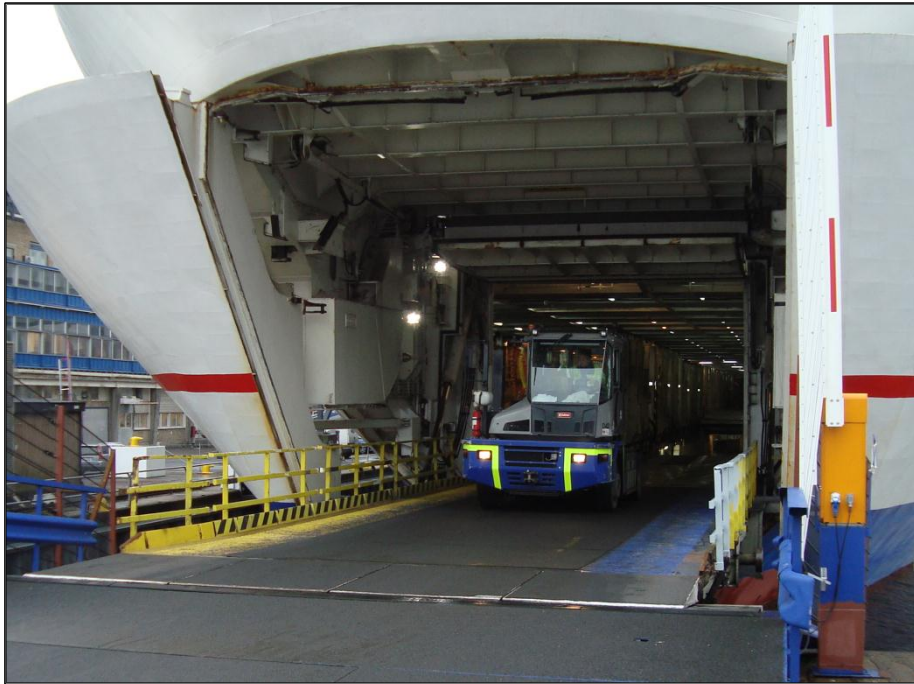


CHALMERS



Sjömäns hälsorisker från dieslavgaser

Riskbedömning av dieslavgaser ombord på RoPax-fartygs lastdäck

Examensarbete vid sjökaptensprogrammet

MAGNUS NORÉN

JONAS ÅBERG

Institutionen för sjöfart och marin teknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2012

Examensarbete: SK-12/107

EXAMENSARBETE NR. SK-12/107

Sjömäns hälsorisker från diesellavgaser

Riskbedömning av diesellavgaser ombord på RoPax-fartygs lastdäck

MAGNUS NORÉN

JONAS ÅBERG

Institutionen för Sjöfart och marin teknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige, 2012

Sjömäns hälsorisker från dieselavgaser

Riskbedömning av dieselavgaser ombord på RoPax-fartygs lastdäck

Seafarer´s health risks from diesel exhausts

Risk assessment of diesel exhaust on cargo deck on board RoPax vessels

MAGNUS NORÉN

JONAS ÅBERG

COPYRIGHT © MAGNUS NORÉN, JONAS ÅBERG, 2012

Examensarbete nr. SK-12/107

Institutionen för Sjöfart och marin teknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Sverige

Telefon + 46 (0)31-772 1000

Framsida:

Truck kör ut genom bogport på RoPax-fartyg

Bilden tagen av Magnus Norén och Jonas Åberg, 2012

Tryck: Chalmers tekniska högskola

Göteborg, Sverige 2012

Sjömäns hälsorisker från dieselavgaser

Riskbedömning av dieselavgaser ombord på RoPax-fartygs lastdäck

MAGNUS NORÉN

JONAS ÅBERG

Institutionen för sjöfart och marin teknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Abstract

In June 2012 the International Agency for Research on Cancer established that diesel exhaust causes cancer. This important assessment was the beginning of this investigating study.

This work includes a risk assessment of exposure of diesel exhaust on cargo deck on board RoPax vessels which sails under Swedish flag. The purpose was to investigate the health risks that occur in the deck crewes daily work. This was achieved by use of review of literature and results of measurement with an indicator substance of nitrogen dioxide, which was supplemented by an interview.

The results emerged from the risk assessment were:

- The average exposure of diesel exhaust was estimated to be 0.2 ppm (parts per million) on the cargo deck of the selected vessels. This compares with an average threshold limit value, based on a shift of 10.6 hours, which is estimated to be 0.75 ppm in a "worst case" situation.
- The exposure varies which include a few high values that possibly can pose risks for development of acute effects.
- There is a limited knowledge of cancer risks associated with work on cargo deck.
- With use of a cancer study that takes place in mines, the selected cargo deck on RoPax vessels are estimated to have half the exposure of diesel exhaust in relative to measured levels of the exposure in the mines. Overall therefore considered deck personnel have a lower risk of lung cancer compared with those concerned miners.

In summary, the conclusion was determined that work on cargo deck on RoPax vessels cargo deck with exposure of diesel exhaust, causes low risk for development of acute symptoms and a possibly increased risk for developing lung cancer. Further research is needed for a more specific risk assessment.

Keywords:

Cancer risk, Diesel exhaust, Exposure, Human health, Risk assessment, RoPax

Sammanfattning

Under sommarmånaden juni 2012 fastställde The International Agency for Research on Cancer att dieselavgaser orsakar cancer. Den betydelsefulla bedömningen blev början av denna kartläggande studie.

Det här arbetet omfattar en riskbedömning av dieselavgasexponering vid arbete på tre svenskflaggade RoPax-fartygs lastdäck. Syftet var att undersöka de hälsorisker som förekommer i det vardagliga arbetet för däckbesättningen ombord. Detta uppnåddes med hjälp av litteraturstudier och mätningresultat med indikatorsubstansen kvävedioxid, vilket kompletterades med en intervju.

Resultatet som framkom i riskbedömningen var:

- Den genomsnittliga dieselavgasexponeringen uppskattades till 0,2 ppm (parts per million) för de utvalda fartygens lastdäck. Detta kan jämföras med ett nivågränsvärde av 0,75 ppm (parts per million), omräknat till ett arbetspass på 10,6 timmar.
- Enligt exponeringsvariationer med fåtal höga värden konstaterades det att arbete på lastdäck möjligtvis kan medföra risker för utveckling av akuta effekter.
- Det förekommer en begränsad kunskap om cancerriskerna vid arbete på lastdäck.
- Med hjälp av en cancerstudie från gruvor, uppskattades de utvalda RoPax-fartygens lastdäck ha hälften så hög exponeringsnivå av dieselavgaser i förhållande till gruvorna. Sammantaget anses därför däckspersonalen ha en lägre lungcancerrisk jämfört med de berörda gruvarbetarna.

Slutsatsen fastställdes till att arbete på RoPax-fartygs lastdäck vid exponering av dieselavgaser medför låga risker för utveckling av akuta symtom och en möjlig ökad risk att utveckla lungcancer. Anledningen är att med befintlig litteratur och erhållna exponeringsmätningar kunde en mer specifik riskökning ej fastställas.

Nyckelord:

Cancerrisk, Dieselavgaser, Exponering, Personhälsa, Riskbedömning, RoPax

Förord

Det har varit en lärorik och rolig tid att ta sig an ett spännande och intressant ämne. Vi vill tacka alla som har ställt upp för oss och även gett oss en möjlighet att reflektera över hur examensarbetet blev till från tanke till färdig produkt.

Allt började hösten 2009 då vi blev antagna till sjökaptensprogrammet på Chalmers Tekniska Högskola på Lindholmen i Göteborg. Under första halvåret 2010 var vi ute på praktik ombord på RoPax- och RoRo-fartyg. Första tanken som slog oss båda när vi befann oss på lastdäck när lastfordon körde omkring på däcket, var: ”kan detta vara en hälsosam arbetsmiljö”. I somras, den 12 juni 2012, publicerade The International Agency for Research on Cancer en rapport om att diesel orsakar cancer. Då kom den tidigare tanken tillbaka igen sedan vi var på praktik och blev början till detta arbete.

Det som började som en tanke och nu blivit ett examensarbete, har skapat många nya erfarenheter hos oss. Då regelverk och riskbedömning har varit en del av arbetet har vi lärt oss mycket av detta som vi kan ha nytta av i framtiden. Som kommande sjöbefäl ska vi kunna genomföra och tillämpa en riskbedömning, då sjöbefäl är arbetsgivarens representant och har till uppgift att utföra riskbedömningar och beakta arbetsmiljön.

Efter hela processen har vi många att tacka. Vi tackar handledaren Johan Hartler, tekniklektor vid Chalmers Lindholmen, som hjälpt oss med arbetets struktur och med kritisk syn styrt in oss på rätt spår. Utan Johan hade detta examensarbete blivit svårt att genomföra. Vi vill också passa på att tacka de externa handledarna Karl Forsell och Magnus Åkerström, från arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg, som med gedigen insats och kompetens hjälpt oss i handledarskap och stöd. Med deras engagemang och förståelse för ämnet har de gjort arbetet genomförbart. Vi vill även tacka Lars Sandberg, arbetsmiljöingenjör, som gav oss mätningarna och hjälpte oss när något var oklart i mätningarna. När vi insåg att egna mätningar inte var möjligt inom tidsramarna var Lars räddaren i nöden.

Sist men inte minst tack till rederiet, kapten och skyddsombud ombord på fartyg Cilla som ställde upp i intervjun. I övrigt vill vi tacka många andra som ställt upp och visat intresse och engagemang. Det har varit en drivkraft som hjälpt oss i både motvind som medvind!

Magnus Norén

Jonas Åberg

December 2012, Göteborg

Förkortningar

| | |
|-----------------------|---|
| AFS | Arbetsmiljöverkets författningssamling |
| CO | Kolmonoxid |
| CO₂ | Koldioxid |
| IARC | The International Agency for Research on Cancer |
| MK | Miljöklass |
| NO_x | Kväveoxider, samlingsord för kvävemonoxid och kvävedioxid |
| NO | Kvävemonoxid |
| NO₂ | Kvävedioxid |
| PAH | Polyaromatiska kolväten, (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) |
| PPM | Miljondel, (Parts per million) |
| REC | Respirabelt elementärt kol, (Respirable Elemental Carbon) |
| RoPax | Kombinerad RoRo- och passagerarfartyg |
| RoRo | Roll-on, Roll-off |
| SO_x | Svaveloxider |
| WHO | The World Health Organization |

