



UNIVERSITETSSYKEHUSET NORD-NORGE
DAVVI-NOROGGA UNIVERSITEHTABUOHCEVISSU

Arbeidsmiljø og helse i fiskeindustrien i Nord-Norge

Delrapport 2: Avgasser fra gasstrucker: eksponering og helseeffekter



Institusjon	Arbeids- og miljømedisinsk avdeling, Universitetssykehuset Nord-Norge, Tromsø
Dato	Desember 2002
Rapportutførelse	Beate Hustad Aamodt
Datamateriale	Beate Hustad Aamodt, Eva Kramvik, Berit Bang

Forord

Denne rapporten er en del av en undersøkelse som Arbeids- og miljømedisinsk avdeling ved Universitetssykehuset Nord-Norge har foretatt i nordnorske fiskeindustribedrifter. Målsetningen med prosjektet "Arbeidsmiljø og helse i fiskeindustrien i Nord-Norge" har vært å skaffe økt kunnskap om sammenhenger mellom helse hos de ansatte og risikofaktorer i arbeidsmiljøet i fiskerinæringen, samt å tilbakeføre denne kunnskapen til næringen. Med dette prosjektet ønsker vi å øke kunnskapsgrunnlaget for fiskeindustriens arbeidsmiljøetsatsing i årene fremover, basert på kunnskap om hva som er de største utfordringene på arbeidsmiljøet.

NHO's Arbeidsmiljøfond har ved siden av Universitetssykehuset Nord-Norge gitt det økonomiske grunnlaget for gjennomføring av prosjektet.

Følgende rapporter er utarbeidet i forbindelse med prosjektet:

1. Luftveisplager og eksponering for bioaerosoler
2. Avgasser fra gasstrucker: eksponering og helseeffekter
3. Muskelplager
4. Termisk klima
5. Støy
6. Helse-miljø og sikkerhet/Interkontrollarbeidet i et utvalg fiskeindustribedrifter

Yrkeshygienikerne Lisbeth Aasmoe og Berit Bang har vært prosjektledere og har hatt det overordnede ansvaret for gjennomføring og koordinering av delprosjektene. En rekke personer har deltatt i ulike faser av delprosjektene: lege Ingrid Wormdal, lege Gerd Sissel Andersen, lege Rosalie Evans, konsulent Tine Rasmussen, yrkeshygieniker Laila Årdal, yrkeshygieniker Roald Bøe, yrkeshygieniker Beate Hustad Aamodt, miljøkonsulent Hjørdis Rasmussen, miljøkonsulent Bodil Pedersen, fysioterapeut/sosiolog Cathrine Egeness, samfunnsviter Liv Karin Krogseng, samfunnsviter Thor Eirik Eriksen, inneklimateknisk rådgiver Ingrid Espejord, konsulent Anne Kristin Bjørnbakk, audiofysiker Magnar Johnsen og bioingeniør Eva Kramvik. Sekretær Berit Ramstad, kontorleder Barbro Godtlibsen, sekretær Turid Benjaminsen og kontorleder Mona Strømmesen har bidratt med større og mindre støtteoppgaver.

En styringsgruppe bestående av personer med førstehånds kjennskap til fiskerinæringen i Nord-Norge har gitt gode råd og kurskorrektiver underveis. Deler av denne gruppen var også involvert i forberedelsene til prosjektet. Referansegruppen besto av: Ann Torill Benonisen, Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening; Steinar Jenssen NHO, Tromsø; Magne Johnsen/ Trine Magnus, Universitetssykehuset Nord-Norge; Berit Hansen Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening, Tromsø; Turid Moldenæs, Universitetet i Tromsø; Hans Johan Dahl, Norsk Nærings- og Nytelsesmiddelarbeiderforbund og Hallgerd Sjøvoll, Arbeidstilsynet.

På ett eller flere trinn i undersøkelsen og bearbeidelsen av resultatene har disse deltatt:

Forsker Bo Veiersted, Statens Arbeidsmiljøinstitutt (STAMI)

Førsteamanuensis Siri Moe, Avdeling for sykepleie- og helsevitenskap, Universitetet i Tromsø

Førsteamanuensis Maja Lisa Løchen, Institutt for samfunnsmedisin, Universitetet i Tromsø

Professor Inger Torhild Gram, Institutt for samfunnsmedisin, Universitetet i Tromsø

Barnelege/allergolog Roald Bolle, Universitetssykehuset Nord-Norge, Tromsø

Statistikerne Tormod Brenn og Tom Wilsgård, Institutt for samfunnsmedisin, Universitetet i Tromsø

Førsteamanuensis Turid Moldenæs og amanuensis Hilde Vikan, Institutt for statsvitenskap, Universitetet i Tromsø

Forsker Per Ole Huser, Statens Arbeidsmiljøinstitutt (STAMI)

Forsker Wijnand Eduard, Statens Arbeidsmiljøinstitutt (STAMI)

Forsker Monica Lundholm, Universitetet i Uppsala.

Overlege Erik Florvåg, stipendiat Thien van Do, Professor Said Elsayed Klinisk biokjemi/Yrkesmedisinsk avdeling, Haukeland universitetssykehus, Bergen.

Ikke minst en takk til alle ansatte og bedriftsledere som har tatt svært godt imot oss, gitt oss av sin dyrebare arbeidstid, båret prøvetakingsutstyr og vært velvillige intervjuobjekter.

Tromsø, desember 2002

Arbeids- og miljømedisinsk avdeling
Universitetssykehuset Nord-Norge, Tromsø

Lisbeth Aasmoe

Berit Bang

Innholdsfortegnelse

1.0 Sammendrag	4
2.0 Innledning	5
2.1 Forbrenningsmotoren	5
2.2 Helse-effekter av avgassene	6
2.3 Normer	7
2.4 Forhold i fiskeindustrien	7
3.0 Målsetning	7
4.0 Materiale og metode	8
4.1 Avgassmålinger	8
4.2 Spørreundersøkelsen	9
5.0 Resultater	11
5.1 Avgassmålinger	11
5.1.1 CO-nivåer	11
5.1.2 NO ₂ -nivåer	12
5.1.3 CO ₂ -nivåer	13
5.2 Resultater fra spørreundersøkelsen	14
6.0 Diskusjon	17
6.1 Forhold av betydning for avgassnivåer	17
6.1.1 Truck type	17
6.1.2 Vedlikehold av trucker	18
6.1.3 Bygningsmessige løsninger	19
6.1.4 Ventilasjonsforhold	19
6.1.5 Feilkilder	20
6.2 Effekter av avgassene	21
6.2.1. CO	21
6.2.2 NO ₂	22
6.3 Forhold av betydning for effekter	23
7.0 Konklusjon	24
8.0 Referanser	25

1.0 Sammendrag

Innendørs bruk av propan-, diesel- og bensindrevne trucker kan resultere i produksjon av helseskadelige konsentrasjoner av avgasser fra drivstofforburningen. I dagens norske fiskeindustri er det fortsatt bruk av propan- og dieseldrevne trucker. Truckførerne sitter i en åpen eller lukket hytte på trucken. De frakter råvarer og ferdigprodukter fra kaiområdene og inn til ulike kjøle-, fryse- og lagerrom. Innendørs i bedriftene kjøres det også mellom ulike avdelinger og lagerrom. I kjøle- og fryserom er det liten ventilasjon da temperaturen må holdes lav og stabil.

Nivået av avgassene CO, CO₂ og NO₂ ble målt i syv fiskeindustribedrifter ved bruk av flergassmåleren Multiwarn II. Til sammen var det 16 målepunkter og opptaksperioden varierte fra 10 minutter til 6,5 timer. Måleperiodene var tilfeldige og ikke verstefalls-målinger (worst case). Målingene ble gjort i sjåførens pustesone, inne på lager eller fryserom hvor trucken kjørte mye, og på arbeidsposisjoner i nærheten av truckkjøresonen. Symptomer ble kartlagt ved hjelp av spørreskjema.

Målingene viste at 5 av 7 besøkte bedrifter overskred en eller flere av arbeidstilsynets anbefalte normer for CO, CO₂ eller NO₂. Avgassnivåene var høyest inne på kjøle- og fryserom. Målinger i sjåførens pustesone viste at gassnivået varierte i forhold til hvor trucken kjørte, og føreren kunne oppleve flere overskridelser av takverdiene i løpet av en arbeidsdag. I to av bedriftene ble det målt nivåer av NO₂ over takverdien på 2 ppm i truckførerens pustesone, mens det i to andre bedrifter ble målt nivåer av CO over 100 ppm i truckførerens pustesone (administrativ norm er 25 ppm). Kartleggingen viste også at enkelte bedrifter brukte omluft i ventilasjonsanlegget, med den konsekvens at forurenset luft ble spredt til lokaler som var adskilt fra truckkjøresonen. Innluften i ventilasjonsanlegget til avdelinger som mottok omluften kunne ha avgassnivåer like høy som de anbefalte gjennomsnittsnormene for gassene.

Spørreundersøkelsen viste at truckførerne var den arbeidstakergruppen som var mest plaget med luftveisproblemer som tung pust, tett i brystet, hoste og irritert, tett eller rennende nese. Selv om det var flere røykere blant truckførere i forhold til kontrollgruppen (ansatte i administrasjon), var symptomene ikke relatert til røyking alene. 23% av ikke-røykende truckførere hadde tung pust sammenlignet med 6% av ikke-røykere i kontrollgruppen. Truckførerne var også den gruppen arbeidstakere som var oftest plaget med hodepine (20% mot 9% i kontrollgruppen) og oftest plaget med tretthet og tung i hodet (25% mot 16% i kontrollgruppen).

Det som har betydning for konsentrasjonene av de ulike avgassene er hvilke type trucker som brukes, hvor godt vedlikeholdt disse er, og hvor mye de blir brukt. Bygningsmessige løsninger og ventilasjonsforhold har også vist seg å spille en meget viktig rolle for å få fjernet de uønskede avgassene i tilstrekkelig grad.

Både diesel- og propantrucker viste seg å gi avgassnivåer i konsentrasjoner som er kjent å kunne gi helseskadelige effekter. Godt vedlikehold av truckene kan redusere avgassnivået, men i lokaler hvor ventilasjonen er mangelfull (for eksempel kjøle- og fryselager) vil ikke gassene fjernes i tilstrekkelig grad. For å fjerne kilden til forurensing anbefales det å gå over til å bruke elektriske trucker innendørs.

2.0 Innledning

Innendørs bruk av drivstoffdrevne motoriserte kjøretøy kan føre til forurensning fra forbrenningsproduktene. Flere artikler har konstatert forandringer i luftkvalitet blant annet i skøytehaller ved bruk av propan-, bensin- eller dieseldrevne kjøretøy. Spesielt er karbonmonoksid (CO) et problem i denne sammenheng¹⁻⁹, men også nitrogendioksid (NO₂)^{6,8-12}.

