsen (medveileder), på e-post (kristin.svendsen@ntnu.no) eller telefon: 932 93 610
- Jonas Bargård (student), på e-post (jonashb@stud.ntnu.no) eller telefon: 993 42 433
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, på e-post (thomas.helgesen@ntnu.no) eller telefon: 930 79 038
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på e-post (personverntjenester@nsd.no) eller telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Ellen Katrine Jensen
Prosjektansvarlig
(hovedveileder)

Jonas Bargård
Student

Aksel Haugen
Student

Vedlegg 2: Systembeskrivelse

Forberedelse til intervju med kort systembeskrivelse

Introduksjon

I forbindelse med intervjuet om bruk av sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø, ber vi deg lese gjennom dette dokumentet på forhånd. Dokumentet presenterer en generell systembeskrivelse av et tenkt system som skal brukes til dette formålet.

Denne systembeskrivelsen sendes til alle respondenter i forkant av intervjuet. Hensikten med systembeskrivelsen er å sikre at alle respondentene har en sammenlignbar grunnleggende forståelse av temaet og viktige begreper før intervjuet.

Systembeskrivelse

Et direktevisende automatisk system er i stand til å kontinuerlig innhente og presentere data som beskriver en gitt måleparameter. Et slikt system kan ha mange bruksområder, men i dette tilfellet vil det være snakk om å vurdere eksponering for fysiske og/eller kjemiske arbeidsmiljøfaktorer som kan utgjøre fare for arbeidstakere. Hvordan kan et slikt system brukes i risikostyring av arbeidsmiljø?

Man kan tenke seg et system som består av måleinstrumenter/sensorer som f.eks. måler støy eller gass- og støvkonsentrasjoner i arbeidsatmosfæren. Måleinstrumentene/sensorene er (trådløst) koblet i et nettverk som tillater kommunikasjon med en sentral. Gjennom denne nettverkstilkoblingen kan instrumentene til enhver tid måle og rapportere støynivå eller gass- og støvkonsentrasjoner i det miljøet den er plassert i, uten behov for menneskelig inngripen.

Sanntidsdata kan leses av direkte fra både instrumentpaneler og andre tilkoblede enheter i nettverket (f.eks. datamaskiner eller nettbrett). Historisk data (f.eks. støykart eller grafer som viser gass- og støv-eksponering over tid) er også tilgjengelig gjennom sentralens database. Måleinstrumentene/sensorene kan være bærbare eller stasjonære.

Et slikt system kan være forbundet med både fordeler og ulemper, muligheter og begrensninger. Viktige stikkord kan f.eks. være økonomi, måleusikkerhet, nytteverdi, personvern, osv.

Vedlegg 3: Intervjuguide

Del 1: Introduksjon og systembeskrivelse

Informasjon om gjennomføringen av intervjuet/forskningsprosjektet, og gjennomgang av systembeskrivelsen og diverse formaliteter.

- Presentere oss og informere om hvem skal lede intervjuet
- Informere om at det gjøres lydopptak under intervjuet
- Forklare hensikten med intervjuet
- Hvorfor intervjuer vi deg?
 - Hvor mange som intervjues
 - Hva som kommer med i rapporten
 - Anonymitet og hva som skjer med persondata (inkl. lydopptak)
- Har du lest gjennom systembeskrivelsen?
 - Er det nødvendig med en kort gjennomgang?
- Har du noen spørsmål eller innspill før vi setter i gang?

Del 2: Bakgrunnsinformasjon om informanten

Kort gjennomgang av informantens ansvarsområde i virksomhet, utdannings- og yrkesbakgrunn, m.m.

- Arbeids-/yrkestittel
- Faglig bakgrunn
- Daglige ansvarsområder i virksomhet
 - Særlige ansvarsområder i virksomhet?
- Deltakelse i utviklings- eller omstillingsprosjekter (f.eks. forskning) i virksomhet/næring

Del 3: Intervju

Tema 1

Holdninger til bruk av tradisjonelle tekniske hjelpemidler/målemetoder i HMS-arbeid, herunder til vurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer ved risikostyring av arbeidsmiljø.

- Erfaringer med bruk av måleinstrumenter og digitale hjelpemidler innen HMS og arbeidsmiljø (til kartlegging/vurdering av eksponering)
 - Holdninger/oppfatninger av ulike målemetoder?
 - Har du erfaring med måling av fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer?
 - Hvordan brukes data fra slike målinger i risikostyringen av arbeidsmiljø?
 - Hvor ofte og av hvem gjennomføres målinger?
 - Er det noen (fysiske eller kjemiske) arbeidsmiljøfaktorer som er mer hensiktsmessig å måle enn andre?
 - Er det noen arbeidsmiljøfaktorer som får mer oppmerksomhet enn andre?
 - Hvorfor er det slik?
 - Er enkelte arbeidstakere/ledere mer/mindre mottakelige for noen målemetoder enn andre?
 - Stasjonære vs. personbårne sensorer
 - Hvordan opplever du at arbeidstakere stiller seg til bruk av måleutstyr i arbeidet?

Tema 2

Drivere, muligheter, begrensninger og holdninger til bruk av sanntidsdata i HMS-arbeid, herunder til vurdering av eksponering for fysiske og kjemiske arbeidsmiljøfaktorer ved risikostyring av arbeidsmiljø.

- Har du gjort deg opp noen tanker om systembeskrivelsen?
- Drivere/motivasjon
 - Hvilken nytteverdi kan et slikt system ha?
 - Kan et slikt system fungere som et risikoreduserende tiltak?
 - Økonomisk vinning eller belastning?
 - Hva taler for/mot at sanntidsdata kan innføres/anvendes innen risikostyring av arbeidsmiljø i din virksomhet/næring?
 - Krav fra regelverk/lovgivning?
 - Økonomiske hensyn?
 - Praktisk gjennomførbarhet?
 - Personvern/motstand mot å bli overvåket?
 - Andre hensyn?
- Muligheter/utfordringer ved innføring av sanntidsvurdering av eksponering i din virksomhet/næring
 - Hvordan kan data fra et sanntidssystem benyttes i vurdering av risiko?
 - Positivt/negativt innstilt?
 - Åpenbare fordeler/ulempes?
 - Historiske data
 - *Information overload*?
 - Tror du innføringen av et slikt system vil føre til reduksjon eller utvidelse av arbeidstid for risikofylte arbeidsoppgaver (f.eks. økt arbeidsrotasjon)?
 - Bekymringer?
 - Personvern?
- Vil innføring av et slikt system kreve/føre til betydelig omstilling/endring i din virksomhet?
 - Finnes det kompetanse internt eller eksternt i virksomheten?
 - Vil det redusere, erstatte eller skape nye arbeidsplasser i organisasjonen?
- Hvordan ser fremtiden ut?
 - Forskning i virksomhet/næring?
- Holdninger til/erfaringer med bruk av sanntidsmålinger/-data til andre formål?

Tema 3

Holdninger til innføring av systemer for sanntidsvurdering av eksponering ved risikostyring av arbeidsmiljø i informantens virksomhet.

- Hadde du innført et liknende system (drøftet i del 1 og systembeskrivelsen) dersom du hadde hatt mulighet?
 - Hvorfor/hvorfor ikke?
 - Hva skal eventuelt til for at du vil innføre et slikt system?

Del 4: Avslutning

Gjennomgang av eventuelle spørsmål og avsluttende innspill fra informanten.

- Helt til slutt, er det noe du har lyst til å snakke om som vi ikke har kommet inn på tidligere?
- Takke for intervjuet og forklare hva som vil skje videre