Innehållsförteckning

Innehåll

| | |
|---------------------------------|-----|
| ABSTRACT | I |
| SAMMANFATTNING..... | II |
| FÖRORD | III |
| FÖRKORTNINGAR | IV |
| INNEHÅLLSFÖRTECKNING..... | V |
| FIGURFÖRTECKNING..... | VII |
| TABELLFÖRTECKNING | VII |
| 1 INLEDNING | 1 |
| 1.1 Syfte..... | 1 |
| 1.2 Frågeställningar | 1 |
| 1.2.1 Huvudfrågeställning | 1 |
| 1.2.2 Delfrågeställningar | 1 |
| 1.3 Avgränsningar | 2 |
| 2 METOD..... | 3 |
| 2.1 Litteraturstudie | 3 |
| 2.2 Mätning..... | 4 |
| 2.2.1 Validitet | 4 |
| 2.2.2 Urval..... | 4 |
| 2.3 Intervju..... | 4 |
| 3 TEORI..... | 6 |
| 3.1 Färjor | 6 |
| 3.1.1 RoRo-fartyg | 6 |
| 3.1.2 RoPax-fartyg..... | 7 |
| 3.2 Riskbedömning..... | 7 |
| 3.3 Dieselavgaser | 7 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1 Diesel..... | 7 |
| 3.3.2 Kväveoxider, NO _x | 8 |
| 3.3.3 Toxiska effekter | 8 |
| 3.4 Hälsa..... | 8 |
| 3.4.1 Exponering via luft..... | 9 |
| 3.4.2 Respons av doser..... | 11 |
| 3.4.3 Cancer..... | 11 |
| 3.4.4 Indikator på cancer | 12 |
| 3.5 Regelverk | 12 |
| 3.5.1 Transportstyrelsen..... | 12 |
| 3.5.2 Arbetsmiljöverket..... | 12 |
| 3.6 Mätningar..... | 13 |
| 3.6.1 En mätning utförande..... | 13 |
| 4 RESULTAT – RISKBEDÖMNINGEN..... | 16 |
| 4.1 Mätdata – En grund för riskbedömningen | 16 |
| 4.2 Intervju - en verklighetsbild av dieselavgasexponering..... | 18 |
| 4.2.1 Däckbesättningens vistelse på lastdäck | 19 |
| 4.2.2 Exponering och symptom..... | 19 |
| 4.2.3 Representativ information för mätdata | 20 |
| 4.3 Riskbedömningen..... | 21 |
| 4.3.1 Exponeringsbedömning..... | 21 |
| 4.3.2 Beskrivning av arbetsuppgifter | 21 |
| 4.3.3 Exponeringstid | 22 |
| 4.3.4 Genomsnittshalt | 23 |
| 4.3.5 Analys av mätdata..... | 23 |
| 4.3.6 Hälsorisker..... | 24 |
| 4.3.7 Sammanfattning: | 27 |

| | |
|--|----|
| 5 DISKUSSION | 28 |
| 5.1 Fartygsmätningar | 28 |
| 5.2 Mätningarnas tillförlitlighet | 28 |
| 5.3 Mätningars syfte | 29 |
| 5.4 Hygieniska gränsvärden och hälsa | 30 |
| 6 SLUTSATS | 32 |
| 7 FÖRSLAG TILL FRAMTIDA STUDIER | 33 |
| BILAGOR | |
| Bilaga 1: Mätning på fartyg Ada..... | |
| Bilaga 2: Mätning för fartyg Beda | |
| Bilaga 3: Mätning för fartyg Cilla..... | |
| Bilaga 4: Mättdiagram på fartyg Beda..... | |

Figurförteckning

| | |
|--|---|
| Figur 1. Ett rymligt lastdäck (Norén, 2012) | 6 |
| Figur 2. Lastdäck med höj- och sänkbara ramper (Åberg, 2012) | 6 |

Tabellförteckning

| | |
|---|----|
| Tabell 1. Experiment på människor: Kontrollerad dieslavgasexponering med påvisande symtom (<i>Arbete och hälsa, 2003</i>) | 11 |
| Tabell 2. Mätning av NO ₂ på lastdäck vid utlastning ombord på fartyg Ada (se bilaga 1)..... | 16 |
| Tabell 3. Mätning av NO ₂ på lastdäck vid lastning/lossning ombord på fartyg Beda (se bilaga 2) | 17 |
| Tabell 4. Mätresultat av högsta och lägsta NO ₂ värdet på lastdäck vid lastning/lossning ombord på fartyg Cilla (se bilaga 3) | 18 |
| Tabell 5. Tid besättningen vistas och exponeras på lastdäck varje arbetsdag | 19 |

1 Inledning

Den 12 juni 2012 publicerade the International Agency for Research on Cancer (IARC) som är en del av the World Health Organization (WHO) en rapport om dieslavgaser. Dieslavgaser som tidigare klassificerades att sannolikt orsaka cancer (Grupp 2A) omklassificerades till att orsaka cancer (Grupp 1) (IARC, 2012).

Sjöfarten är ett gammalt transportmedel som kan härledas till stenristningar ända från år 6000 f.Kr. (Jahnke, 2012). Dagens sjöfart har utvecklats till att bli stora handelsfartyg med stor lastkapacitet. Oavsett hur stor den svenska utrikeshandeln uppskattas vara, så beräknas att över hälften av transporterna fraktas med färjor, vilket till stor del består av transportfordon såsom lastbilar (Lumsden, 2012).

Det bränsle som dominerar i lastbilsbranschen är diesel men under de senaste åren har tillsats av alternativa biobaserade drivmedel ökat i bränslet. På grund av att dieselmotorer dominerar lastbilsbranschen består den yrkesmässiga exponeringen på lastdäck för anställda ombord på RoPax-fartyg (kombinerad RoRo- och passagerarfartyg) till stor del av dieslavgaser. Lastdäcket är ett begränsat utrymme, vilket kan öka risken för dieslavgasexponering i arbetsmiljön. En riskbedömning genomförs i detta examensarbete för att undersöka om besättning under lastning/lossning är en potentiell riskgrupp med avseende på dieslavgasexponering.

1.1 Syfte

Avsikten är att genomföra en hälsobaserad riskbedömning av däckspersonalens exponering av dieslavgaser på RoPax-fartygs lastdäck.

1.2 Frågeställningar

1.2.1 Huvudfrågeställning

- Hur stora risker utgör dieslavgaser för däckspersonalens hälsa under det vardagliga arbetet på lastdäck vid på- och avlastning?

1.2.2 Delfrågeställningar

- Vilka hälsorisker förekommer vid exponering av dieslavgaser?
- Hur ser dieslavgasexponeringen ut vid arbete på lastdäck?
- Hur står sig kvävedioxidhalten från mätningarna mot gällande regelverk?

1.3 Avgränsningar

Arbetet avgränsades till dieselavgaser på lastdäck ombord på RoPax-fartyg. Därför utvärderades halten kvävedioxid (NO₂) av dieselavgaser. NO₂ är en indikator för dieselavgasexponering (Arbete och hälsa, 2003). Riskbedömningen baserades på svensk lagstiftning och arbetet avgränsades därmed till svenskflaggade fartyg.

2 Metod

Detta arbete baseras på en riskbedömning av diesellavgaser. Riskbedömningen grundades på en litteraturstudie för att erhålla sekundärdata, vilket innebär en insamling av redan tillgänglig data. En semistrukturerad intervju genomfördes för att tillfoga primärdata i undersökningen, vilket är egeninsamlad data. En semistrukturerad intervju är en form av frågestund då exempelvis vissa frågor och struktur över mötet är planerade sedan innan, medan andra delar är mer öppna för utveckling och nya infallsvinklar.

I ett senare skede av arbetet samlades informationen ihop för att granskas och jämföras mot gällande regelverk kring arbetsmiljö. Regelverket, *Hygieniska gränsvärden* som beskriver högsta tillåtna genomsnittliga exponering av ett ämne som accepteras på en arbetsplats, är det främsta regelverket som användes.

För att kunna utnyttja den information som erhålls från litteraturstudien och mätningarna består en del i arbetet av hur en mätning bör gå till. Det är en viktig del för att få förståelse för hur man får så pålitlig mätdata som möjligt, men även för att kunna diskutera felkällor som kan förekomma.

2.1 Litteraturstudie

Det genomfördes en kartläggande litteraturstudie för att få nödvändig information om ämnet. Litteratursökningen var indelad i två delar. En handlade om medicinska effekter av diesellavgaser medan den andra handlade om gällande regelverk. Denna information användes för att kunna analysera och förstå mätdata som tillämpades i arbetet och för att kunna genomföra en givande intervju. Det är viktigt att se kritiskt på informationen som erhålls vid litteratursökningen då detta senare ligger till grund för arbetets resultat (Höst et al., 2011).

Den medicinska litteratursökningen utfördes i sin helhet på Chalmers bibliotek där det finns tillgång till ett antal olika databaser och register. I början användes funktionen "Summon" för att inkludera alla Chalmers biblioteksdata under en sökning. Detta genomfördes för att få en så bred bas av sökresultat som möjligt, vilket ger en bra basinformation. För att komplettera artiklar och rapporter användes även böcker. Denna information användes därefter i ett senare skede för att kunna använda specialiserade databaser mer effektivt och få tillgång till mer djupgående fakta.

Följande ord och databaser användes:

Sökord:

- Air
- Cancer*
- Diesel
- Exhaust
- Health*
- RoPax*
- RoRo*
- Ship*
- Exposure*

Databaser:

- PubMed
- Chans
- Web of Sciences

För att få reda på vilka myndigheter som har det övergripande ansvaret i Sverige genomfördes en övergripande sökning på webbsidan "www.google.se". Därefter kontaktades de berörda

myndigheter som i detta fall är Transportstyrelsen och Arbetsmiljöverket via mail och telefon för att få bekräftat vilka regelverk som är relevanta för detta arbete.

2.2 Mätning

På uppdrag av ett rederi har företagshälsovården Feelgood företagshälsa, genomfört tre mätningar som ligger till grund för riskbedömningen. Mätningarna användes i syfte att komplettera den insamlade informationen från litteraturstudien för att kunna få en bild av personalens exponering av dieselavgaser vid arbete på däck på ett svenskflaggat fartyg.

Mätningarna genomfördes mellan åren 2003-2012 ombord på tre olika RoPax-fartyg (som anonymiserades till fartyg Ada, Beda och Cilla) inom samma rederi. Vid mätningen ombord på fartyg Ada användes en handburen direktvisande mätutrustning vid mätning av kvävedioxid (NO₂). Mätningen genomfördes i samband med lossning för att kunna se när dieselavgasföreningarna var som mest påtagliga, hur halten NO₂ varierade på olika platser och hur snabbt dieselavgashalten reducerades från lastdäcket. Ombord på fartyg Beda genomfördes två personburna mätningar av NO₂ under tre dagar. På fartyg Cilla användes en stationär mätutrustning under sju dagar. Rederiets syfte med mätningarna var att kartlägga arbetsmiljön med syfte att bedöma risker och ventilationskapacitet för att bemöta personalens funderingar och oro för påverkan på hälsan.

Mätningens dokumenten finns i bilaga 1, 2 och 3.

2.2.1 Validitet

Författarna av detta arbete deltog inte vid mätningarna och därför granskades och diskuterades mätdata. Enligt boken *Att genomföra examensarbete* (Höst et al., 2011) finns det i alla mätningar fel som man vill reducera så mycket som möjligt för att uppnå ett så korrekt resultat som möjligt. Eftersom det är mer än en mätning som genomfördes minskar riskerna till den så kallade dag-till-dag variationen då antal lastfordon kan variera från dag till dag. Två av mätningar är genomförda under en längre tid för att minska risken för slumpmässiga fel.

2.2.2 Urval

Feelgood företagshälsa, som genomförde mätningarna bidrar med mätningens underlag för detta arbete. Mätningarna begränsas därmed till tre mätningar på tre liknande RoPax-fartyg med både frakt och passagerartrafik.

Urvalet begränsades till de mätningar som erbjöds men även för att kunna granska all mätdata efter samma förutsättningar då de är genomförda för samma ändamål och av samma representant.

2.3 Intervju

Intervjun utfördes med kapten och skyddsombud på fartyg Cilla som är ett av de fartyg som deltog i de mätningar som användes i arbetet. Syftet med intervjun var att komplettera mätningarna genom att få insikt i hur det dagliga däckarbetet ser ut och vilka rörelsemönster

däcksbesättningen vanligtvis använder. Denna information användes i sin tur i riskbedömningen.

Intervjun var en semistrukturerad intervju och utfördes för att få så omfattande kunskap som möjligt (Höst et al., 2011). Intervjun presenteras i 4.2.