Alvorlige helseeffekter som hodepine, oppkast og pusteproblemer grunnet bruk av kjøretøy innendørs i skøytehaller ble først beskrevet av Anderson i 1971¹. Det ble konstatert CO konsentrasjoner i førerens pustesone på opptil 250 ppm (2,5 ganger høyere enn dagens norske takverdi). Gjennomsnittskonsentrasjonen fra 19 skøytehaller var på 73 ppm CO. Maksimalkonsentrasjonene av NO₂ ble målt til 40 ppm (20 ganger høyere enn dagens norske takverdi). Senere studier fra USA, Canada, Sverige og Finland har bekreftet disse funnene.

En undersøkelse i seks norske fiskeforedlingsbedrifter foretatt av Statens teknologiske institutt (i samarbeid med Arbeidstilsynet, 1974) konstaterte svært høye konsentrasjoner av CO i fryse- og kjølelager. Gjennomsnittskonsentrasjonen for 16 forskjellige målepunkter var på 51 ppm CO. To av målingene foretatt på fryseler var på 100 og 140 ppm.

2.1 Forbrenningsmotoren

Forbrenningsmotorer i ulike kjøretøy (for eksempel biler, trucker, isbehandlingsmaskiner og traktorer) har i hovedtrekk samme oppbygging og funksjon. Motorene kan bruke ulike typer drivstoff. De mest brukte er bensin, diesel og propan.

Studier har vist at mengde og type avgasser fra forbrenningsmotorer kan variere avhengig av blant annet type drivstoff, vedlikehold av motoren, forhold mellom drivstoff/luft, forbrenningstemperaturen og turtall på motoren. Forbrenningsproduktene fra motoren kan bestå av disse bestanddelene²:

- Vanndamp, H₂O
- Nitrogen, N₂
- Oksygen, O₂
- Karbondioksid, CO₂
- Karbonmonoksid, CO
- Hydrogen, H₂
- Svoveloksyder, SO₂ og SO₃
- Nitrogenoksyder, NO, NO₂
- Aldehyder (for eksempel formaldehyd, HCHO)
- Organiske syrer (for eksempel maursyre, HCOOH)
- Alkoholer (for eksempel metanol, CH₃OH)
- Hydrokarboner, C_nH_m
- Sot
- Blyholdige substanser

De mest skadelige avgassene fra forbrenningsmotorer har vist seg å være CO og NO₂ da konsentrasjonen av disse kan komme opp i helseskadelige nivåer. Det har vist seg at hvis konsentrasjonen av disse gassene holdes på et lavt nivå, er det lite sannsynlig at det blir høye konsentrasjoner og helseproblemer av de andre gassene².

I fravær av menneskeskapt forurensning er konsentrasjonen av NO₂ i lufta 0,0002-0,0005 ppm. Konsentrasjonen av NO er enda lavere. Studier av propantrucker har vist at den høye forbrenningstemperaturen i motoren hovedsakelig fører til dannelse av NO i avgassen¹³. 98 % av NO_x avgassene bestod av NO. Denne gassen reagerer deretter med oksygen og danner NO₂. Samtidig er det observert en invers sammenheng mellom CO og NO_x konsentrasjonen, med en nedgang av CO nivået når NO_x nivået øker.

Studier av bensindrevne motorer har vist at disse hadde lavere utslipp av NO₂, og høyere utslipp av CO enn propandrevne motorer^{8,14,15}. Dette skyldes at propan har høyere forbrenningstemperatur enn bensin og dermed gir høyere utslipp av NO₂.

Katalysator brukes i kjøretøyer for å minske avgassene CO, NO₂ og hydrokarboner. En katalysator vil oksidere CO til CO₂, og hydrokarboner til vann. Noen studier har vist at de oksidative egenskapene til katalysatoren kan gi økte nivåer av NO₂ i lokaler hvor det er brukt kjøretøy med katalysator i forhold til lokaler med kjøretøy uten katalysator¹⁵. Det er fortsatt stor forskningsaktivitet rundt katalysatorer og andre metoder for å minske avgassnivåene i eksosen, men det gjenstår å evaluere effektiviteten av disse hos ulike kjøretøyer.

2.2 Helse-effekter av avgassene.

Nitrogendioksid (NO₂) er en meget reaktiv gass som er tyngre enn luft. Gassen er sterkt luftveisirriterende og gir økt luftveismotstand i lungene. Symptomer kan oppstå 4-24 timer etter eksponering¹⁶. Luktterskelen er 0,11-0,22 ppm. Ved konsentrasjoner ned mot 0,1 –0,2 ppm er det konstatert økt luftveismotstand hos astmatikere^{17,18}, mens hos friske individer er denne effekten sett ved 2,5 - 5 ppm NO₂ i to timer^{19,20}. Konsentrasjoner på 0,5 - 1,0 ppm i to timer har gitt effekter som rennende nese og nysing (snue)^{21,22}. Luftkonsentrasjoner på 25 ppm gir luftveisirritasjon og brystmerter. 50 ppm kan gi lungeødem og mulig subakutte eller kroniske lungeskader. 1 times eksponering for 100 ppm kan gi dødelig lungeødem. Kortvarig eksponering for 250 ppm eller mer gir hoste, økt spyttsekresjon og økende pustebesvær^{23,24}.

Nitrogenmonoksid (NO) er mindre helseskadelig enn NO₂. Akutt eksponering for 20 ppm NO kan hos følsomme individer gi sammentrekninger av lufttrøret og store pusteproblemer²⁵.

Karbonmonoksid (CO) er en fargeløs og luktfri gass selv i høye konsentrasjoner. Gassen fortrenger oksygen fra hemoglobinet i blodet og reduserer O₂-forsyningen til vevene. Hjerne og hjerte er spesielt sårbar for O₂-mangel, og tidlige symptomer er hodepine, svimmelhet og kvalme. Ved lave eksponeringer kan friske individer oppleve redusert våkenhet, mens hjertepasienter kan få forverrede symptomer⁴. Ved 50 ppm i 1 time kan det oppstå symptomer som tretthet og redusert yte- og konsentrasjonsevne. Ved høyere konsentrasjoner sees økende hodepine, slapphet, svimmelhet, kvalme, hjerterytmeforstyrrelser, bevissthetstap og til slutt død.

Karbondioksid (CO₂) er en fargeløs gass tyngre enn luft. Gassen er lite helsefarlig i seg selv, men på grunn av fortregning vil økt CO₂-nivå gi tilsvarende redusert O₂-konsentrasjon, og derved kunne forårsake symptomer på oksygenmangel. Ved konsentrasjoner på 20 000 ppm blir respirasjonen dypere, og ved 45-50 000 ppm CO₂ blir pusten anstrengt og ubehagelig for enkelte. Ved kraftig eksponering sees først rask puls, hodepine, svetting og synsforstyrrelser, og etter hvert eventuell bevisstløshet og død²⁶.

2.3 Normer

Arbeidstilsynet har utarbeidet administrative normer (ADN) for forurensning i arbeidsatmosfære. Normene er satt ut fra tekniske, økonomiske og medisinske vurderinger. Vanligvis angir normene for luftforurensninger høyeste akseptable gjennomsnittskonsentrasjon over et 8-timers skift. Det betyr at kortvarige overskridelser kan forekomme hvis konsentrasjonen for øvrig holdes så lav at gjennomsnittskonsentrasjonen for hele 8-timers perioden ligger under normen. For en del stoffer med fare for akutt forgiftning eller med irriterende ubehagelig virkning er det angitt en maksimalkonsentrasjon som ikke må overskrides (takverdi). For CO skal det i tillegg utarbeides en skriftlig instruks dersom kortvarige eksponeringer kan komme over 100 ppm²⁷.

Tabell 2.3.1: Arbeidstilsynets administrative normer for gassene NO₂, CO og CO₂

Gass	ADN (gjennomsnitt)	ADN (takverdi)
NO ₂		2 ppm
CO	25 ppm	100 ppm*
CO ₂	5000 ppm	

* Den administrative normen for CO er 25 ppm. Kortvarige eksponeringer bør ikke overstige 100 ppm, hvis dette forekommer skal det utarbeides skriftlig instruks for arbeid i CO-atmosfære

2.4 Forhold i fiskeindustrien

I norske fiskeindustribedrifter er det en utstrakt bruk av trucker. Store mengder råvarer og ferdigprodukter fraktes fra kaiområdet og inn til ulike kjøle-, fryse- og lagerrom. Innad i bedriften kjøres det også mellom ulike avdelinger og lagerrom.

De fleste bedrifter har en eller flere typer trucker med propan, diesel eller elektrisk drevet motor. Noen av truckene er utstyrt med hytte, mens andre er åpne. Det er stor variasjon i bruken av truckene. Enkelte dager kan truckene være i aktivitet mesteparten av tiden, mens andre dager er rolige.

Det er stor variasjon i ventilasjonsløsninger hos bedriftene. I kjøle- og fryselager er det minimalt med ventilering da temperaturen må holdes stabil og lav. Luftutvekslingen til disse rommene skjer gjennom kjøreportene. Ved gunstige værforhold ute er kjøreportene til kaianleggene ofte åpne og sørger for luftutveksling til mottakshallene. I de andre lokalene er ventilasjonen variabel. I noen bedrifter brukes det omluft. Oppvarming skjer vanligvis fra vifter og/eller ventilasjonsluft som er plassert høyt oppe under taket, og temperaturen i gulvhøyde kan komme ned mot null grader om vinteren i enkelte lokaler.

3.0 Målsetning

Formålet med denne undersøkelsen var å karakterisere nivået av avgasser i fiskeindustrien og utbredelsen av symptomer med mulig relasjon til gasseksponering hos truckførere i denne industrien.

4.0 Materiale og metode

4.1 Avgassmålinger

Konsentrasjonen av CO₂, CO, NO₂ og H₂S ble målt i syv fiskeindustribedrifter med Dräger flergassmåler, Multiwarn II. Det var fire rekebedrifter, to hvitfiskbedrifter og ett lakseslakteri. Målingene ble foretatt i perioden mars til mai 2001. Propan-, diesel- og elektriske trucker ble brukt i varierende grad i de syv bedriftene.

I alle bedriftene ble det foretatt gassmålinger i truckene. I en bedrift ble det gjort målinger i en åpen truck uten hytte, mens det i de andre bedriftene var trucker med hytte. Tre av målingene ble foretatt i dieseltrucker og fire i propantrucker. Gassmåleren ble plassert nærmest mulig sjåførens pustesone, og loggede målinger ble foretatt mens trucken var i aktivitet. Avgassmålinger ble også foretatt i lokaler og på arbeidsplasser nær kjøresonen til truckene. Måleperiodene varierte fra 10 minutter til 6,5 timer. Målingene ble foretatt under tilfeldig valgte opptaksperioder og er ikke verstefalls-målinger (worst case).

Multiwarn II logget hvert minutt de ulike konsentrasjonene av avgasser. Resultatene viser gjennomsnittsverdier i løpet av hele opptaksperioden. Maksimalverdier i sjåførens pustesone, kjølelager/fryselager og i nærliggende arbeidsposisjoner i løpet av måleperioden er også vist.