3 Teori

3.1 Färjor

Färjor har en betydelsefull uppgift i samband med lastbilstransporter. De uppfyller en liknande funktion som en bro, de möjliggör en transportförbindelse över vatten. Oavsett hur stor den svenska utrikeshandeln uppskattas vara, så beräknas över hälften av transporterna fraktas med färjor. Dessa färjor utgörs till största del av RoPax-fartyg, men även av traditionella RoRo-fartyg (Lumsden, 2012).

3.1.1 RoRo-fartyg

Uttrycket RoRo kommer ursprungligen från det engelska uttrycket, ”Roll-on, Roll-off”. RoRo-fartyg är styckegodsfartyg där lasten rullas ombord, oftast via en ramp i sidan eller i aktern av fartyget. Lastningen kan beskrivas som en hantering av gods i horisontalled. Lasten tas ombord med truckar, vagnar eller liknande utrustning. Den mest förekommande varianten är att endast vagnarna följer med under transportresan. De arbetsfordon, exempelvis dieseldrivna truckar som kör ombord lasten, stannar kvar i land.

Lastdäcken på RoRo-fartyg är stora och rymliga så att truckar enklare kan manövreras och placera lasten på rätt plats. För att kunna förflytta last mellan de olika däcken används ramper. Lastdäcken är, likväl som ramperna ombord, ofta höj- och sänkbara för att kunna utnyttja ytor till fullo (Nationalencyklopedin, 2012b).



Figur 1. Ett rymligt lastdäck (Norén, 2012)



Figur 2. Lastdäck med höj- och sänkbara ramper (Åberg, 2012)

Det finns surrningsfästen på lastdäcken så att lasten, såsom trailers och fordon, kan spännas fast med hjälp av spännband eller kedjor (Nationalencyklopedin, 2012b). Detta genomförs för att inte riskera lastförskjutning under sjöresan. En lastförskjutning kan riskera att fartyget förlorar nödvändig stabilitet, som i sin tur kan leda till kantring.

3.1.2 RoPax-fartyg

Ordet RoPax är en förkortning av ”RoRo” och av det engelska ordet ”Passenger”. RoPax-fartyg är som det låter, en kombination av både RoRo- och passagerarfartyg.

Idag inriktar sig många passagerarrederier på att sälja sina transporttjänster till en så bred grupp av passagerare (Pax) som möjligt. Detta har resulterat i att passagerarfärjorna ofta används både som en form av kryssning och klassisk färjetransport. På senare tid har behovet av att kunna befakta mer last ökat vilket har bidragit till utveckling av större lastdäck (Lumsden, 2012).

Efter att de nya skattereglerna infördes, för taxfreeförsäljning på internationellt vatten inom EU, har inkomsten från passagerare sjunkit. Detta är också en bidragande faktor till att allt fler rederier har satsat på RoPax-fartyg.

3.2 Riskbedömning

För att förhindra uppkomst av ohälsa och olycksfall i arbete genomförs riskbedömningar. En riskbedömning är till för att bidra till och förbättra en god arbetsmiljö.

Riskbedömningen består av dels en undersökning av arbetsförhållandena och dels en granskning av skador. Om faror upptäcks ska det utredas hur riskerna kan undanröjas. Vissa risker är mer problematiska än andra och går inte att eliminera. Då ska skyddsåtgärder tas fram för att ha kontroll över riskerna, för att förhindra eller åtminstone begränsa riskerna.

I en strävan mot en bättre arbetsmiljö med ett minskande antal arbetsrelaterade sjukdomar och olyckor är riskbedömningar en effektiv förebyggande process (Arbetsmiljöverket, 2012).

3.3 Dieselavgaser

3.3.1 Diesel

Drivmedlet diesel eller som det även kallas dieselloja är en kolväteförening. Diesel är en produkt av petroleum och framställs genom destillation, vilket är en teknik som separerar komponenter efter deras varierande kokpunkter. Det är en lättflytande klar vätska och har en kokpunkt mellan 200 till 300 °C (Nationalencyklopedin, 2012a).

Vid förbränning av diesel bildas dieselavgaser som består av en mängd kemiska föreningar i gas- och partikelform. Struktursammansättningen av gas och partiklar kan se olika ut och påverkas av faktorer såsom bränsletyp, motorns prestanda och temperatur. Dieselavgasen består exempelvis av aldehyder (CHO), kolmonoxid (CO), koldioxid (CO₂), svaveloxider (SO_x), kväveoxider (NO_x) och kolväten. Kolvätena innefattar både tyngre polyaromatiska kolväten (PAH) och mer lättflyktiga kolväten (Arbete och hälsa, 2003).

Flyktighet, vilket är ett mått på avdunstningsförmåga, och densitet är två avgörande faktorer hos dieselbränslen som bidrar till dess egenskaper. Det har genomförts ett flertal undersökningar för att till exempel kartlägga effekterna av dieselavgaser med innehåll av svavel, aromatiska och polyaromatiska kolväten. Ämnet svavel har en bidragande effekt till uppkomsten av partiklar vilket ligger till grund för att miljöklassen MK (miljöklass) 1-diesel, har ett lågt svavelinnehåll. Dieselbränsle som består av aromater har även en ökad mängd av

partikelbildning vid förbränning. Idag används överlag endast MK1-diesel i Sverige (Arbete och hälsa, 2003).

3.3.2 Kväveoxider, NO_x

Vid dieselmotorers förbränning uppstår höga temperaturer vilket är en förutsättning för en reaktion ska ske mellan luftens syre och kväve. Kväveoxider bildas framförallt av reaktionen mellan syre och kväve. Det är kvävemonoxid (NO) som med syre genom en reaktion bildar kvävedioxid (NO₂).

Ett samlingsnamn för kväveoxider som kvävemonoxid och kvävedioxid benämns som NO_x och används som en indikator för dieselavgaser. Vanligtvis mäts NO₂ istället för NO_x vid dieselavgasmätningar (Arbete och hälsa, 2003).

3.3.3 Toxiska effekter

När det diskuteras om dieselavgasens toxiska effekter berörs vanligtvis inverkan på luftvägar och lungor. Effekterna delas ofta in i två kategorier, akuta och kroniska effekter. I nuläget är det ganska oklart vad det är i dieselavgaser som ger de toxiska egenskaperna men vanligtvis tillämpas kväveoxider och partiklar som markörer. Det har genomförts ett flertal undersökningar av luftkvaliteten i tätbebyggda områden då det konstaterades att exempelvis astmatikers sjukdomstillstånd och varierande dödsantal kan kopplas till andelen luftburna partiklar. Dödsantalen har bland annat ökat bland personer med hjärtsjukdomar. Dessa undersökningar har vanligtvis grundats på mätningar av kväveoxider eller partiklar. Vanligtvis förekommer både partiklar och kväveoxider i andra luftföroreningar än dieselavgaser. Därför är det svårare att bedöma i vilken utsträckning dieselavgaser påverkar människors hälsa genom mätningar (Arbete och hälsa, 2003).

3.4 Hälsa

Det har utförts ett flertal undersökningar kring dieselavgaser för att klarlägga dess effekt på människans hälsa. Sedan en tid tillbaka är dieselavgasens akuta effekter kända såsom irritation i ögon och näsa, huvudvärk, yrsel, trötthet och försämrad andningsfunktion (Sydbom et al., 2001). I år har det rapporterats om nya upptäckter kring de kroniska effekterna, vilket kan uppstå vid en långvarig exponering för dieselavgaser. Rapporten heter *The Diesel Exhaust in Miners Study: A Cohort Mortality Study With Emphasis on Lung Cancer* av Michael D. Attfield, och bygger på att man ser kopplingar mellan dieselavgaser och lungcancer, vilket i sin tur har lett till att IARC har omklassificerat dieselavgaser som en cancerframkallande substans (IARC grupp 1) (Attfield et al., 2012).

I ett flertal vetenskapliga undersökningar har det klarlagts att det finns en ökad risk för lungcancer vid exponering av dieselavgaser, med en riskökning på mellan 30 till 50 procent. I dessa studier har människor undersökts inom olika yrken såsom buss-, lastbilschaufförer och järnvägsarbetare (Boffetta et al., 2001, Bruske-Hohlfeld et al., 1999, Jarvholm and Silverman, 2003, Olsson et al., 2011).

I dieselavgaser finns det polyaromatiska kolväten (PAH) som bland annat har visat sig vara cancerframkallande i djurexperiment. Inom en del yrken där arbetare andas in PAH som

exempelvis takläggare och asfaltsarbetare, har det uppmärksammats ett ökande insjuknande i lungcancer (IARC, 2007).

År 1988 klassificerades dieselvagaser utifrån tillgänglig data till "Grupp 2A", vilket innebär "sannolikt cancerframkallande för människa", av forskningsenheten IARC (IARC, 2012). Tidigare i år (2012) kompletterade IARC dieselvagasers klassificering till "Grupp 1", det vill säga "Cancerframkallande för människa", efter att de tagit del av ny forskning (IARC, 2012).

Den nya klassificeringen baseras främst på en undersökning av 12 000 gruvarbetare där ungefär 200 personer utvecklade lungcancer. Gruvarbetarna hade utsatts för dieselvagaser från arbetsfordon under arbete i gruva. Gruvarbetarna som deltog i undersökningen delades in i olika grupper beroende på hur stor dieselvagasexponering de hade utsatts för under sitt arbete sedan 15 år tillbaka. Resultatet visade att det var fler som hade insjuknat i lungcancer i den grupp som hade utsatts för högre dieselvagasexponering, jämfört med de som hade utsatts för en lägre. Gruppen med högst exponering hade ungefär tre gånger större risk att utveckla lungcancer jämfört med människor som inte hade varit exponerade (Attfield et al., 2012). I undersökningen konstaterades även att en ökad exponering för dieselvagaser innebar en ökad risk att utveckla lungcancer (så kallad dos-respons). Även icke-rökare som varit exponerade för dieselvagaser hade en ökad risk för lungcancer. Detta är ytterligare en koppling till att dieselvagaser har en cancerframkallande effekt.

Något som fortfarande är delvis obesvarat är vilken inverkan faktorerna tid och omfattning har på den ökade lungcancerriksen vid exponering av dieselvagaser, och i vilken mån risken utvecklas efter en avbruten eller reducerad exponering.

3.4.1 Exponering via luft

Luft består av olika ämnen som kan komma ner i människors lungor genom inandning som i form av exempelvis gaser och partiklar. Gaser med hälsopåverkan kan delas in i tre kategorier, vilka är giftiga, irriterande och syreundanträngande gaser.

Irriterande gaser kan ha varierande löslighet i vatten. Det har betydelse i vilket stadie som gasen löser sig vid en exponering. Lättlösliga irriterande gaser kan till exempel lösas så tidigt som i näsa eller mun och där orsaka irritation. Dessa gaser kan bidra till intensiva irritationer. Några irriterande gaser är till exempel ammoniak och klor. De har en kraftfull lukt som vanligtvis leder till en flykt från platsen (Krook, 2001).

Kvävemonoxid och kvävedioxid är två ämnen som är svårlösliga. Via inandning kan de komma ända ner till lungblåsorna. Det är ett farligt stadie då tecken på exponering inte ytrar sig för än efter ett flertal timmar. Detta leder till att det bildas vätska i lungorna som i sin tur kan leda till död (Krook, 2001).

Syreundanträngande gaser är till exempel kvävgas och andra ädelgaser. De tränger undan syret i luften, vilket kan leda till livshotande tillstånd om syret trängs undan till en kritisk nivå.

Giftiga gaser, som till exempel kolmonoxid och svavelväte, förhindrar förflyttningen av syre i kroppen. Kolmonoxid tar exempelvis syrets plats på hemoglobinet i blodet vilket förhindrar att celler får det eftertraktade syret.

Damm som kan finnas i luften kan även bidra till en dålig hälsa. I vilket omfattning dammet gör skada är beroende av dammpartiklarnas storlek, struktur och giftighetsgrad. Om en partikel är liten är risken större att den tränger långt ner i lungorna (Krook, 2001).

Partiklar kan delas in i tre grupper i storleksordning:

- Inhalerbar fraktion, kan andas in.
- Thorakal fraktion, passerar struphuvudet.
- Respirabel fraktion, når långt ner i luftvägarna.

Av dessa grupper är den respirabla fraktionen den mest riskfyllda då dessa partiklar kan hamna ända ner i lungblåsorna och på så vis spridas vidare i blodet. En del av dessa partiklar fastnar i lungblåsorna vilket bidrar till att svåra skador i lungorna uppstår (Krook, 2001). Majoriteten av de partiklar som finns i dieslavgaser är av den respirabla fraktionen (Arbete och hälsa, 2003).

3.4.1.1 Kortvarig exponering

Symtom som kan utvecklas under kortvarig och hög exponering av dieslavgaser är:

- Andningssvårigheter
- Huvudvärk
- Inflammation i nedre lungvägarna
- Irritation av näsa och ögon
- Trötthet
- Yrsel

Kortvarig exponering ger symtom direkt efter exponering. Exponeringen kan sträcka sig allt från minuter till dagar.

Referens: (Sydbom et al., 2001)

3.4.1.2 Långvarig exponering

Symtom som kan utvecklas under långvarig och hög exponering av dieslavgaser är:

- Hosta
- Hosta med slem
- Lungcancer
- Nedsatt lungkapacitet

Långvarig exponering innebär en återkommande exponering under en längre tid. Det kan innefatta allt från månader till decennier.

Referens: (Sydbom et al., 2001), (Attfield et al., 2012)

3.4.2 Respons av doser

Människor har i en del undersökningar blivit utsatta för olika doser av dieselavgaser för att kunna kartlägga olika symtom. Kopplingar har bland annat setts mellan relativt låga doseringar under en kort tid av dieselavgaser (partikelhalt: 0,1 mg/m³, kvävedioxidhalt: 0,4 mg/m³) som påverkar luftvägarna. Under en kontrollerad exponering som varade i en timme (där kväveoxidhalten var 2-3 mg/m³) utvecklade deltagarna inflammation i ögon och luftvägar. Deltagare som även var astmatiker utvecklade irritation i luftvägarna (bronkiell hyperaktivitet) under en exponering av en ungefärlig kvävedioxidhalt av 2 mg/m³ (se tabell 1) (Arbete och hälsa, 2003).

I tabellen nedan visas en sammanfattning av ett experiment på människor i form av en kontrollerad dieselavgasexponering och dess effekter på hälsan. I undersökningen förekom två grupper av människor: god hälsa, respektive med astmasjukdom. Kvävedioxidhalten i luften varierade från 0,36 mg/m³ till 3,4 mg/m³, vilket kan jämföras med årsmedelnivån under 2011 av NO₂ i Gårda och Haga i Göteborgs stad där kvävedioxidhalten ungefär var 0,047 mg/m³ i Gårda respektive 0,036 mg/m³ i Haga (Miljöförvaltningen, 2012). Båda grupperna reagerade med bland annat utveckling av inflammation i luftvägarna.

Tabell 1. Experiment på människor: Kontrollerad dieselavgasexponering med påvisande symtom (Arbete och hälsa, 2003)

| Utsatt grupp | Kvävedioxid (mg/m ³) | Exponeringstid (h) | Konsekvens |
|--------------|----------------------------------|--------------------|---|
| God hälsa | 2,3 - 3,4 | 1 | Irritation i näsa och ögon, samt tecken till inflammation i nedre luftvägarna |
| Astmatiker | 0,36 - 2,2 | 1 - 2 | Ökad inflammation i nedre luftvägarna (2h) med försämrad astmasjukdom (1h) |

3.4.3 Cancer

Ett samlingsord på elakartade tumörer är cancer. En tumör är en svullnad som bildas genom ökad celledelning. Onormal celledelning uppstår på grund av genetiska omständigheter, men uppkomsten är till stor del okänd (Malmquist, 2012).

3.4.3.1 Lungcancer

När en cancertumör befinner sig i en lunga kallas det för lungcancer. För att vara mer specifik bildas tumören av skadade celler i lungvävnaden.

Lungcancer är den cancerform som tar flest liv per år i Sverige. Världsomfattande är lungcancer den mest förekommande av samtliga cancertyper (Pontén and Malmquist, 2012).

I Stockholms län har det genomförts en fall- och kontrollstudie av risken att utveckla cancer, vilken innefattade över 1 000 fall och kontroller av 2 300 personer. Ett resultat av studien visade sig vara ett betydelsefullt sammanhang mellan lungcancer och estimerad kumulativ dos av NO₂. Vid en ökning av 1 mg-år/m³ av den kumulativa dosen av NO₂ beräknades lungcancerriken öka med 9 procent (Arbete och hälsa, 2003).

3.4.4 Indikator på cancer

De studier som har genomförts kring dieselexponering i dagsläget innehåller inte tillräckligt god data för att kunna fastställa cancerriken. Det är oklart vilka beståndsdelar i dieselavgaser som är den mest pålitliga markören för att fastställa risken. Ämnen som är diskuterade är bland annat NO₂ och olika partiklar (Arbete och hälsa, 2003).

3.5 Regelverk

Lagstiftningen om olika kemikalier finns till för att utreda och ge kännedom om vilka ämnen som utgör risker för miljö och hälsa. Regler om vilka kontroller som ska finnas och vilka skyldigheter en arbetsgivare har gentemot arbetstagaren. Den svenska kemikalielagstiftningen består av ett flertal lagar där de två viktigaste lagarna är miljöbalken och arbetsmiljölagen (Krook, 2001). Regeringen har till uppgift, att för varje lag, tillägga förordningar. Statliga myndigheter har i sin tur uppgiften att lägga till föreskrifter som med mer detaljerad information kompletterar lagar och förordningar. Transportstyrelsen och Arbetsmiljöverket är två statliga myndigheter som hanterar regelverk om arbetsmiljö på sjön (Krook, 2001).

3.5.1 Transportstyrelsen

Transportstyrelsen har till uppgift att dels ta fram regler och att följa upp hur reglerna efterföljs. Den föreskrift som berör arbetsmiljön på fartyg är *Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om arbetsmiljö på fartyg* (TSFS 2009:119).

3.5.2 Arbetsmiljöverket

En av arbetsmiljöverkets uppgifter är att lägga till föreskrifter till arbetsmiljölagen. *Kemiska arbetsmiljörisker* (AFS 2011:19) och *Hygieniska gränsvärden* (AFS 2011:18) är två föreskrifter som arbetsmiljöverket har lagt till i arbetsmiljölagen.

Föreskriften *Kemiska arbetsmiljörisker* (AFS 2011:19) handlar dels om arbetsgivarens skyldigheter att göra en riskbedömning om farliga ämnen som hanteras på arbetsplatsen. Arbetsgivaren ska tillhandahålla skriftlig risk- och skyddsinformation för alla kemiska produkter och en förteckning över farliga ämnen som förekommer på arbetsplatsen.

Hygieniska gränsvärden (AFS 2011:18) är en föreskrift som behandlar regler om hur luftföroreningar förebyggs och regler om genomförande beträffande mätningar av luftföroreningar. I föreskriften finns ett register över hygieniska gränsvärden (se nedan) med olika restriktioner och hälsorisker. Det finns även en redogörelse i föreskriften för vilka uppgifter som skall finnas med i en mät rapport (Krook, 2001).

3.5.2.1 Hygieniska gränsvärden

Ett hygieniskt gränsvärde är den högsta tillåtna koncentrationen av en luftförorening som en arbetstagare får exponeras för på en arbetsplats. Nivågränsvärdena grundas på en genomsnittshalt av luftföroreningar under en åtta-timmars arbetsdag och är till för att skydda arbetstagaren från skadliga effekter på hälsan under ett 40-årigt arbetsliv (Krook, 2001).

Gränsvärdeshalten kan anges för gaser, ångor och partikelformiga luftföroreningar i mg/m^3 luft. Halten kan dessutom för gaser och ångor anges i ppm (parts per million) (Standardiseringskommissionen i Sverige, 1982).

Det finns tre olika gränsvärdesnivåer: (Krook, 2001)

- **Nivågränsvärdet** är ett hygieniskt gränsvärde som är den högsta tillåtna genomsnittliga halten av exponering av en luftförorening under en arbetsdag på åtta timmar som får förekomma.
- **Takgränsvärdet** är ett hygieniskt gränsvärde som är den högsta tillåtna genomsnittliga halten av exponering av en luftförorening under en period av 15 minuter som får förekomma.
- **Korttidsvärdet** är ett allmänt råd till de ämnena som inte har något takgränsvärde. Det är en riktlinje i skyddsarbetet för att det är viktigt att även begränsa de kortvariga höga exponeringarna.

Dieselavgaser hanteras i *Hygieniska gränsvärden* (AFS 2011:18) av ämnet ”Avgaser som kvävedioxid” och begränsas därmed till ett nivågränsvärde av 1 ppm ($2 \text{ mg}/\text{m}^3$). Det finns varken ett takgräns- eller korttidsvärde för avgaser. Värdena för avgaser är satta med avseendet för att representera den totala effekten av de ämnen som finns i dieselavgaser, därmed även de cancerframkallande effekterna.

För att fastställa det idag gällande hygieniska gränsvärdet för avgaser med NO_2 som indikator, undersöktes de akuta effekterna vid yrkesmässig exponering. Ett konstaterande i studien var bland annat att indikatorsubstansen inte uppfyllde alla krav fullständigt. Det primära var avsaknad av data på dos-effekt/dos-respons (Lundberg et al., 1986).

3.6 Mätningar

3.6.1 En mätning utförande

Innan en mätning ska påbörjas ska det planeras hur mätningen ska utföras. Val av mätstrategi är beroende på situation och vad mätdata ska användas till. En mätstrategi innefattar en del beslut om olika val som måste göras för att kvaliteten av mätningen ska bli så bra som möjligt till en rimlig kostnad. Olika val som måste tas ställning till är mätteknik, mätmetod, mätpunkter och mättillfälle.

För att bestämma halten av en luftförorening som NO_2 görs en exponeringsmätning. Det innebär en kartläggning av hur hög halt av en luftförorening som en person exponeras för. För att kunna jämföra resultatet mot nivågränsvärdet måste mätningstrustningen sitta i andningszon under åtta timmar.

Dieselavgaserna innehåller ett antal olika ämnen vilket gör det svårt att analysera alla olika ämnen. Med hjälp av en så kallad indikatorsubstans väljs ett ämne ut från luftföroreningen som dominerar med en förväntad hög hälsorisk. Ett dominerande ämne i dieselavgaser är NO_2

som har en förväntad hög hälsoriskpåverkan, och är därför en indikator för att mäta de farliga ämnena i diesellavgaser.

Något som måste tas i beaktande när en mätning ska genomföras är tidpunkten. Beroende på tidpunkt kan halten av luftföroreningar variera beroende på väderlek. Utomhus kan luftföroreningarnas koncentration variera stort, men det kan också gälla inomhusmiljöer. Genom påverkningsfaktorer som vindriktning, vindhastighet och skillnad mellan inomhus- och utomhustemperatur påverkas luftföroreningarna inomhus. Ett exempel är vid ventilation och när luft utifrån strömmar in på grund av undertryck.

En exponeringsmätning kan utföras med personburen eller stationär mätutrustning. Antalet mätpunkter och placering av mätpunkterna är viktigt för att kunna få ett mätresultat av luftföroreningar som representerar hela mätområdet. Detta för att resultatet inte ska bli missvisande.