Kryss-sensitivitet

For NO₂ er måleområdet på Multiwarn II fra 0–20 ppm. Den anbefalte takverdien fra arbeidstilsynet er 2 ppm. Sensoren for NO₂ er av elektrokjemisk type, og da kan enkelte andre stoffer også reagere med sensoren og kan føre til avvik, såkalt kryss-sensitivitet. Gassene H₂S og SO₂ har størst innvirkning på sensoren. Disse gassene kan minske et positivt utslag av NO₂. Tilstedeværelse av CO og NO kan også virke inn på NO₂ sensoren. Undersøkelser har vist at meget høye konsentrasjoner (10 000 ppm CO og 500 ppm NO) av disse gassene kan føre til at instrumentet viser lavere konsentrasjoner av NO₂ enn det reelt er til stedet. Det er ikke gjort målinger ved lavere konsentrasjoner av CO og NO²⁸.

For H₂S er måleområdet på Multiwarn II fra 0–100 ppm. Gassen har en takverdi på 10 ppm gitt fra arbeidstilsynets normer. Instrumentet har en elektrokjemisk sensor for H₂S. NO kan ha kryss-sensitivitet med sensoren. Fra leverandørens side er det angitt at en konsentrasjon på 20 ppm NO kan gi et avvik på 10 ppm H₂S høyere enn det reelle H₂S nivået²⁹.

For CO er måleområdet på Multiwarn II fra 0–500 ppm. I løpet av en 8-timers periode bør ikke eksponeringen for CO overstige 25 ppm i gjennomsnitt. Gassen har i tillegg en takverdi på 100 ppm gitt i arbeidstilsynets normer. CO måles med en elektrokjemisk sensor. H₂S og NO kan ha kryss-sensitivitet med sensoren. Det er oppgitt at en konsentrasjon på 30 ppm H₂S (eller 25 ppm NO) kan gi et avvik på 120 ppm (eller 50 ppm for NO) høyere CO nivå enn det reelle CO nivået³⁰.

Multiwarn II har en infra-rød sensor for CO₂ og har ikke kjent kryss-sensitivitet med andre gasser³¹. Måleområdet på Multiwarn II er 0–25 000 ppm. I løpet av en 8-timers periode bør ikke eksponeringen overskride 5000 ppm i gjennomsnitt i følge arbeidstilsynets normer²⁷.

Tabell 4.1.1 viser måleområde, oppløsning og sensitivitet for de aktuelle sensorene.

Tabell 4.1.1: Måleområde, oppløsning i display og sensitivitet for multiwarn-sensorer

Multiwarn II, sensor:	Måleområde	Oppløsning i digitalt display	Sensitivitet i % av målt verdi
CO ₂	0 – 9999 ppm	100 ppm	≤ ± 10%
CO	0 – 500 ppm	1 ppm	≤ ± 3%
NO ₂	0 – 20 ppm	0,1 ppm	≤ ± 3%
H ₂ S	0 – 100 ppm	1 ppm	≤ ± 3%

4.2 Spørreundersøkelsen

Spørreskjemaet (vedlegg 1) ble sendt ut til 3551 ansatte i 118 bedrifter. Disse bedriftene hadde på forhånd sagt ja til å være med i denne undersøkelsen. Vi sendte skriftlig purring til de som ikke hadde sendt inn skjemaet etter 1-2 måneder. Vi mottok svar fra 1767 ansatte i disse bedriftene, altså en svarprosent på 49.8%. Av disse var omtrent 50% i hvitfiskbedrifter, 20% i lakseslakterier, 16% i reke- og 4% i sildebedrifter. Spørreskjemaet som er brukt i undersøkelsen inneholder dels spørsmål fra andre standardiserte spørreskjemaer, spørsmål som er utprøvd i andre undersøkelser og dels spørsmål som er utformet for denne undersøkelsen.

Spørreskjemaet er inndelt i 8 kapitler, som hvert omhandler følgende hovedtema:

- A Personalia
- B Generelt om arbeidsforhold
- C Generelt om helsetilstanden
- D Muskel- og skjelettplager i forbindelse med arbeidet
- E Andre helseplager i forbindelse med arbeidet
- F Røyking
- G Støy
- H Inneklima og temperatur

Generelt om deltakerne i spørreundersøkelsen:

Ved presentasjon av gjennomsnittsverdier er variansen vist med standard avvik.

Menn: 54.8%
 Kvinner: 42.0%
 Ikke svart: 3.1% (55 stk)

Alder: Gjennomsnittsalderen blant deltakerne er 39,7 år

Menn 38.7±12.2 år
 Kvinner 40.8±11.5 år

Utdanning: I gjennomsnitt har de 10.6 års utdanning

Menn 10.7±2.7 år
 Kvinner 10.4±3.0 år

Ansiennitet: De har jobbet totalt 12.9 år i gjennomsnitt i fiskeindustrien

Menn 13.3±10.5 år
 Kvinner 12.3±9.1 år.

Fagbrev: 13.8% oppgir at de har fagbrev i fiskeindustrien

Menn 14.3%
 Kvinner 13.0%

Tabell 4.2.1: Alders- og kjønnsfordeling hos de 1636 deltakerne av totalt 1767 som har svart både på spørsmål om kjønn og alder.

	Aldersfordeling % (n)	Menn %	Kvinner %
Opp til 19 år	2.3 (41)	3.2	1.6
20-29 år	20.3 (358)	24.6	18.3
30-39 år	23.9 (422)	26.6	24.7
40-49 år	23.7 (417)	22.9	29.0
50-59 år	18.7 (331)	18.1	23.0
Over 60 år	3.8 (67)	4.6	3.4
Total	100 (1636)	100	100

Nasjonalitet:

Norge	87.1%
Øvrig Skandinavia	3.9%
Annet utland	4.5%
Ikke svart	4.5%

I denne rapporten har vi fokus på truckførere og eventuelle helseeffekter som skyldes eksponering for avgasser. I deler av resultatbearbeidelsen har vi trukket ut resultater fra tre grupper, og sammenlignet dem:

Truckførere

Denne gruppen består av 65 ansatte der hovedarbeidsplassen var kjølelager/fryselager/truck (tabell 4.2.3). Det er ikke tatt hensyn til hvilken type bedrift truck førerne jobber i (for eksempel reke, hvitfisk eller kombinasjonsbedrift) da dette har liten betydning for gass-eksponeringen de opplever. Mer enn 1/3 av denne gruppen var under 30 år.

Administrasjonsgruppen

Denne gruppen er her brukt som kontrollgruppe til truck førerne, og består av 179 besvarelser hvor hovedarbeidsplass var kontor/administrasjon. Det er ikke tatt hensyn til hvilken type bedrift (for eksempel reke, hvitfisk eller kombinasjonsbedrift) de jobber i.

Alle-gruppen

Denne gruppen består av alle 1767 besvarelser og omfatter alle typer arbeidsplasser, også truckførere og ansatte i administrasjonen.

Tabell 4.2.3: Prosentvis fordeling av kjønn, alder vaner i gruppene truckførere, administrasjon og alle. Det er prosentvis flere røykere og personer som er ofte forkjølet i truck gruppen enn i administrasjonen ($p \leq 0,05$).

Gruppe	Kvinner (%)*	Menn (%)*	Gjennomsnitts alder (år)	Røyker daglig (%)
Truck (n=65)	1,5	97,0	36	52,5
Administrasjon (n=179)	41,0	57,0	42	38,5
Alle (N=1767)	42,0	55,0	40	48,0

*Ikke alle har svart på spørsmålet, derfor vil summen ikke bli 100%

5.0 Resultater

5.1 Avgassmålinger.

Avgassmålinger ble utført i syv bedrifter (tabell 5.1.1). Gjennomsnittsnivåer av CO, NO₂ og CO₂ i måleperioden er vist i figur 5.1.1–5.1.3. Gassene ble målt i tre forskjellige posisjoner i bedriftene. Opptaksperioden varierte fra 10 minutter til 6,5 timer avhengig av måleposisjon og bedrift. Maksimalkonsentrasjonen i måleposisjonene i løpet av opptaksperioden er vist i tabell 5.1.2–5.1.4.

Tabell 5.1.1: Antall ansatte og bedriftstype for de syv bedriftene der målinger ble gjennomført. ”Truck” beskriver hvilket drivstoff som ble brukt i forbrenningsmotoren til trucken hvor det ble målt i sjåførens pustesone.

Bedrift nummer	Bedriftstype	Antall ansatte	Truck
111	Reker	41	Propan, lukket hytte
51	Reker	25	Diesel, åpen hytte
70	Reker	44	Propan, lukket hytte
94	Reker	51	Diesel, lukket hytte
45	Hvitfisk	73	Propan, lukket hytte
118	Hvitfisk	127	Propan, lukket hytte
37	Laks	145	Diesel, lukket hytte

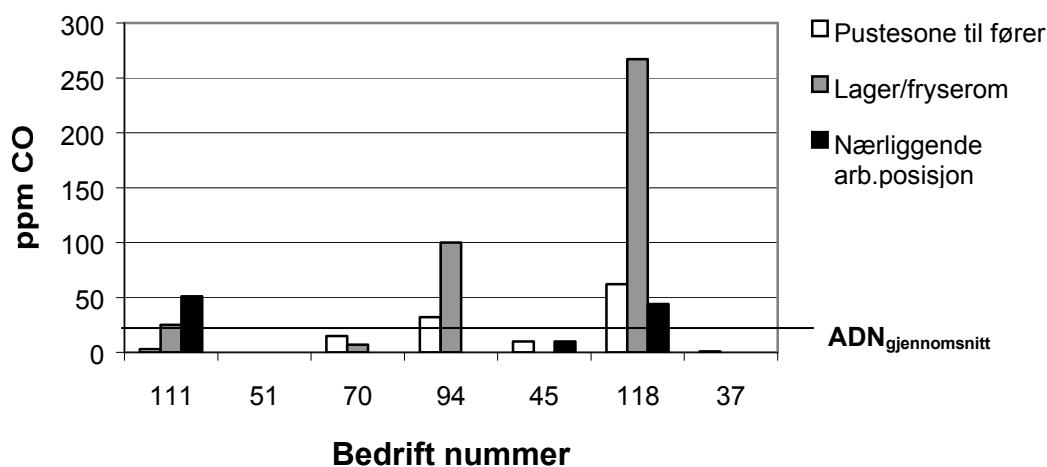
Av 16 målepunkter viste gassmåleren funn av H₂S i 9 tilfeller. Ved 8 av disse målingene ble det samtidig funnet NO₂. Takverdien for H₂S (10 ppm) ble overskredet ved en episode hvor maksimalkonsentrasjonen var på 12 ppm. Gjennomsnittet av de andre målingene var på 1 ppm, med maksimum konsentrasjon på 2,4 ppm.

Instrumentet som ble brukt for måling av avgasser, målte ikke konsentrasjonen av NO. Denne gassen er kjent for å virke inn på H₂S sensoren. En konsentrasjon på 20 ppm NO har vist å gi et avvik på 10 ppm H₂S høyere enn det reelle nivået²⁹. Det er kjent at NO_x avgassen fra propantrucker inneholder 98% NO¹³. NO reagerer deretter med oksygen og danner NO₂. Samtidige målinger av NO og NO₂ har vist at NO kan være til stede uten at NO₂ kan påvises i stor grad. Da det er stor samvariasjon mellom H₂S og NO₂ nivået er det sannsynlig at funnene av H₂S i virkeligheten skyldes kryss-sensitivitet med gassen NO.