En jämförelse av hygieniska gränsvärden mot ett fåtal mätningar är svårt för att skapa en uppfattning om exponeringen. Vid en heldagsmätning av exponering av luftföroreningar för en person kan exponeringshalterna variera kraftigt beroende på dag. Det kan variera med en faktor på 2-100 gånger. Det kallas dag-till-dag variationen som påverkas av omständigheter som ventilation, meteorologiska- och omgivningsomständigheter. En variation av exponering kan även bero på arbetstagare som har likartade arbetsuppgifter men som har olika arbetssätt, vilket kallas för mellan-individ-variabilitet (Krook, 2001).

3.6.1.1 Tillvägagångssätt

Innan en mätning kan påbörjas ska personen som ska genomföra mätningen besöka mätningplatsen för att få en kännedom om platsen och dess omgivning. Berörda personer som kommer medverka och som kommer bli påverkade av mätningen ska informeras angående mätningens syfte och genomförande. Beroende på hur analyskänsliga mätproverna är, om de inte är direktvisande instrument, bör det laboratoriet som ska analysera proverna kontaktas och informeras.

Innan mätningen ska starta ska provtagningsutrustningen anpassas och placeras ut. En del mätinstrument behöver varmköras innan nollställning och kalibreras för att de ska bli stabila. De personer som eventuellt blir berörda av mätinstrumenten, till exempel vid personburen mätutrustning, ska instrueras hur instrumenten fungerar och när de ska ha på sig utrustningen.

Under mätningen är viktigt att få en klar bild i hur omgivningsmiljön som mäts ser ut. Ventilation och öppningar där luftdrag kan förekomma ska tas i beaktande.

Arbetarnas olika arbetssätt ska iaktas för att göra en bedömning av vilka arbetsmoment som kan ge högst exponering och om det finns skillnader i de olika arbetarnas arbetssätt.

I ett dokument ska ventilations- och klimatdata redovisas. Ventilationsdata ska tydligt ange var till- och frånluftsinrättningar finns samt deras uppskattade luftflöde. Angivna klimatdata ska bestå av temperatur och luftfuktighet inomhus, men även utomhus temperatur, luftfuktighet, vindriktning, vindstyrka och väderlek ska noteras.

Vid slutfasen av mätning genomförandet ska mätutrustningen tas omhand samt alla exakta klockslag ska noteras.

När mätningen väl är genomförd och analysen är klar skall både mättningsprover och analys sammanfattas i en mättningsrapport. I den dokumentationen ska det klart och tydligt redovisas en utförlig sammanställning av hela mätningen (Krook, 2001).

3.6.1.2 Felkällor

Vid en bedömning av en genomförd mätning uppkommer det mer eller mindre olika felkällor eller olika typ av fel. Därför är det viktigt vid genomförandet av en mätning att vara medveten och ta hänsyn till dessa fel. Felen som kan uppstå kallas systematiska fel och slumpmässiga fel (Krook, 2001).

Systematiska fel uppkommer till exempel när ett direktvisande instrument används som kan ha kalibreringsfel, nollpunktsförskjutning, mätvärdesdrift och eller störning av likartade ämnen. Sådana fel är svåra att upptäcka och eliminera därför att det krävs både kunskap om mätmetod och mätutrustningen. Det enklaste sättet att hålla nere de systematiska felnivåerna är genom både utbildning och övning. Storleken av systematiska fel kan delvis fastställas genom kalibrering av instrumenten och en del systematiska fel som inte kan förklaras kan uppskattas (Krook, 2001).

På grund av tillfälligheter uppkommer det vid alla mätningar fel vilket benämns slumpmässiga fel. Felen kan variera i storleksgrad och uppkommer vid provtagning och analys. De största felen brukar uppkomma vid provtagning av yrkeshygieniska mätningar. De slumpmässiga felen går att minska genom statistisk bearbetning (Krook, 2001).

3.6.1.3 Utrustning

Beroende på situation om vad som skall undersökas och hur miljön ser ut vid mätplatsen finns det några olika alternativ på mätinstrument. Det finns stationära och personburna mätinstrument vilka kan vara antingen direktvisande eller endast uppsamlade. En stationär mätning innebär att instrumentet inte är flyttbart utan står på en plats med fasta punkter (Standardiseringskommissionen i Sverige, 1982). Den passar bra i miljöer där halten av luftföroreningar på en specifik plats ska mätas. Personburen mätutrustning är instrument som en person bär i andningszon. Personburen mätning är lämplig när enskilda arbetares exponering ska undersökas och arbetaren rör sig mycket och luftföroreningshalterna varierar i det vistande området (Krook, 2001). Ett direktvisande instrument är en mätutrustning som både mäter och analyserar mätningen samtidigt vilket medför att proven inte behövs lämnas in för analys och ett snabbare analys svar kan fås (Krook, 2001).

4 Resultat – Riskbedömningen

För att kunna utföra en riskbedömning av dieselavgasexponering ombord på RoPax-fartygs lastdäck behövs både exponeringsdata och intervju som underlag.

4.1 Mätdata – En grund för riskbedömningen

På uppdrag av ett rederi har Feelgood företagshälsa utfört tre mätningar av kvävedioxid (NO₂) på lastdäck ombord på RoPax-fartygen Ada, Beda och Cilla. Fartygen Beda och Cilla har en lastnings- och lossningsoperation varje dag. Traditionella lastfordon såsom lastbilar och truckar utrustade med dieselmotorer användes under mätperioderna.

4.1.1 Mätning RoPax-fartyg Ada

Ombord på fartyg Ada utfördes mätning av NO₂ i samband med lossning av lasten. Lasten bestod av 38 långträdare och 6 bussar (Sandberg, 2003). I valet av mätutrustning användes ett direktvisande instrument av märket Dräger Pac III, med sensor för NO₂ med detektionsgräns på 0,1 ppm, för att få en direktvisande mätning av NO₂ i samband med lossning. Mätinstrumentet är en handburen utrustning som mätansvarig gick omkring med till olika platser under lossningen. Målet med mätningen var att kunna se när halten NO₂ var som högst, om halten varierade på olika platser och för att få reda på hur snabbt halten avtog på lastdäck (Sandberg, 2012b).

Enligt tabell 2 förekom höga halter av kvävedioxid akterut och midskepps vid klockslag 07:35 respektive klockslag 07:36. När fläktarna hade startat och luft utifrån kunde strömma in genom bogporten som öppnades vid kl. 07:37 minskade halten av dieselavgaser drastiskt.

Tabell 2. Mätning av NO₂ på lastdäck vid utlastning ombord på fartyg Ada (se bilaga 1)

| Klockslag | Halt NO ₂ (ppm) | Plats |
|-----------|----------------------------|--|
| 07:35 | 3 | Akterut vid startpanel för fläktar. Mellan skott och lastbilstrailer |
| 07:36 | 6 | Midskepps |
| 07:37 | 1 | Vid upplyft barriär |
| 07:38 | 0,3 - 0,4 | Vid upplyft barriär då halva antalet fordon är utkörda |
| 07:39 | < 0,1 | Vid upplyft barriär då luft från bogport strömmar in |
| 07:40 | 0,5 | Mellan barriär och lotsport |
| 07:45 | 0,7 - 0,9 | Vid lotsport |
| 07:50 | < 0,1 | |

4.1.2 Mätning RoPax-fartyg Beda

Ombord på fartyg Beda genomfördes en mätning av NO₂ under en period på 3 dagar. Mätningarna utfördes i samband med lastning och lossning av lasten. Mätutrustningen som användes var två stycken direktvisande Dräger PAC7000 med detektionsgräns 0,1 ppm som var personburna under lastning och lossning (Sandberg, 2011). Detta för att logga halten NO₂ under en längre tid på platser där avgasmängden brukade vara hög, ett så kallat ”worst case-fall” som är det sämsta tänkbara scenariot (Sandberg, 2012b).

Sammanfattningsvis under de tre dagarna förekom det enligt tabell 3 förhöjda halter av dieslavgaser vid några tillfällen under kortare perioder. Av mätningsskildringen (se bilaga 2) framgår rekommendationer om att personer, om möjlighet finns, bör använda andningskydd då högre halter dieslavgaser kortvarigt förekommer i andningszon. Slutligen anses nivågränsvärdet, genomsnittshalten för en åtta timmars arbetsdag, för NO₂ genom mätdata för fartyg Beda vanligtvis understiga en femtedel (0,2 ppm).

Tabell 3. Mätning av NO₂ på lastdäck vid lastning/lossning ombord på fartyg Beda (se bilaga 2)

| Förklaring | Halt (ppm) | Period (minuter) |
|-------------------------------|------------|------------------|
| Några tillfällen inträffade: | ≥ 1 | 5 |
| Vid ett tillfälle inträffade: | ≥ 1 | ≥ 20 |
| Oftast inträffade: | ≤ 0,6 | ≤ 45 |

4.1.3 Mätning RoPax-fartyg Cilla

Ombord på fartyg Cilla utfördes mätningar av NO₂ i samband med lastning och lossning av last under sju dygn. Utrustningen som användes var en stationär direktvisande mätutrustning av modell Dräger PAC7000 med en detektionsgräns på 0,1 ppm som var placerad på ett skott på lastdäck, 1,5 meter över durken (Sandberg, 2012a). Valet av utrustning användes för att logga halten NO₂ under en längre period på en plats där kväveoxidhalten är hög, ett så kallat ”worst case-fall” som är det sämsta tänkbara scenariot (Sandberg, 2012b).

I tabell 4 anges den högsta respektive lägsta halten NO₂ i ett tidsintervall. Övriga tider på dagarna som lastning eller lossning pågick som inte är noterad beror på att halten NO₂ inte överskred detektionsgränsen på 0,1 ppm. Under dagarna lördag den 21/4 samt tisdagen den 24/4 förekom halter av NO₂ upp till 1 ppm. Dock endast under kortare perioder och halterna avtog relativt snabbt, vilket var ett tecken på att god luftväxling rådde enligt mätningen (se bilaga 3). Under tisdagen den 24/4 uppkom den högsta halten NO₂ som var 1,9 ppm. I tabellen där last presenteras visas att under dagarna söndagen den 22/4 och måndagen 23/4

förekom ingen last på lastdäcket. Andledningen till detta är att lasten ombord är industriberoende, på grund av lägre produktion under helger¹.

Tabell 4. Mätresultat av högsta och lägsta NO₂ värdet på lastdäck vid lastning/lossning ombord på fartyg Cilla (se bilaga 3)

| Dag, datum | Tid | Halt NO ₂ (ppm) | Last på lastdäck 1 |
|---------------|---------------|----------------------------|---|
| Tisdag, 17/4 | 09.05 - 09.20 | 0,3 | 28 trailer ¹ + 7 chassi ² |
| | 12.40 - 13.50 | 0,3 - 0,8 | |
| Onsdag, 18/4 | 09.10 - 10.00 | 0,3 - 0,6 | 28 trailer + 6 chassi |
| | 12.55 - 13.40 | 0,4 - 0,4 | |
| Torsdag, 19/4 | 09.30 - 10.00 | 0,3 - 0,6 | 29 trailer + 1 roadtrain ³ + 6 chassi |
| | 12.45 - 14.45 | 0,3 - 0,9 | |
| Fredag, 20/4 | 09.00 - 09.40 | 0,3 - 0,6 | 26 trailer + 11 chassi |
| | 10.05 - 10.20 | 0,3 | |
| | 14.45 | 0,3 | |
| Lördag, 21/4 | 09.15 - 09.30 | 0,3 - 0,5 | 28 tr. + 1 maskin + 1 husbil |
| | 12.30 - 14.00 | 0,3 - 1,0 | |
| Söndag, 22/4 | 09.35 - 10.05 | 0,0 - 0,5? | Ingen last vid mätplats |
| Måndag, 23/4 | | 0,0 | Ingen last vid mätplats |
| Tisdag, 24/4 | 12.50 - 13.10 | 0,0 - 1,0 | 25 trailer + 7 chassi |
| | 13.10 - 13.45 | 1,0 - 1,9 | |
| | 13.45 - 14.30 | 0,0 - 1,0 | |

¹ Släpvagn till lastbil

² Lastbil med fastmonterat lastrum

³ 18 m lång lastbil

4.2 Intervju - en verklighetsbild av dieselavgasexponering

Intervjun ombord på fartyget Cilla gjordes med fartygets kapten och däckspersonalens skyddsombud som är smörjmatros. Den genomfördes som ett komplement till de tre ovan redovisade mätningarna för att kunna göra riskbedömningen.