5.1.1 CO-nivåer

I arbeidstilsynets normer (ADN) er det anbefalt at gjennomsnittskonsentrasjonen av CO i løpet av en 8-timers periode ikke overskrider 25 ppm. For CO gjelder i tillegg at det skal utarbeides en skriftlig instruks for arbeid i CO-atmosfære dersom kortvarige eksponeringer overskrider 100 ppm²⁷. Tre av bedriftene overskred gjennomsnittsnormen (figur 5.1.1), og to av disse hadde maksimalkonsentrasjoner over 100 ppm i sjåførens pustesone (tabell 5.1.2). De samme to bedriftene hadde gjennomsnitt- og maksimalkonsentrasjoner over norm i lager/fryserom. Bedrift 45 hadde i løpet av måleperioden en episode hvor maksimalkonsentrasjonen kom over 100 ppm.

Figur 5.1.1: Gjennomsnittsverdier av CO (ppm) målt i syv bedrifter ved tre måleposisjoner. Måleperiodene er beskrevet i tabell 5.2. Arbeidstilsynets anbefalte norm, ADN, for gjennomsnittlig eksponering i løpet av en 8-timers arbeidsdag (25 ppm) er lagt inn i figuren.



Tabell 5.1.2: Gjennomsnitts- og maksimalverdier (i ppm) av CO i de forskjellige måleposisjonene i løpet av måleperioden. Kortvarige eksponeringer bør ikke overstige 100 ppm i følge arbeidstilsynets normer.

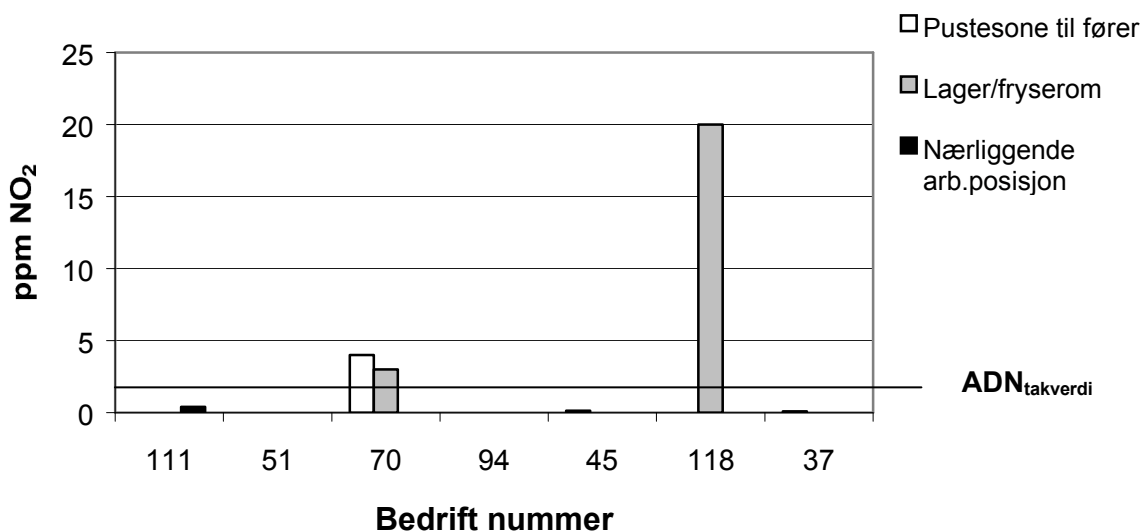
Bedrift nummer	Sjåførens pustesone			Lager/fryserom			Nærliggende arb. posisjon		
	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)
111	6,0	3	41	0,67 ^o	25	28	2,0 [*]	51	78
51	6,0	0	0		0	0		0	0
70	2,0	15	23	1,0	7	8	-		
94	1,5	32	134	1,0	100	170	-		
45	5,5	10	27	-			6,5 [•]	10	129
118	1,0	62	152	0,17	267	364	3,0 [□]	44	78
37	6,0	1	11	-			-		

* Måling foretatt i transportgang, ^o Øyeblikksmålinger, [•] Måling foretatt ved flekkemaskin, [□] Måling foretatt på filétavdeling

5.1.2 NO₂-nivåer

For NO₂ er det i arbeidstilsynets anbefalte normer angitt en maksimalkonsentrasjon (takverdi) på 2 ppm som ikke må overskrides²⁷. Hos to av bedriftene var gjennomsnittskonsentrasjonen over takverdi (figur 5.1.2). Hos tre bedrifter var maksimalkonsentrasjonen over takverdi (tabell 5.1.3). Måleområdet til instrumentet for NO₂ går opp til 20 ppm. I bedrift 118 på lager/fryserom viste instrumentet at denne terskelen ble overskredet. Displayet på instrumentet og utskriften fra de lagrede data viste 20 ppm når terskelen ble overskredet. Da måleperioden var på 10 minutter ble gjennomsnittsnivået ≥ 20 ppm og maksimalkonsentrasjonen > 20 ppm.

Figur 5.1.2: Gjennomsnittsverdier av NO₂ (ppm) målt i syv bedrifter ved tre måleposisjoner. Måleperioden er beskrevet i tabell 5.3. Arbeidstilsynets anbefalte norm (ADN) for NO₂ er 2 ppm og er samtidig en takverdi. Takverdien er lagt inn i figuren. Gjennomsnittskonsentrasjonen i bedrift 118 (lager/fryserom) er ≥ 20 ppm da måleområdet for instrumentet går opp til 20 ppm og denne ble overskredet i måleperioden.



Tabell 5.1.3: Gjennomsnitts- og maksimalverdier av NO₂ (ppm) i de forskjellige måleposisjonene i løpet av måleperioden. Takverdien for NO₂ er 2 ppm i følge arbeidstilsynets normer. Gjennomsnitts- og maksimalverdi i bedrift 118 og 45 er ≥ 20 ppm da måleområdet for instrumentet går opp til 20 ppm, og denne ble overskredet i løpet av måleperioden.

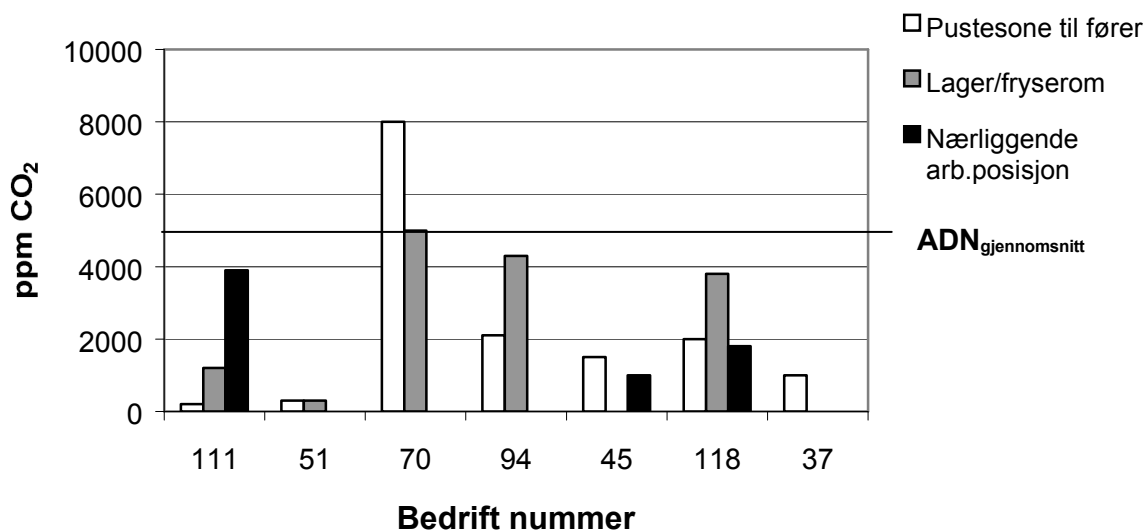
Bedrift nummer	Sjåførens pustesone			Lager/fryserom			Nærliggende arb. posisjon		
	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)
111	6,0	~0	0,08	0,67	0	0	2,0*	0,41	1,56
51	6,0	0	0	°	0	0	°	0	0
70	2,0	4,0	7,0	1,0	3,0	3,0	-	-	-
94	1,5	0	0	1,0	0	0	-	-	-
45	5,5	0,14	5	-	-	-	6,5*	0,01	>20
118	1,0	0	0	0,17	≥ 20	>20	3,0 [□]	0	0
37	6,0	0,1	0,87	-	-	-	-	-	-

* Måling foretatt i transportgang, ° Øyeblikksmålinger, • Måling foretatt ved flekkemaskin, □ Måling foretatt på filétavdeling

5.1.3 CO₂-nivåer

I arbeidstilsynets normer er det anbefalt at gjennomsnittskonsentrasjonen av CO₂ i løpet av en 8-timers periode ikke overskrider 5000 ppm²⁷. Ved en av bedriftene ble denne normen overskredet (figur 5.1.3). Tabell 5.1.4 viser maksimalkonsentrasjonene funnet i de ulike måleposisjonene. For CO₂ eksisterer det ingen takverdi.

Figur 5.1.3: Gjennomsnittsverdier av CO₂ (ppm) målt i syv bedrifter ved tre måleposisjoner. Måleperiodene er beskrevet i tabell 5.4. Gjennomsnittlig eksponering i løpet av en 8-timers arbeidsdag bør ikke overstige 5000 ppm i følge arbeidstilsynets normer (ADN), og er lagt inn i figuren.



Tabell 5.1.4: Gjennomsnitts- og maksimalverdier (i ppm) av CO₂ i de forskjellige måleposisjonene i løpet av måleperioden. Gjennomsnittlig eksponering i løpet av en 8-timers arbeidsdag bør ikke overstige 5000 ppm i følge arbeidstilsynets normer.

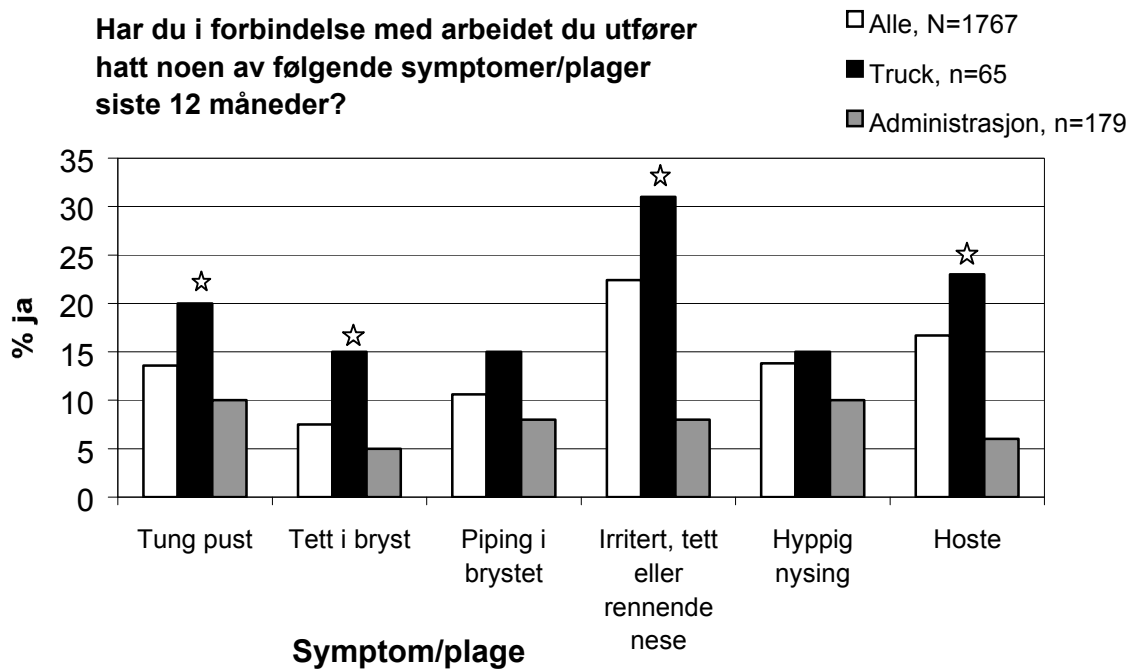
Bedrift nummer	Sjåførens pustesone			Lager/fryserom			Nærliggende arb. posisjon		
	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)	Måleperiode (timer)	Gjennomsnitt (ppm)	Maksimal verdi (ppm)
111	6,0	300	2300	0,67	1200	1400	2,0*	3900	5800
51	6,0	300	300	°	300	300	°	300	300
70	2,0	8000	12 600	1,0	5000	6300	-	-	-
94	1,5	2100	10 800	1,0	4300	7700	-	-	-
45	5,5	1500	4600	-	-	-	6,5*	1000	4700
118	1,0	2000	6800	0,17	3800	5500	3,0 [□]	1800	2300
37	6,0	1000	4600	-	-	-	-	-	-

* Måling foretatt i transportgang, ° Øyeblikksmålinger, • Måling foretatt ved flekkemaskin, [□] Måling foretatt på filétavdeling

5.2 Resultater fra spørreundersøkelsen.

I spørreundersøkelsen ble arbeidstakerne spurt om luftveisplager i forbindelse med sitt arbeide. Figur 5.2.1 viser frekvensen av symptomer/plager siste 12 måneder. Truckførerne er den prosentvis største gruppen for alle symptomer, mens administrasjonsgruppen er den laveste. Det er signifikant flere i gruppen truckførere enn administrasjon som oppgir å ha tung pust, tett bryst, hoste og irritert, tett eller rennende nese (Pearson Chi-Square, $p \leq 0,05$).

Figur 5.2.1: Forekomst av luftveis-symptomer/plager i forbindelse med arbeidet siste 12 måneder, angitt i prosent av N/n, hos alle, truckførere og administrasjonen. Signifikante forskjeller mellom truckførere og kontrollgruppen (administrasjonen) (Pearson Chi-Square, $p \leq 0,05$) er indikert med en stjerne.



Spørreundersøkelsen viste at truckførerne var oftere forkjølet og røykte mer enn kontrollgruppen. Gruppene i figur 5.2.1 ble delt opp i undergrupper av røykere og ikke røykere for å se om daglig røyking hadde en avgjørende effekt på forekomsten av symptomer. Besvarelsene ble også delt inn i undergrupper bestående av ofte forkjølet (mer enn to ganger i året) og sjelden forkjølet (0-2 ganger i året) for å kontrollere om hyppigheten av forkjølelse kunne forklare forskjellene. Da ikke alle har svart på hvor ofte de røyker eller er forkjølet ble n mindre enn i figur 5.2.1. Tabellene 5.2.1 og 5.2.2 viser frekvensen av symptom i de ulike undergruppene og hvilke grupper som er signifikant forskjellig fra tilsvarende undergruppe med hensyn på røyking og forkjølelse.

Tabell 5.2.1: Prosentvis symptomfordeling i undergruppene røykere og ikke røykere for figur 5.4, n er antallet i hver gruppe.

Symptomer	Truck gruppe		Administrasjon		Alle	
	Røykere n=39	Ikke røykere n=22	Røykere n=78	Ikke røykere n=98	Røykere n=940	Ikke røykere n=794
Tung pust	18,0	22,7*	14,1	6,1	15,4	11,6
Tett i bryst	20,5*	9,1	6,4	3,1	9,8	5,0
Piping i bryst	18,0	13,6*	14,1	3,1	14,1	6,7
Hyppig nysing	18,0	13,6	12,8	7,1	15,5	12,0
Irritert, tett eller rennende nese	35,9*	27,3*	10,3	7,1	25,4	19,4
Hoste	33,3*	9,1	6,4	5,1	20,9	12,0

*Signifikant forskjell mellom truck gruppe og tilsvarende undergruppe for administrasjon (Pearson Chi-Square test, $p \leq 0,05$).

Tabell 5.2.2: Prosentvis symptomfordeling i undergruppene ”ofte forkjølet” og ”sjelden forkjølet” for figur 5.4, n er antallet i hver gruppe.

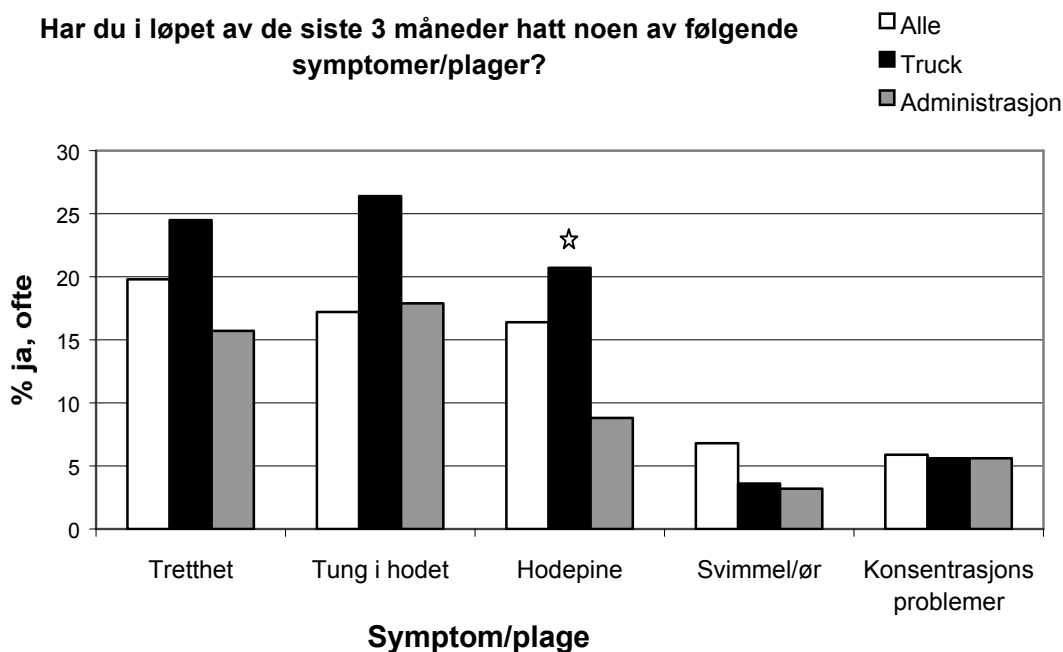
Symptomer	Truck gruppe		Administrasjon		Alle	
	Ofte forkjølet n=20	Sjelden forkjølet n=43	Ofte forkjølet n=23	Sjelden forkjølet n=147	Ofte forkjølet n=422	Sjelden forkjølet n=1269
Tung pust	35,0	14,0	21,7	7,5	23,5	10,8
Tett i bryst	30,0	9,3	13,0	3,4	16,4	4,7
Piping i bryst	35,0	7,0	17,4	6,8	20,1	7,9
Hyppig nysing	40,0	4,7	26,1	7,5	27,3	9,7
Irritert, tett eller rennende nese	55,0*	20,9*	21,7	6,8	43,1	16,2
Hoste	45,0	11,6*	26,1	2,0	38,6	9,6

*Signifikant forskjell mellom truckgruppe og tilsvarende undergruppe for administrasjon (Pearson Chi-Square test, $p \leq 0,05$).

Figur 5.2.2 viser frekvensen av arbeidstakere som har svart ”ja, ofte (hver uke)” på spørsmålet: *Har du i løpet av siste 3 måneder hatt noen av følgende symptomer/plager?* Personer som samtidig har svart ”Nei” på spørsmål om symptomet skyldes arbeidsmiljøet er ikke inkludert. Antall besvarelser varierer fra spørsmål til spørsmål. For truckførerne varierte n fra 53-58, for administrasjon fra 153-160 og for alle fra 1358-1428.

Truckførerne har den høyeste forekomsten av symptomene tretthet, tung i hodet og hodepine. Forekomst av hodepine hos truckførere er signifikant høyere enn hos kontrollgruppen (administrasjonen) (Pearson Chi-square, $p \leq 0,05$).

Figur 5.2.2: Forekomst av symptomer/plager siste 3 måneder. Personer som har oppgitt at symptomene ikke skyldes arbeidsmiljø er ikke inkludert. Antall besvarelser varierer fra spørsmål til spørsmål. For alle-gruppen varierte n fra 1578-1660, truck førerne fra 53-56 og administrasjon fra 151-164. Signifikante forskjeller mellom truckførere og kontrollgruppen (administrasjonen) (Pearson Chi-Square, $p \leq 0,05$) er indikert med en stjerne.



6.0 Diskusjon

6.1 Forhold av betydning for avgassnivåer

I fem av syv besøkte bedrifter i denne undersøkelsen ble en eller flere av arbeidstilsynets normer med hensyn på de avgassene som ble målt, overskredet. Det ble foretatt målinger i tre ulike næringer, men da antallet bedrifter var lavt er det vanskelig å fastslå om arbeidstakerne i en type næring er mer eksponert for avgasser enn i en annen. Ut fra resultatene kan det se ut som næringstype har lite å si for eksponeringsnivåene. Viktigere for avgasskonsentrasjonene er hvilke type trucker som brukes, hvor godt vedlikeholdt disse er, og hvor mye de blir brukt. Bygningmessige løsninger og ventilasjonsforhold har også vist seg å spille en meget viktig rolle for å få fjernet de uønskede avgassene i tilstrekkelig mengde.

6.1.1 Truck type

Målinger fra 1970-tallet viste høye avgassnivåer blant annet i innendørs ishaller ved bruk av trucker. De høye nivåene førte til ulike tiltak som for eksempel erstatning av bensin- og dieseldrevne trucker med propandrevne trucker. Disse ble ansett for å gi lavere nivåer av avgasser. Senere målinger viste imidlertid at helseskadelige avgassnivåer fortsatt var til stedet, selv i lokaler hvor det ble brukt propandrevne trucker. Innføring av disse truckene har ført til et økende problem med avgassen NO_2 , da utslippene av NO_2 ser ut til å være høyere fra

propan- enn bensin- og dieseldrevne trucker^{32,33,34}. Generelt vil propandrevne trucker slippe ut mindre av både CO, flyktige organiske forbindelser og partikler enn bensindrevne³⁵.