¹ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten

4.2.1 Däckbesättningens vistelse på lastdäck

För att kunna bedöma däckbesättningens exponering för dieselavgaser behövs information om hur länge besättningen vistas på däck varje dag. Dessutom behövs information om hur deras avlösningssystem ser ut, det vill säga hur länge de befinner sig ombord.

I tabell 5 redovisas den tid som däckspersonalen befinner sig på lastdäck². Det maximala antalet timmar som kan förekomma under en dag för en besättningsmedlem varierar beroende på befattning och vaktgång. I tabellen nedan anges även ett ungefärligt uppskattat värde för normalt antal timmar varje dag som en besättningsmedlem blir exponerad för dieselavgaser. Ur tabellen kan slutsatsen dras att beroende på besättningsmännens befattning och vakt, exponeras de för dieselavgaser i varierande grad.

Tabell 5. Tid besättningen vistas och exponeras på lastdäck varje arbetsdag³

| Tid på lastdäck Befattning / Vakt | Maximalt antal timmars vistelse på lastdäck | Cirka normalt antal timmars exponering |
|--|--|---|
| Matros / Nattvakt | 2,5 h | - |
| Matros / Kvällsvakt | 6 h | 4 h |
| Matros / Dagvakt | 9 h | 5 h |
| Styrman / Kvällsvakt | 3 h | 3 h |
| Styrman / Nattvakt | 5 h | 4 h |

Avlösningssystem, vilket innebär hur länge däckspersonalen är ombord och arbetar eller befinner sig iland och är lediga, skiljer sig mellan matroser och styrmän. Matroser jobbar 1:1 system vilket innebär att de är iland lika länge som de är ombord. De arbetar totalt fem månader om året. Styrmän jobbar 1:2 system vilket innebär att de är iland dubbelt så länge som de arbetar ombord. Totalt arbetar styrmän fyra månader om året.

4.2.2 Exponering och symptom

Som ett stöd till riskbedömningen ställdes frågan om besättningen har några symptom och i vilken varaktighet de känner sig bli utsatta för dieselavgasexponering i sitt arbete. Detta för att kunna dra slutsatser med hjälp av litteraturstudien.

² Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten och skyddsombud

³ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten och skyddsombud

Enligt vad som framkom i intervjun upplever däckspersonalen ej symtom som de kopplar till dieselavgasexponering samtidigt som det kan noteras att de undantagsvis kan känna obehag⁴. Dock upplever besättningen att exponeringen för dieselavgaser varierar beroende på årstider och lastmängd. Vanligtvis upplever besättningen att dieselavgasexponeringen är kortvarig och förvåras när det är varmt och torrt på däck. Särskilt nere på lastdäck nr. 1, så kallade "källar'n". Det torra klimatet bidrar till att damm sprider sig i arbetsmiljön. Dammet uppkommer då däcket inte spolas av med jämna mellanrum. Dammspridningen sker när det är varmt ute vilket kan kopplas till de varma årstiderna. Utöver exponeringen på lastdäck kommer inte däcksbesättningen i kontakt med dieselavgaser.

4.2.3 Representativ information för mätdata

Genom intervjun bekräftades att lastfordonen är utrustade med dieselmotorer⁵. I mättningsresultatet för fartyg Ada vid utlastningen fanns höga halter av NO₂ innan fläktsystem startades och bogporten öppnades. Enligt intervjun förekom det att det inte är någon ovanlig förekomst att lastbilschaufförer startar sina lastbilar innan det ges klartecken till detta vid utlastning⁶. Denna förekomst ses även som ett problem bland däcksbesättningen och har lösts internt på fartyg Cilla. Ungefär femton minuter innan däckspersonalen ska gå ner och arbeta på lastdäck sätts ventilationsfläktarna igång för att ventilera ut de avgaser som eventuellt bildas om lastbilschaufförerna startar för tidigt. Fläktarna sätts då i ett särskilt läge där in- och utsugskapaciteten är lika för att motverka att ett eventuellt övertryck byggs upp under drift, vilket annars är ett vanligt fenomen under en normal drift av fläktarna med stängda ramper. Övrig tid är det öppet för genomflöde av luft utifrån både i för och aktern vid lastoperationer ombord på fartyg Cilla.

Lasten ombord på fartyg Cilla vid mätningens genomförande bedöms som representativ, då det enligt kapten och skyddsombud näst intill är fullt under 5 av dagarna⁷. Det är inte så mycket last under söndagar och måndagar på grund av att lasten är industriberoende. Produktionen är lägre under helger. En bekräftelse på detta kan ses i mätresultatet (se tabell 4) för fartyg Cilla då det inte finns någon last på däck 1 under söndagen den 22/4 och måndagen 23/4.

⁴ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, skyddsombud

⁵ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten

⁶ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, skyddsombud

⁷ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten och skyddsombud

4.3 Riskbedömningen

Riskbedömningen är ett resultat av sannolikhet och konsekvens som grundas på en exponeringsbedömning av dieselavgaser med NO₂ som indikator.

4.3.1 Exponeringsbedömning

Riskbedömningen handlar om däcksbesättningen ombord på RoPax-fartyg som blir yrkesexponerade av dieselavgaser då personalen arbetar med lastning och lossning ombord på lastdäck. Det finns idag en begränsad kunskap om denna yrkeskategoris exponering. Sedan tidigare har de gjorts ett antal studier och undersökningar för yrken med liknande arbetsmiljö på landsidan (Attfield et al., 2012, Boffetta et al., 2001, Bruske-Hohlfeld et al., 1999, Jarvholm and Silverman, 2003, Olsson et al., 2011), dock finns det inte mycket studerat om sjöfarten. På grund av detta är underlaget grundat på mätningar som ett rederi låtit göra för att säkerställa en god arbetsmiljö för sina ombordanställda. Därför blev exponeringsbedömningen baserad på tre mätningar ombord på fartygen Ada, Beda och Cilla med en intervju ombord på fartyg Cilla som komplement.

4.3.2 Beskrivning av arbetsuppgifter

Den personal som arbetar på lastdäck ombord på RoPax-fartyg består av matrosar och styrmän. Deras arbete går främst ut på att se till att lastnings- och lossningsoperationer fungerar och att lasten är korrekt placerad och fastsurrad under sjöresa.

Matrosers uppgifter under lasthantering:⁸

- Ange körfält, placering och turordning för lastfordon
- Placerar och ta bort klotsar (kilar fast gods) och trailerbockar
- Surra fast last, lossa surringar (exempelvis spännband)

Särskilt utbildade matrosar:

- köra ramper, hängdäck och portar

Övrig tid har matroserna till uppgift att:⁹

- Utföra förtöjningsarbete
- Underhålla och reparera
- Gå vaktgång, bryggvakt och brandvakt

⁸ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten

⁹ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten

Styrmäns uppgifter under lastning¹⁰:

- Ansvara för lastnings-/lossningsoperationer
- Planera placering av farligt gods och övrig last (med tanke på reaktionsrisk mellan laster samt stabilitet, trim och slagsida)
- Köra ballastoperation för optimalt djupgående och stabilitet
- Stå vid rampen och dirigera var lasten ska placeras
- Köra ramper, hängdäck och portar

Övrig tid har styrmännen till uppgift att:

- Gå bryggvakt: innefattar navigering, ruttplanering, kommunikation mellan parter mm
- Särskilt utbildade styrmän:
- Säkerhetsansvarig
 - Sjukvårdsansvarig

4.3.3 Exponeringstid

Enligt tabell 5 i föregående avsnitt (se 4.2.1) presenterades matrosers och styrmäns ungefärliga antal timmar för dieselavgasexponering på lastdäck under en normal arbetsdag. Den genomsnittliga tid som en besättningsman exponeras för dieselavgaser blir då fyra timmar varje dag.

Vanligtvis under pågående lastning befinner sig styrman vid fartygets lastramp för att dirigera åt vilket håll lastfordonen ska köra. Däremot befinner sig matroser inne på lastdäck för att visa körfält och placering för lastfordon. Dessutom har de till uppgift att placera klotsar och trailerbockar samt surra fast last såsom trailers och maskiner.

Under lossning av last befinner sig styrman i närheten av rampen som öppnas för att ange i vilken ordning lastfordon ska köra ut. Matros bistår styrman med att signalera för lastfordon när de får köra ut medan övriga matroser är inne på lastdäck för att ta bort eventuella surringar och trailerbockar.

Någon exponering av dieselavgaser under arbete utöver vid lastning och lossning förekommer inte hos däcksbesättningen enligt skyddsombudet ombord¹¹.

Däckpersonalen har arbetspass på 10,6 timmar men är vanligtvis nere på lastdäck mellan tre till fem timmar beroende på vakt och befattning. En genomsnittlig tid på lastdäck då de exponeras av dieselavgaser är ungefär fyra timmar per arbetspass, det vill säga knappt 38 procent.

¹⁰ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, kapten

¹¹ Intervju: Ombord på fartyg Cilla 2012-11-16, skyddsombud

4.3.4 Genomsnittshalt

Enligt *Hygieniska Gränsvärden* ska inte den genomsnittliga exponeringen för avgaser mätt som NO₂ överskrida 1 ppm (nivågränsvärde) i en arbetsmiljö (Arbetsmiljöverket, 2011). Nivågränsvärdet baseras på den genomsnittliga halten under ett helt arbetspass som vanligtvis räknas till åtta timmar. Bland de fartyg som behandlas i riskbedömningen är ett normalt arbetspass 10,6 timmar, vilket bidrar till att en omräkning av nivågränsvärdet kan göras enligt AFS 2011:18.

För att räkna om nivågränsvärdet till ett längre arbetspass kan schablonmetoden användas. Metoden innebär att gränsvärdet används och multipliceras det med en specifik faktor. Då används faktorn ”8/X” (8 står för ”8 timmar”, som vanligtvis används), där X står för timmarna i det längre arbetspasset (Arbetsmiljöverket, 2011). I detta fall då arbetspasset innefattar 10,6 timmar ser det ut såhär:

$$8/X * \text{Nivågränsvärde (8 h)} = \text{Nivågränsvärde (X)}$$

Om X= 10,6 h och nivågränsvärdet för NO₂ som avgaser är 1 ppm ger detta ett omräknat nivågränsvärde för 10,6h på $8/10,6 * 1 = 0,75$ ppm

Detta medför att det aktuella nivågränsvärdet beräknas till 0,75 ppm. I sammanfattningen av mätningarna som utfördes på fartyg Beda (se bilaga 2) uppskattades den genomsnittliga halten NO₂ oftast understiga 0,2 ppm. Dessa mätningar utgick från sämsta tänkbara scenario, som innebär att den genomsnittliga exponeringen med sannolikhet är lägre. I jämförelse med nivågränsvärdet, i arbetsmiljöverkets författningssamling, omräknat till rådande arbetspass så är den genomsnittliga exponeringen som är framtaget genom mätningarna endast drygt en fjärdedel av regelverkets högsta tillåtna halt.