Som følge av de høye avgassnivåene det ble funnet på 1970-tallet ble det innført katalysatorer for å senke utslippene av CO, hydrokarboner og NO_x. For at katalysatorene skal virke mest mulig effektivt er det viktig at forholdet mellom drivstoff og luft er riktig, og at temperaturen er riktig. For mye eller for lite luft i forbrenningsmotoren gjør katalysatoren mindre effektiv. Ved oppstart av en kald motor vil også effektiviteten være lav, og det er nødvendig med en oppvarmingstid. Når en katalysator er i god stand og opererer under rett temperatur og et optimalt luft/drivstoff forhold, kan denne fjerne 98-99% av CO og 95% av NO_x utslippene³⁶. Imidlertid har forsøk også vist at tilstedeværelsen av katalysatorer i propantrucker kunne øke nivået av NO₂ i forhold til lokaler med trucker uten katalysator¹⁵. Det er stor forskningsaktivitet rundt ulike typer katalysatorer og avgass resirkulering, men fortsatt gjenstår det å evaluere effektiviteten på blant annet propandrevne trucker¹³.

6.1.2 Vedlikehold av trucker

I tillegg til variasjoner på grunn av ulike typer drivstoff som brukes i truckene, er vedlikeholdet av motoren svært viktig i forhold til hvilke typer avgasser som produseres og i hvilke konsentrasjoner de oppstår. Godt vedlikehold vil kunne redusere utslippene betraktelig.

Utslippene av NO_x avhenger av forbrenningstemperaturen. Høy temperatur gir økt spalting av N₂ som videre kan gi opphav til NO_x avgasser. Ved lave temperaturer vil det bli mindre utslipp av NO₂. Forholdet mellom luft og drivstoff påvirker også nivået av NO₂. Utslippene viser seg å være høyest når det er mer luft enn brensel til stedet i motoren.

Tidligere undersøkelser har vist at jo høyere NO_x konsentrasjon, jo lavere CO konsentrasjon i avgassene fra propantrucker¹³, altså et inverst forhold mellom gassene. Mye drivstoff og lite luft i forbrenningsmotoren vil gi for lite oksygen til fullstendig forbrenning av karbon til CO₂, og det blir høye utslipp av CO og hydrokarboner³⁶. Økt oksygentilførsel vil senke utslippet av CO, men dårlig blanding av drivstoff og luft samt ufullstendig forbrenning i motoren vil allikevel kunne gi CO i avgassen. Når forholdet luft:drivstoff øker vil utslippene av CO minske, men samtidig vil utslippene av NO₂ øke. Utslippene av CO og NO₂ varierer også med motorhastigheten. Høyest utslipp av CO blir det ved oppstart og under akselerasjon.

For å få lavest mulig utslipp av avgasser er det derfor viktig med godt vedlikehold av motorene, blant annet optimal sammensetning av luft og drivstoff. Forsøk viser imidlertid at selv trucker som er godt vedlikeholdt vil kunne gi helseskadelige nivåer av avgasser dersom ikke ventilasjonsanlegget er godt nok¹⁵.

Materialet fra undersøkelsen i fiskeindustrien viste stor spredning i bruk av diesel- og propantrucker slik at det er vanskelig kan si at bruken av den ene er å foretrekke med hensyn til utslipp av avgasser. I samme bedrift ble det brukt både propan, diesel og elektriske trucker og bruken av disse kunne variere stort. I undersøkelsen var det et lavt antall trucker med katalysatorer og dermed for lite grunnlag til å fastslå effekten av katalysator på truckene og deres avgasser.

Resultatene viste imidlertid at det var forskjell i avgassnivået mellom bedriftene. I bedrift 70 viste avgassmålingene høye nivåer av NO₂ samtidig med lave nivåer av CO. I bedrift 94 var det omvendt med høye nivåer av CO, mens NO₂ ikke ble påvist ved noen målepunkter. Dette

kan skyldes dårlig vedlikehold av motorene hvor feiljustering av forholdet luft/drivstoff vil kunne gi uønskede høye nivåer av avgassene.

6.1.3 Bygningsmessige løsninger

I bygninger hvor trucker brukes innendørs vil avgassnivået variere i lokalene avhengig av flere faktorer. Høy kjørefrekvens vil naturligvis øke avgassnivået i de områdene hvor truckene kjører mest. I små lokaler vil oppkonsentreringen skje hurtigere enn i lokaler hvor det for eksempel er høyere under taket. Høye konsentrasjoner i deler av bygningen vil kunne spre avgasser til nærliggende lokaler dersom lokalene ikke er tilfredsstillende adskilt. Lager/fryserom som er plassert slik at trucken må kjøre lange strekninger innendørs kan føre til unødvendig høye avgassnivåer. Nivået vil også være avhengig av hvor god ventilasjon det er, og om portene ut er åpne, slik at forurenset luft kan byttes ut.

I fiskeindustrien skal mange råvarer og ferdigprodukter fraktes til og fra kaiområdene. I bedrifter hvor portene ut ofte er åpne, vil det bli stor utveksling av luft som kan minske avgassnivået innendørs betraktelig. Portene kan stå åpne over lengere tidsrom og da spesielt under gode værforhold. Problemet med åpne porter er at det blir mye trekk og temperatursenkning i nærliggende arbeidsposisjoner, spesielt i den kalde årstiden. Derfor har enkelte bedrifter innført automatisk åpne/lukkesystem med sluser som fører til minimalt med trekk og temperatursenkning når truckene kjører inn og ut. I bedrifter uten slusesystem vil det kunne bli årstidsvariasjoner, med mindre utveksling av luft i vinterhalvåret når portene blir oftere stengt på grunn av værforholdene. Dette vil kunne skape høye avgasskonsentrasjoner.

Undersøkelser i skøytehallen hvor de brukte trucker og hadde temperaturgradienter på 6-12 grader over isen, viste at NO₂ konsentrasjonen 0,5-1,5 meter over isen var opptil tre ganger høyere enn tre meter over isen hvor temperaturen var høyere⁸. I fiskeindustrien ble ikke konsentrasjonen av avgasser målt i ulike høyder. Imidlertid ble temperaturen målt i ulike høyder. Målinger innendørs viste at man kunne ha store temperaturgradienter med temperaturer ned mot null grader i fothøyde og opptil 20 grader i pustesonen. Varmetilførselen skjedde for det meste via tilluften eller vifter som hovedsakelig var plassert høyt oppe på veggene eller i taket. Temperaturgradientene vil selvsagt variere mye med hensyn på årstid og arbeidsposisjon. I lokaler med store temperaturgradienter, som det ble observert i enkelte lokaler i fiskeindustrien, kan det sannsynligvis bli lignende gradienter av avgasser med høyest konsentrasjon 0,5-1,5 meter over gulvet og avtagende konsentrasjoner høyere over gulvet. Det kan altså bli et forhøyet avgassnivå i pustesonen i de lokaler hvor det er store temperaturgradienter.

6.1.4 Ventilasjonsforhold

Selv godt vedlikehold av trucker og gode bygningsmessige løsninger vil ikke være tilstrekkelig for å få fjernet avgassene dersom det ikke er tilstrekkelig ventilasjon. I fiskeindustrien er mottakslokalene ofte store og har porter ut til kaiområdene. Her er det ofte ikke ventilasjonsanlegg. I kjøle/fryselager hvor det er mye truckkjøring er det heller ikke ventilasjonsanlegg da temperaturen må holdes lav og stabil. I de øvrige lokalene var det varierende tilstedeværelse av ventilasjonsanlegg. Anleggenes alder var også meget varierende, og i enkelte bedrifter ble det brukt omluft deler av året eller i løpet av helger/fridager.

Ventilasjonsanleggets betydning ble tydelig demonstrert ved en bedrift (nr 118) hvor vi målte nivåer av CO over norm i arbeidslokaler godt adskilt fra områdene hvor det ble kjørt med

truck. Kilden til CO var ventilasjonsanlegget som leverte tilluft til kontor og filetavdeling med konsentrasjoner over den anbefalte gjennomsnittsnormen. Målingene viste så høye konsentrasjoner at det forventes å se effekter som tretthet og redusert ytelse- og konsentrasjonsevne hos eksponerte personer. Det viste seg at bedriften brukte omluft vinterstid, og forurenset luft fra transportganger ble overført til kontor og filetavdeling via ventilasjonsanlegget. Likeledes målte vi meget høye nivåer av CO₂ inne på kontoret. Tilførselen av CO₂ fra ventilasjonsanlegget var 7-11 ganger høyere enn normal uteluft, og tilstedeværelsen av mennesker gav en ekstra tilførsel slik at det ble en oppkonsentrering på 4-5 ganger anbefalt norm.

Resultatene viste at avgassnivåene var høyest inne på kjøle- og fryselagrene i fiskeindustrien. Her er det minimalt med ventilering da temperaturen må holdes lav og stabil. Noen rom kan være små, og eneste luftutveksling skjer via kjøreportene. Med høy kjøreaktivitet vil gasskonsentrasjonene meget lett kunne overstige de anbefalte normene i disse lokalene. Det er få personer som oppholder seg lange perioder inne på lagrene, men truckførerne vil kunne oppleve episoder med overskridelse av takverdiene når de kjører inn til rommene. Dette er tydelig fra målinger gjort i sjåførens pustesonen, hvor konsentrasjonen varierer etter hvor han kjører. I fire av de besøkte bedriftene ble det målt konsentrasjoner av NO₂ eller CO over takverdi i sjåførens pustesone, og det kunne være flere slike episoder i løpet av måleperiodene. Måleperiodene ble valgt tilfeldig og er dermed ikke worst case tilfeller. Det er derfor stor sannsynlighet for at truckførere kan eksponeres over takverdi flere ganger daglig. For arbeid i områder med så høye CO-nivåer som det ble registrert i noen av målingene, kreves vanligvis bruk av friskluftmaske.

6.1.5 Feilkilder

Avgassnivåene ble målt med ett instrument som måler flere gasser samtidig, og enkelte av gass-sensorene er elektrokjemiske (se metodekapittel). Tilstedeværelse av flere gasser samtidig kan føre til såkalt kryss-sensitivitet i sensoren. Tilstedeværelse av CO og NO kan virke inn på NO₂ sensoren og gi lavere verdier av NO₂ enn det som er til stede i luften. Derfor kan enkelte målinger ha gitt en underestimert av NO₂ konsentrasjonen²⁸. Ved to tilfeller ble det målt konsentrasjoner av NO₂ over instrumentets måleområde. I disse tilfellene ble konsentrasjonen satt til 20 ppm.

Tilstedeværelse av NO kan også gi kryss-sensitivitet med CO sensoren. Enkelte av de målte CO nivåene kan derfor være høyere enn det som faktisk er til stede i luften. Det kan altså bli en overestimert av CO konsentrasjonen³⁰.