4.3.5 Analys av mätdata

Enligt mätningarna på fartyg Beda och Cilla varierar halten stort av dieselavgaser under arbete på lastdäck. Orsaken till variationerna beror troligtvis på arbetsuppgifter och rörelsemönster.

4.3.5.1 Fartyg Beda

I bilaga 4 presenteras två olika diagram från två olika personburna mätinstrument som användes under mätningen ombord på fartyg Beda. Det som kan utläsas av diagrammen är att det inte är en jämn nivå av dieselavgaser utan att halten varierar. Mätutrustningen ger utslag som skapar så kallade ”toppar”.

I resultatet från mätning 1, (diagram 1 bilaga 4), förekommer det höga toppar av dieselavgasexponering under lastoperationerna som under tre gånger överskred 1 ppm varav en över 2 ppm, dock under korta perioder under den första dagen.

Resultatet från mätning 2, (diagram 2 bilaga 4) visar under första dagen att dieselavgashalten kom upp till 1 ppm en gång och under dag 3 till 1,4 ppm en gång, dock även här under korta perioder.

Summering av mätdata från de två personburna mätinstrumenten 1 och 2 under de tre dagarna visar att halten oftast låg under 0,6 ppm.

4.3.5.2 Fartyg Cilla

Resultatet från mätningen ombord på fartyg Cilla, vilket loggade värde av högsta- och lägsta halt, indikerar att 1 ppm endast överskrids några gånger under sjudagarsperioden under korta perioder (se ovan tabell 4). För det mesta varierar halten NO₂ under lastningsmomenten mellan 0,3-0,6 ppm.

4.3.5.3 Fartyg Ada

I samband med en lossning ombord på fartyg Ada gjordes en direktvisande mätning under 15 minuter. Mätresultatet visade att höga halter av NO₂, 3 ppm respektive 6 ppm förekom akterut och midskepps, se enligt tabell 2 vid klockslagen 07:35 respektive 07:36. Trots de höga halterna uppfylls gällande reglervärk då något takgränsvärde eller korttidsvärde inte finns angivet för NO₂ som avgaser. Från intervjun (se 4.2.3) framkommer det att det inte är någon ovanlig förekomst att lastbilschaufförer startar sina lastbilar innan det ges klartecken vid utlastning. Mot denna bakgrund antas orsaken till de höga halterna av NO₂ bero på lastbilschaufförer som startar sina lastbilar i förtid innan klartecken ges vid utlastningen. Det blir ännu tydligare genom att halten NO₂ sjunker drastiskt från 6 ppm till 1 ppm när bogporten öppnas och luft utifrån kan strömma in (se tabell 2).

4.3.6 Hälsorisker

4.3.6.1 Akuta effekter

Det har genomförts kontrollerade studier i exponeringskammare kring akuta effekter från dieselavgasexponering. En studie visas i tabell 1 som påvisar uppkomna symtom på människor från kontrollerad dieselavgasexponering. I studien användes NO₂ som indikatorsubstans för att avgöra dieselhalten i luften. Den lägsta halten deltagarna blev utsatta för var 0,36 mg/m³ under två timmar, vilket motsvarar ca 0,18 ppm. Detta medförde att astmatiker sannolikt utvecklar en försämrad astmasjukdom. Friska deltagare utvecklade bland

annat irritation i näsa och ögon samt tecken till inflammation i nedre lungvägarna vid en exponeringshalt av $2,3 \text{ mg/m}^3$ under en timma, vilket kan jämföras med 1,2 ppm. Dessa två exempel innefattar en exponeringshalt som kan förekomma kortvarigt under en lastoperation på lastdäck enligt mätningarna på fartyg Ada, Beda och Cilla (se bilaga 1, 2 och 3).

Enligt mätningarna för fartyg Beda med medföljande diagram 1 och 2, (bilaga 4), utläses att en exponering av $\leq 0,6$ ppm ofta förekom under en period av ≤ 45 minuter. Högre exponeringshalter som ≥ 1 ppm förekom under några tillfällen under en period av fem minuter. Vid ett tillfälle registrerades även en halt av ≥ 1 ppm under en period längre än 20 minuter.

Vid jämförelse mellan studien (tabell 1) och mättningsresultaten för fartyg Beda (tabell 3) bör dock tilläggas att halter upp mot exempelvis 1 ppm inte förekom under en sammanhängande tid av en respektive två timmar. Enligt intervjun (se 4.2) berättar skyddsombudet att däcksbefattningen inte har haft nämnda symtom som kan kopplas till dieselexponering under arbete på lastdäck. Detta bekräftar att dieselavgasexponering av dessa undersökta halter under tider såsom en respektive två timmar är sannolikt ytterst sällsynta. Det kan dock ej uteslutas att risken med en längre period uppstår med undersökta halter.

4.3.6.2 Kroniska effekter

De kroniska effekter som kan utvecklas genom exponering av dieselavgaser är exempelvis hosta, nedsatt lungkapacitet och lungcancer. I enlighet med litteraturen är det framför allt lungcancer som är den främsta hälsopåverkan och omdebatterade sjukdomen, vilket även väger tyngst i denna riskbedömning.

Det har genomförts ett flertal studier på landbaserade yrken där det har klarlagts att en ökad risk föreligger för lungcancer vid exponering av dieselavgaser, med en riskökning på mellan 30 till 50 procent. Motsvarande studier har inte genomförts ombord på fartyg vilket försvårar bedömningen i denna riskbedömning, vilket bidrar till en mer teoribaserad än en statistikbaserad bedömning.

IARC klassificerade tidigare i år (2012) dieselavgaser till att vara en cancerframkallande substans. Detta beslut baserades främst på studien, *The Diesel Exhaust in Miners Study: A Nested Case-Control Study of Lung Cancer and Diesel Exhaust* av Michael D. Attfield med flera, som är baserad på 12 000 gruvarbetare i mineralgruvor (IARC, 2012). Undersökningen visade på en tre gånger ökad risk av lungcancer bland de högst exponerade gruvarbetarna jämfört med ej exponerade personer. I studien konstaterades även att en ökad exponering bidrar till en ökad risk för lungcancer. Med andra ord påvisades en dos-respons, något som saknades vid bestämningen av det hygieniska nivågränsvärdet för dieselavgaser (se 3.5.2.1). I Stockholms län genomfördes en fall- och kontrollstudie av risken att utveckla cancer. I undersökningen fastställdes att vid en ökning av 1 mg-år/m^3 av den kumulativa dosen av kvävedioxid beräknas lungcancerriksen öka med 9 procent (Arbete och hälsa, 2003).

Däckspersonalen, som vistas som mest 5 månader per år på lastdäck ombord på de utvalda RoPax-fartygen, jämförs enligt konstaterandet ovan ha en möjlig ökad risk av lungcancer av följande:

(Exponeringshalt) $\text{mg}/\text{m}^3 * \text{År} = \text{mg-år}/\text{m}^3$

$$0,4 * 0,47 = 0,19$$

Exponeringshalt: $0,2 \text{ ppm} = 0,4 \text{ mg}/\text{m}^3$

År: 0,47 år 12/5,66 (mån) = 0,47 år

Landbaserat arbete: 1800 h = 12 mån (8h/dag)

Däcksbesättning: 1800 h = 5 mån 20 dagar (5,66 mån) (10,6h/dag)

Förtydligande:

$1 \text{ mg-år}/\text{m}^3$ (referens av exponeringshalt) = Riskökning av 9 %

$(\text{del av exponeringshalt}) / (\text{referens av exponeringshalt}) = (\text{del av "referens av exponeringshalt"})$

$$0,19/1 = 0,19 = 0,19$$

$(\text{del av "referens av exponeringshalt"}) * (\text{riskökning med "referens exponeringshalt" av 9 \%}) = (\text{möjlig tendens till "riskökning i procent"})$

$$0,19 * 9 = 1,7$$

Svar: Möjlig tendens till riskökning av lungcancer är 1,7 %.

I samråd med en yrkeshygieniker har resultatet ur den ovan nämnda gruvstudien analyserats. I en delstudie till cancerstudien har det klarlagts hur uppmätta halter av REC och NO₂ hänger ihop vid dieselvagaser i gruvorna. Det vill säga hur exponeringen kan översättas från partiklar till NO₂ med flera.

Medelhalten av NO₂ vid de stationära mätningarna nere i gruvorna var 0,5 ppm för de gruvor som behandlades i cancerstudien. Med andra ord är exponeringen i gruvorna uppskattningsvis mer än dubbelt så hög jämfört med mätningen på fartyg Beda. Det bör dock observeras att mätningarna i gruvorna är stationära och inte personburna. Resultatet i studien visar att det finns ett måttligt samband (korrelationskoefficient på 0,52) mellan halten partiklar och NO₂. Deras resultat visar även att NO₂ är ett bra surrogat för dieselavgaser i en gruvmiljö.

Sammanfattningsvis anses exponeringsnivån nere i gruvorna vara minst dubbelt så hög där överrisken för lungcancer upptäckts, jämfört med den högsta genomsnittliga nivån som uppskattas förekomma på RoPax-fartygens lastdäck (Vermeulen et al., 2010).

Med informationen ovan kan ej någon specifik risk fastställas utan endast att en ökad risk kan förekomma. Enligt överläggning med yrkeshygieniker av lastdäcks och gruvors exponeringsmängd och de erhållna mätningarnas resultat, bedöms att en ökad lungcancerrisk föreligger på grund av dieselavgasexponering på RoPax-fartygs lastdäck. Cancerrisken uppskattas som relativt låg jämfört med tidigare utförda liknande studier.

4.3.7 Sammanfattning:

Den genomsnittliga exponeringen är endast drygt en fjärdedel av arbetsmiljöverkets nivågränsvärde vilket är baserat på 10,6 timmar. Däckspersonalens exponering av dieselavgaser är återkommande och omfattas av knappt 38 procent av deras arbetspass, vilket medför en låg risk att utveckla kroniska effekter. Det förekommer även ett fåtal höga men kortvariga exponeringstoppar av dieselavgaser som bidrar till en låg risk att utveckla akuta effekter vid exponering på lastdäck.

I dagsläget är inga studier utförda för att utvärdera de förekommande cancerriskerna för arbete på RoPax-fartygs lastdäck. Med tillgänglig litteratur av liknande studier kan dock en ökad risk fastställas, men däremot ej någon specifik risk.

En mer specifik riskökning kan ej fastställas utifrån befintlig litteratur och erhållna exponeringsmätningar som underlag. Slutsatsen blir att arbete på RoPax-fartygs lastdäck vid exponering av dieselavgaser medför låga risker för akuta symtom och en möjlig risk att utveckla lungcancer.

5 Diskussion

Frågeställningen, hur stora risker däckspersonalen ombord på RoPax-fartyg utsätts för genom dieselavgasexponering, är en komplicerad fråga att besvara, vilket är något som har framkommit under arbetets gång. Som tidigare nämnts (se 4.3.1) har de gjorts ett antal studier och undersökningar för yrken med liknande arbetsmiljö, dock finns det inte mycket studerat om sjöfarten. Därför finns det idag en begränsad kunskap om denna yrkeskategoris exponering. Samtidigt är det svårt att dra slutsatser om vilken eller vilka substanser i dieselavgaser som orsakar akuta och kroniska sjukdomar. Ett antal faktorer har en betydelse och behövs för en riskbedömning av dieselavgasexponering, vilket bidrar till att diskussionen kommer omfatta mätningar, regelverk och hälsa.