Målingene viste én overskridelse av takverdien til H₂S. Det er kjent at dieseldrevne trucker med høyt innhold av svovel i drivstoffet kan gi avgassen H₂S³⁶. Imidlertid vil tilstedeværelse av gassen NO gi høye utslag på H₂S sensoren²⁹. Målinger av NO nivået i luften ble ikke foretatt. En reaksjon mellom NO og oksygen vil danne NO₂ i eksosen. Da det var stor samvariasjon mellom nivået av NO₂ og H₂S er kryss-sensitivitet mellom NO og H₂S sensoren den mest sannsynlige årsaken til funnene av H₂S. Funnene av H₂S vil derfor ikke bli vektlagt i den videre diskusjonen.

6.2 Effekter av avgassene

6.2.1. CO

Karbonmonoksid fortrenger oksygen fra hemoglobinet i blodet og reduserer O₂ forsyningen til vevene. Lave konsentrasjoner kan gi friske individer opplevelse av redusert våkenhet. Andre tidlige symptomer er hodepine, svimmelhet og kvalme. Arbeidstilsynet har anbefalt at eksponeringen for CO ikke bør overstige 25 ppm CO (gjennomsnittlig eksponering over 8 timer). Ved eksponering av 50 ppm CO i 1 time er det observert redusert yte- og konsentrasjonsevne. Høyere eksponeringer gir økende hodepine, slapphet, svimmelhet, kvalme og hjerteforstyrrelser. Ved ekstremt høye nivåer vil man oppleve bevissthetstap og død. Arbeidstilsynet har derfor i tillegg satt en takverdi på 100 ppm CO. Dersom det jobbes i en atmosfære som kan overstige dette nivået skal det utarbeides skriftlig arbeidsinstruks og friskluftmaske skal brukes.

På 1970-tallet ble det gjort flere undersøkelser i innendørs skøytehallen som viste at bruk av trucker kunne gi CO-konsentrasjoner opp mot 250 ppm i sjåførens pustesone. Gjennomsnittskonsentrasjonen i 19 skøytehallen fra USA var på denne tiden 73 ppm CO. Målinger foretatt av Statens Teknologisk Institutt i 1974 i syv fiskeindustribedrifter i Norge viste høye konsentrasjoner av CO i kjøle- og fryselager. 81 % av punktmålingene overskred dagens gjennomsnittsnorm, mens 13 % var over dagens takverdi. Gjennomsnittsnivået for 16 punktmålinger var 51 ppm, mens maksimalnivåene var på 100 og 140 ppm i kjøle/fryselager.

Fire av de syv bedriftene som var med i vår undersøkelse overskred den ene eller begge normene for CO gitt fra arbeidstilsynet. 44% av målepunktene (7 av 16) i de undersøkte bedriftene overskred gjennomsnittsnormen på 25 ppm. Av disse var det to målepunkter som hadde en gjennomsnittsverdi lik eller høyere enn takverdien (100 ppm) som er anbefalt. Totalt overskred 5 målepunkter (31%) maksimalkonsentrasjonen.

Ved tre målepunkter (sjåførens pustesone, filetavdeling og arbeidsposisjon nær truckens kjøreområde) ble gjennomsnittskonsentrasjonen målt til rundt 50 ppm CO. Måleperioden var 1–3 timer. Slike høye eksponeringer er vist å gi effekter som tretthet og redusert yte- og konsentrasjonsevne etter 1 times eksponering.

De høyeste CO nivåene ble funnet inne på kjøle/fryselager, og maksimalverdien var 364 ppm. Loggerte målinger i sjåførens pustesone viste at takverdien på 100 ppm kunne bli overskredet flere ganger i løpet av måleperioden, og høyest når trucken oppholdt seg inne på fryse/kjøle lager. Dette var tilfellet i to bedrifter, og maksimalkonsentrasjonen var 152 ppm CO i sjåførens pustesone når trucken oppholdt seg inne på kjøle/fryselager.

Målingene fra kartleggingen i fiskeindustrien viste at truckførerne var en utsatt gruppe i forhold til eksponering for avgasser. Nivåer i sjåførens pustesone varierte etter hvor han kjørte, med de høyeste konsentrasjonene inne på lager/fryserom. Takverdiene kunne bli overskredet i flere måleperioder og i slike konsentrasjoner at det forventes effekter som redusert våkenhet, hodepine og redusert yte- og konsentrasjonsevne. Spørreundersøkelsen viste at truckførerne var den arbeidstakergruppen som var mest plaget med symptomene tretthet, tung i hodet og hodepine. 25% av truckførerne var ofte plaget med tretthet og tung i hodet, mens 20% var ofte plaget med hodepine. Dette var høyere forekomst enn gjennomsnittet for de andre arbeidstakerne. Administrasjonsgruppen ble brukt som kontroll og hadde laveste symptomforekomst av alle gruppene.

Frekvensene er basert på besvarelser hvor arbeidstakerne har svart at de er ofte plaget av disse symptomene. Samtidig er de besvarelsene hvor symptomene ikke skyldtes arbeidsmiljø, ekskludert. Sammenlignet med et større referansemateriale fra Sverige³⁷, hvor de har brukt samme spørsmål for kontoransatte, er ansatte i administrasjonen i fiskeindustrien 1,6 ganger mer trett, 3,5 ganger mer tung i hodet, 1,8 ganger mer hodepine, 1,6 ganger mer svimmel/ør og har 2,8 ganger mer konsentrasjonsproblemer. Selv den arbeidstakergruppen som rapporterte minst symptomer i fiskeindustrien hadde høyere frekvens enn referansematerialet fra Sverige.

Vi kan ikke utelukke at andre faktorer enn høye avgassnivåer kan ha gitt slike symptomer hos truckførerne. Støy er et stort problem i fiskeindustrien, og støy vil kunne gi symptomer som hodepine, tretthet og tung i hodet hos eksponerte. Kartlegging i bedriftene og resultater fra spørreundersøkelsen (spørsmål 87) viser at truckførerne ikke er mer plaget enn andre arbeidstakere for støy. Gjennomsnittlig var 50 % av alle ansatte ofte plaget med støy, 48 % av truckførerne var ofte plaget, mens bare 10 % av kontrollgruppen var plaget av støy. Det ser derfor ut som støyeksponering alene ikke kan ha gitt den høye forekomsten av symptomer vi ser hos truckførerne i forhold til de andre arbeidstakerne. Fra vår kartlegging i fiskeindustrien ser det derfor ut til at truckføernes eksponering for avgasser er en viktig og sannsynlig årsak til den høye forekomsten av hodepine, tretthet og tung i hodet.

6.2.2 NO₂

NO₂ er en sterkt luftveisirriterende gass som gir økt luftveismotstand i lungene. Konsentrasjoner ned mot 0,1 – 0,2 ppm har gitt økt luftveismotstand hos astmatikere, mens hos friske individer er det observert slike symptomer ved 2 timers eksponering for 2,5–5 ppm. Konsentrasjoner på 25 ppm har gitt sterk luftveisirritasjon og brystmerter. De alvorlige effektene gassen kan gi har ført til utarbeidelse av et dokument av EU's Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) der grenseverdien blir foreslått satt til 0,2 ppm. Dette er ti ganger lavere enn dagens takverdi (2 ppm) i Norge, og arbeidstilsynet har nå denne normen til revisjon.

Akutt NO₂ forgiftning har blitt rapportert fra skøytehallen hvor 136 tenåringer og voksne hadde symptomer som åndenød, hoste, økt åndedrett, brystmerter og blodhoste. Konsentrasjonen av NO₂ ble kort tid etter episodene målt til nivåer mellom 1,5 og 4 ppm^{10,33,38,39}.

Tre av syv bedrifter i fiskeindustrien overskred takverdien på 2 ppm NO₂. Ved fem av 16 målepunkter var maksimalkonsentrasjonen i løpet av måleperioden over takverdi, og ved tre av disse var gjennomsnittsverdien også over takverdi. De høyeste nivåene ble funnet i kjøle/fryselager, men også store overskridelser ble funnet i sjåførens pustesone.

I en bedrift var gjennomsnittskonsentrasjonen i sjåførens pustesone hele 4 ppm i en to timers måleperiode. Maksimalnivået var oppe i 7 ppm i samme periode. NO₂ er en meget reaktiv og irriterende gass som har stor effekt på lungene. Ved eksponering av slike høye nivåer i en to timers periode er det observert at friske individer får økt luftveismotstand^{19,20}. Korttids eksponering over 5-10 ppm har vist å gi betydelig hoste med opphost av blod, lungesmerter og lungeødem^{40,41}. I et lagerrom ble nivået av NO₂ ekstremt høyt slik at det kom over måleområdet til instrumentet på 20 ppm. Det var da blitt kjørt med en åpen dieseltruck i omtrent 10 minutter inne på lageret. Vi fikk opplyst at dette ikke var en uvanlig

arbeidssituasjon. Det er derfor ikke usannsynlig at truckførere kan oppleve slike ekstremsituasjoner daglig.

I spørreundersøkelsen skiller truckførergruppen seg klart ut i forhold til gjennomsnittet når vi ser på symptomer knyttet til luftveisplager. På spørsmål om de har hatt plager med luftveiene i forbindelse med arbeidet siste 12 måneder rapporterer truckførerne oftere enn de andre arbeidstakerne at de har symptomer som tung pust, tett i bryst, piping i bryst, irritert, tett eller rennende nese, hyppig nysing og hoste. Kontrollgruppen er de med lavest symptomfrekvens, og signifikant lavere enn truckførerne for symptomene tung pust, tett i bryst, hoste og irritert, tett eller rennende nese.

Tabell 5.2.2 viser at de som er ofte forkjølet har høyere forekomst av alle typer luftveisplager i forhold til de som er sjeldent forkjølet, uavhengig av arbeidsplass. Men også her ser vi at truckførergruppen har høyere frekvens enn kontrollgruppen selv når de er delt inn i undergrupper. Vi kan ikke se bort fra at andre faktorer enn avgassen NO₂ kan ha gitt effekter på luftveiene hos truckførergruppen, men resultatene tyder på at verken røyking eller forkjølelse alene er årsak til disse symptomene.

6.2.3 CO₂

CO₂ er lite helsefarlig i seg selv, men økt CO₂ nivå kan fortrenge O₂ og redusere konsentrasjonen av denne og forårsake oksygenmangelsymptomer. Ved konsentrasjoner på 20 000 ppm kan respirasjonen bli dypere hos eksponerte personer. I en bedrift målte vi en CO₂ konsentrasjon på 24 000 ppm, dette var en øyeblikksmåling. Det var i et lite kontor og konsentrasjonen av CO var også meget høy. I forhold til uteluften (300 ppm) var CO₂ konsentrasjonen 7-11 ganger høyere (2000-3300 ppm) i tilluftskanalene. Dette skyldtes bruk av omluft. Ved tilstedeværelse av mennesker på det lille kontoret steg CO₂ nivået hurtig og kom over 20 000 ppm. I slike små lokaler ser man veldig raskt hvilke uheldige konsekvenser bruk av omluft kan gi. Dette var en øyeblikksmåling, og arbeidstilsynets normer gjelder for gjennomsnittseksposering i løpet av en arbeidsdag. En logget måling over en lengere periode ville antakelig ha gitt overskridelse av normen på 5000 ppm.

I en annen bedrift var gjennomsnittsnivået av CO₂ 8000 ppm i sjåførens pustesone i løpet av opptaksperioden. I samme bedrift var gjennomsnittsnivået på lageret også over den anbefalte normen.

6.3 Forhold av betydning for effekter

Mengde CO som blir tatt opp i blodet avhenger av flere faktorer. Under hypobare forhold, ved høy temperatur og ved høy aktivitet vil det bli økt CO-nivå i blodet ved en gitt CO eksponering. I fiskeindustrien vil de som har arbeidsplasser med høy aktivitet, for eksempel de som jobber ved tineposisjonen i rekeindustribedrifter, kunne få høyere opptak av CO enn arbeidstakere med et roligere tempo ved samme CO eksponering. Det har også vist seg at eliminering av CO fra blodet går saktere hos eldre personer, og saktere hos menn enn kvinner.

Det finnes en rekke kroniske sykdommer som gir økt mottakelighet for skadevirkninger av CO, blant annet hjertesykdom, lungesykdom og enkelte endokrine tilstander. Tobakksrøyk gir høyere CO nivåer i blodet hos røykere sammenlignet med ikke røykere. Ved tilleggs eksponering i arbeidet vil røykere få høyere CO nivå i blodet enn ikke røykere ved samme eksponering.

Da NO₂ har vist å gi økt luftveismotstand hos eksponerte individer, vil astmatikere være særlig utsatt for denne gassen. Effekter kan oppstå 8 timer eller mer etter eksponering, og blir alvorligere dersom man har vært fysisk aktiv i denne perioden. Andre ganger kan symptomene være milde etter eksponering, og avta i løpet av 2-3 uker, men det kan så brått inntre feber, frostanfall og pustebesvær.

7.0 Konklusjon

Kartlegging av avgassnivåer i fiskeindustrien viser at bruk av både diesel- og propantrucker kan gi svært høye konsentrasjoner av avgasser, og da spesielt i lokaler med mangelfull ventilasjon. Viktig for nivået av avgasser er hvilke type trucker som brukes, hvor godt vedlikeholdt disse er, og hvor mye de blir brukt. Bygningmessige løsninger og ventilasjonsforhold har også vist seg å spille en meget viktig rolle for å få fjernet de uønskede avgassene i tilstrekkelig mengde.

Fem av syv undersøkte bedrifter overskred normene med hensyn på en eller flere av gassene CO, NO₂ og CO₂ og det ble funnet antatt helsefarlige konsentrasjoner både i fryse/kjølelager, sjåførens pustesone og nærliggende arbeidsposisjoner. To bedrifter overskred takverdien på 2 ppm NO₂ i truckførerens pustesone. To andre bedrifter overskred takverdien på 100 ppm CO i truckførerens pustesone. Sammenlignet med målinger gjort i 1974 er dagens situasjon ikke vesentlig bedre.

Tidligere undersøkelser har vist at konsentrasjoner i nivåer som er avdekket i denne kartleggingen kan gi luftveisplager som irritasjon av luftveiene, økt luftveismotstand og hosting, samt hodepine, tretthet og redusert yte- og konsentrasjonsevne. Spørreundersøkelsen viste at truckførerne var mer plaget av hodepine, tretthet og luftveisplager enn andre arbeidstakere i fiskeindustrien. 20% av truckførerne var ofte plaget med hodepine, 25% ofte plaget med tretthet og tung i hodet, mens 23% av ikke røykende truckførere hadde hatt tung pust i forbindelse med arbeidet. Symptomene kunne ikke relateres til røyking, forkjølelse og eksponering for støy alene, men skyldes sannsynligvis en annen faktor som truckførerne er spesielt eksponert for. Ut fra de samlede resultater er det rimelig å anta at avgassene fra truckkjøringen er den viktigste årsak til økt frekvens av disse symptomene blant truckførerne.

For å redusere de høye avgassnivåene er den beste løsningen å gå over til bruk av elektrisk drevne trucker som vil fjerne kilden til avgassene helt. Godt vedlikehold av propan- og dieseltrucker kan redusere avgassnivået, men i lokaler hvor ventilasjonen er mangelfull (for eksempel kjøle- og fryselager) vil avgassene fjernes i tilstrekkelig mengde. Bruk av omluft bør ikke forekomme da dette kan gi en oppkonsentrering av avgassnivåer også i lokaler godt adskilt fra truckkjøresonen. Bruk av elektriske trucker ble påpekt allerede i 1974 av Statens Teknologiske Institutt, som anbefalte at intern transport ikke baseres på bruk av trucker med forbrenningsmotor etter en undersøkelse i syv fiskeforedlingsbedrifter. De fant relativt høye konsentrasjoner av helseskadelige avgasser både fra bensin-, diesel- og propantrucker, og anbefalte å gå over til elektrisk drevne trucker. Undersøkelser i skøytehallen på 70-tallet anbefalte også å gå over til bruk av elektriske trucker innendørs.

8.0 Referanser

- 1 Anderson, D.E: ”Problems created for ice arenas by engines exhaust”, Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1971, 32: 790-801.
- 2 Statens teknologiske institutt avdeling Nord-Norge: “Arbeidsforhold i fiskeindustrien, en undersøkelse i et utvalg fiskeforedlingsbedrifter”, 1974, rapport nr 6 gassmålinger
- 3 Miller R. K. et al. “Carbon monoxide poisoning in indoor ice skating arenas”, Va. Med. 1989, 116: 74-76.
- 4 Levesque B., et al: “Carbon monoxide in indoor ice skating rinks: evaluation of absorption by adult hockey players”, Am. J. Public Health 1990, 80: 594-598.
- 5 Kwok P. W: “Reduction of carbon monoxide in indoor skating arenas”, Environ. Health Rev. 1993, 25: 60-63.
- 6 Lee et al: “Carbon monoxide and nitrogen dioxide levels in an indoor ice skating rink with mitigation methods”, J. Air Waste Manag. Assoc. 1993, 43: 769-771.
- 7 Johnsen et al: “Abatement of toxic levels of carbon monoxide in Seattle ice-skating rinks”, Am. J. Public Health 1995, 5: 1087-1090.
- 8 Pennanen AS: “Improvement of air quality in a small indoor ice arena by effective emission control in ice resurfacers”, J. Air Waste Manag. Assoc. 1997, 47: 1087-1094.
- 9 Levesque B., et al: “Air quality monitoring during indoor Monster Truck and car demolition shows”, Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 2000, 10: 58-65.
- 10 Hedberg et al: “An outbreak of nitrogen dioxide-induced respiratory illness among ice hockey players”, JAMA 1989, 262: 3014-3017.
- 11 Berglund, M., et al: “Personal exposure monitoring shows high exposure among ice-skating schoolchildren”, Arch. Environ. Health 1994, 49 (1): 17-24.
- 12 Levy J. I., et al: “Determinants of Nitrogen Dioxide in Indoor Ice Skating Rinks”, American Journal of Public Health 1998, 12: 1781-1786.
- 13 Roberge B: “Effect of Varying the Combustion Parameter on the Emission of Carbon Monoxide and Nitrogen Oxides in the Exhaust Gases from Propane-Fueled Vehicles”, Applied Occupational and Environmental Hygiene 2000, 15(5): 421-428
- 14 Dong-Won Yoon: “Surveillance of indoor air quality in ice skating rink”, Environment International 1996, 22: 309-314.
- 15 Brauer M, Spengeler JD: “Nitrogen dioxide exposures inside ice skating rinks”, Am. J. Public Health 1994, 84: 429-433
- 16 Leuwerys, R: “Toxicologie Industrielle et Intoxication Professionnelles, 2e ed, 258-269. Paris 1982.
- 17 Orehek J. Et al: “Effect of short-term, low level nitrogen dioxide exposure on bronchial sensitivity of asthmatic patients”, J. Clin. Invest. 1976, 57 (2): 301-307.

- 18 Kleinman MT. Et al: "Effects of 0,2 ppm nitrogen dioxide on pulmonary function and response to bronchoprovocation in asthmatics", J. Toxicol. Environ. Health 1983, 12: 813-826.
- 19 von Nieding G. Et al: "Controlled studies of human exposures to single and combined action of NO₂, O₃ and SO₂", Int. Arch. Occup. Environ. Health 1979, 43: 195-210
- 20 Beil, M., Ulmer WT: "Effect of NO₂ in workroom concentrations on respiratory mechanics and bronchial susceptibility to acetylcholine in normal persons", Int. Arch. Occup. Environ. Health. 1976, 38: 31-34.
- 21 Hackney, J. D. et al: "Experimental studies on human health effects of air pollutants. IV. Short term physiological and clinical effects of nitrogen dioxide exposure", Arch. Environ. Health 1978, 33(4): 176-178.
- 22 Kerr HD., et al: "Effects of nitrogen dioxide on pulmonary function in human subjects: an environmental chamber study", Environmental Research. 1979, 19: 392-404.
- 23 Birgersson B. et al. "Nitrogenforbindelser, Kjemisk helsefare" Yrkeslitteratur as, 237-239, Oslo 1987.
- 24 Direktoratet for arbeidstilsynet "Datablad nr 55 Nitrøse gasser", Oslo 1987.
- 25 Kopjar B, Wickizer T: "Home injuries among adults - A significant overlooked problem?", Am. J. Publ. Health 1996
- 26 Finkel AJ. "Hamilton and Hardys Industrial Toxicology". John Wright PSG Inc., 154-156, Briston/Bristol/London 1983.
- 27 Arbeidstilsynets administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære, 1996
- 28 Data Sheet, DragerSensor EC NO₂ - 68 09 055, 1995
- 29 Data Sheet, DragerSensor EC H₂S 100 ppm - 68 09 010, 1996
- 30 Data Sheet, DragerSensor IR CO - 68 09 105, 1997
- 31 Data Sheet, DragerSensor IR CO₂ - 68 08 365, 1995
- 32 Makansi J. "Reducing NO_x emissions", Power 1988, 13(9): S1-S12.
- 33 Soparkar, G. I. et al: "Toxic effects from nitrogen dioxide in ice-skating arenas", Can. Med. Assoc. J. 1993, 148(7): 1181-1182.
- 34 Brauer, M. et al: "Nitrogen dioxide in indoor ice-skating facilities: an international survey", J. Air & Waste Manage. Assoc. 1997, 47: 1095-1101.
- 35 Clark G. H: "Industrial and Marine Fuels Reference Book", Butterworths, London 1988.
- 36 Pulkrabek, W. W: "Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine", Prentic Hall, New Jersey, 1997, 277-310.
- 37 Andersson, K: "Epidemiological Approach to Indoor Air Problems", Indoor Air. 1998, Oppl. 4 pp. 32-39
- 38 Dewailly, E, Allaire S: "Nitrogen dioxide poisoning at a skating rink – Quebec", Can. Dis. Weekly Rep. 1988, 14: 61-62.

- 39 Smith, W. et al: "Nitrogen dioxide and carbon monoxide intoxication in an indoor ice arena-Wisconsin", MMWR 1992, 41: 383-385.
- 40 Morrow, P.E: "Toxicological data on NO₂ an overview", J. Toxicol. Environ. Health 1984, 13: 205-227.
- 41 Epler, G. R: "Silo-filler's disease: a new perspective", Mayo Clin. Proc. 1989, 64: 368-370