5.1 Fartygsmätningar

Från början var det tänkt att genomföra egna mätningar av kvävedioxid (NO₂) på RoPax-fartyg. På grund av att det skulle krävas en hel del pappersarbete innan mätningar skulle kunna påbörjas i kombination med brist på tid för att lyckas genomföra mätningar beslutades att inte göra några egna mätningar. Dessutom, enligt *Hygieniska Gränsvärden*, AFS 2011:18 4§, ska personen som genomför en mätning av luftföroreningar ha genomgått en utbildning som både ger teoretiska och praktiska kunskaper om hur en mätning bör genomföras.

Istället användes tre mätningar av NO₂ som utfördes av företagshälsovården på svenskflaggade RoPax-fartyg. Syftet med samtliga mätningar från Feelgood företagshälsa var att kartlägga arbetsmiljön genom att bedöma risker och ventilationskapacitet. Detta genomfördes för att bemöta personalens funderingar och oro för påverkan på hälsan. Mätningarna på fartygen Beda och Cilla är genomförda vid de sämsta tänkbara scenarierna, det vill säga utförda mätningar som återspeglar den högsta exponeringen som däckspersonalen kan utsättas för.

5.2 Mätningarnas tillförlitlighet

Det finns en del faktorer som har en avgörande inverkan på mätresultatet, bland annat systematiska fel och slumpmässiga fel som berördes i ett tidigare avsnitt (se 3.6.1.2) om felkällor. Detektionsgränsen, den lägsta halten av ett ämne som mätinstrumentet kan detektera, är 0,1 ppm i mätningarna ombord på fartyg Ada, Beda och Cilla. I rapporten, *Exponering för motoravgaser och förbränningsprodukter i arbetslivet* av Marie Lewné med flera, redogörs dieselavgasexponering i andra yrkesgrupper. Vid några mätningar användes NO₂ som indikatorsubstans med ett detektionsgränsvärde på 0,005 ppm vilket är ett avsevärt lägre värde än 0,1 ppm (Marie Lewné et al., 2010). Detta belyser att det är möjligt att använda ett lägre detektionsgränsvärde än 0,1 ppm. Med ett för högt detektionsgränsvärde visas inte all exponering vilket innebär att den uppmätta genomsnittliga exponeringen i en direktvisande mätning riskerar att bli högre till skillnad om detektionsgränsvärdet hade varit lägre.

Ett förklarande exempel är följande:

Exempel med fem stycken mätvärden

Mätvärden: 0,2 0,05 0,4 0,001 0,002

Om detektionsgränsvärdet är 0,1 räknas enbart mätvärdena 0,2 och 0,4 in på grund av att de överstiger 0,1. Medelvärdet blir då = 0,3 $((0,2+0,4)/2 = 0,3)$

Om inget detektionsgränsvärde skulle finnas skulle alla fem mätvärdena räknas med och medelvärdet blir då 0,13 $((0,2+0,05+0,4+0,001+0,002)/5=0,13)$

5.3 Mätningars syfte

Vid en mätning görs olika val beroende på syfte och frågeställningar. Syftet med Feelgood företagshälsas mätningar var att kartlägga arbetsmiljön med avseende på dieselavgasexponering och bedöma risker. Mätresultatet användes sedan för att jämföra med gällande hygieniska gränsvärden för att säkerhetsställa att halterna av NO₂ understiger gällande nivågränsvärde. NO₂ användes som en indikatorsubstans och är det enda ämne som för dieselavgaser kan jämföras med det hygieniska gränsvärdet.

Så frågan är om dessa mätningar är rätt lämpade att användas för att besvara detta examensarbets syfte? Vad som försöker förmedlas är inte att mätningarna för fartyg Ada, Beda och Cilla inte är korrekt utförda. Tvärtom, de är helt korrekt utförda men detta arbete har till viss del ett annat syfte, det vill säga att bedöma hur stora hälsorisker däckspersonalen utsätts för.

Den bäst lämpade mätningen för att besvara arbetets syfte skulle vara, för att kunna jämföra mätresultat mot andra studier, att ändra indikatorsubstansen för dieselavgasexponering till respirabla partiklar (Respirable Elemental Carbon REC). Å ena sidan finns inte respirabla partiklar med i hygieniska gränsvärden vilket gör att det inte går att jämföra med gällande regelverk. Å andra sidan kan hälsoperspektivet jämföras då respirabla partiklar är en vanligt förekommande indikator bland hälsostudier.

I mätningarna ombord på fartyg Ada, Beda och Cilla genomförs mätningarna i det sämsta tänkbara scenarierna, vilket är ur regel och lufthalts synpunkt passande och bra, särskilt när ett få antal prover görs för att vara säker på att halterna ligger under ett gränsvärde. I en mätning för detta arbete är det mer lämpligt ur riskbedömnings synpunkt att genomföra en slumpmässig mätning för att få personalens genomsnittliga exponering. Till skillnad från sämsta tänkbara scenario vid en mätning så återspeglar en slumpmässig mätning en genomsnittlig arbetsdag bättre. Det innebär en mätning med lika många "worst case"-dagar som "vanliga dagar". Detta för att få en så trovärdig genomsnittlig exponeringshalt som möjligt. En slumpmässig mätning kan även innebära en slumpmässig uttagning av deltagare vilket medför att resultatet representerar alla inblandade personer som vistas i den uppmätta miljön. Dock måste personerna utföra liknande arbetsuppgifter. Istället för att mäta luftföroreningar under några dagar i sträck är det bättre att sprida ut mätningstillfällena så att

flera årstider innefattas. Detta är bättre då klimatfaktorer påverkar mätningresultatet och för att få med olika sorters dagar. Som nämnts tidigare (se 3.6.1.3) är det lämpligt att använda personburen mätutrustning då denna typ av provtagare mäter exponeringshalten i andningszon. Då ges ett mer noggrant resultat. En uppsamlande mätutrustning, där halten av ämnet bestäms genom analys på laboratorium är att rekommendera. Detta då det förekommer andra ämnen i luften som kan störa och ge missvisande mätvärden med ett direktvisande mätinstrument. Med en uppsamlande mätutrustning som lämnas in på ett laboratorium kan en analys göras där ämnena separeras så att endast det utvalda ämnet analyseras.

5.4 Hygieniska gränsvärden och hälsa

När luften i en arbetsmiljö utvärderas jämförs framför allt luftens ämnesinnehåll med Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2011:18. I dokumentet finns de gällande gränsvärdena för olika ämnen.

Detta arbete baseras på bland annat det hygieniska gränsvärdet för dieselavgaser som benämns ”avgaser som kvävedioxid” i AFS 2011:18. Dieselavgaser har endast ett gränsvärde som är nivågränsvärdet, det vill säga den högsta godtagbara genomsnittshalt en arbetare får exponeras för under en arbetsdag på åtta timmar (1 ppm), vilket innebär att både tak- och korttidsvärde utesluts. För att få en jämförelse och förståelse för vad storleken innebär av 1 ppm NO₂ presenteras årsmedelnivån 2011 av NO₂ i Gårda och Haga i Göteborgs stad. Halten NO₂ var ungefär 0,025 ppm (0,047 mg/m³) i Gårda respektive 0,02 ppm (0,036 mg/m³) i Haga (Miljöförvaltningen, 2012). Nivågränsvärdet för NO₂ sattes i bruk år 1990, vilket betyder att det infördes för drygt 22 år sedan (idag 2012).

Nivågränsvärdet baseras på bland annat en hälsoutredning som slutfördes år 1986 (Lundberg et al., 1986). Den genomfördes för att undersöka möjligheten att tillämpa en indikatorsubstans för att påvisa akuta effekter vid exponering av dieselavgaser. De belyser även att dieselavgaser har en mutagen effekt vilket medför en möjlig cancerframkallande verkan. Polyaromatiska kolväten (PAH) tros vara det misstänkta ämnet. Det konstaterades även att bristande kunskap kring dos-respons/dos-effekt förekom för cancerframkallande ämnen (se 3.5.2.1) (Lundberg et al., 1986).

Dessa observationer är alltså basen för undersökningen som är en del av beslutmaterialet som användes vid framställningen av nivågränsvärdet för ”avgaser som kvävedioxid” i början av 90-talet.

Nu är det fastställt att dieselavgaser har en cancerframkallande effekt med påvisad dos-respons, vilket har berörts tidigare (se 3.4). Detta medför att ny väsentlig information har framkommit sedan nivågränsvärdet för avgaser bestämdes. Detta bidrar till att en utvärdering av nuvarande värde bör genomföras för att se över hur de nya upptäckterna påverkar hälsan. Detta för att eventuellt genomföra en framtagna av ett nytt nivågränsvärde för NO₂ utifrån dagens kunskap.

Enligt Enheten för Toxikologisk Riskbedömning på Arbetsmiljöverket är en framtagna av ett nytt gränsvärde en långvarig process. För det första ska Arbetsmiljöverket beställa en framtagna av vetenskapligt underlag av en specialistgrupp av forskare och vetenskapsmän. Sedan skickas underlaget tillbaka till Arbetsmiljöverket som då går igenom materialet för att se om gränsvärdet behöver ändras. Då utförs en konsekvensbeskrivning och om det är möjligt med aktuell teknik att övervaka det nya gränsvärdet. Därefter skickas en remiss ut till

arbetsmarknadens parter och branschorganisationer. Så småningom får Arbetsmiljöverket in all nödvändig respons och kan slutligen lämna fram ett förslag till generaldirektören för ett slutligt beslut. Detta medför ett omständigt förlopp som är beroende av ett flertal instanser, vilket resulterar i en långdragen process.

Enligt Arbetsmiljöverket har de beställt vetenskapligt underlag angående en omvärdering av gränsvärdena för dieselavgaser och beräknas få tillbaka första utkastet i november i år (2012). De förmodar att nya gränsvärden för dieselavgaser tidigast kan träda i kraft under år 2015 (Iregren, 2012).

Resultatet av riskbedömningen sammanfattar bland annat cancerrisken vid arbete på RoPax-fartygs lastdäck. Sammanställningen baserades främst på en cancerstudie om arbetare i gruvor där det har klarlagts hur uppmätta halter av REC och NO₂ hänger ihop vid dieselavgaser i gruvorna. Detta har använts för att jämföra dieselavgasexponeringen i studien om gruvor med RoPax-fartygs lastdäck. Slutsatsen blev att exponeringen i gruvorna uppskattningsvis är mer än dubbelt så hög jämfört med mätningen på fartyg Beda.

Detta behöver inte betyda att cancerrisken vid arbete på lastdäck är låg enbart för att halten är lägre än på en annan delvis liknande arbetsplats.

En fråga som möjligtvis kan besvara detta är om exponeringen på lastdäck, i värsta fall 0,2 ppm NO₂, är tillräckligt hög för att ha en ökad cancerrisk gentemot en kontorsarbetare? En jämförelse med kontorsarbetare som är bosatta i centrala Göteborg kan göras. De exponeras i genomsnitt av dieselavgaser likvärdigt med årsmedelnivån 2011 av NO₂ i Gårda och Haga i Göteborgs stad. Halten NO₂ var ungefär 0,025 ppm (0,047 mg/m³) i Gårda respektive 0,02 ppm (0,036 mg/m³) i Haga (Miljöförvaltningen, 2012). Resultatet av jämförelsen tyder på att däckbesättning exponeras (0,2 ppm) ungefär 8 till 10 gånger högre än vad kontorsarbetare i centrala Göteborg exponeras för.

Även detta belyser att arbete på RoPax-fartygs lastdäck ger en ökad cancerrisk. En stor del av innehållet i diskussionen återspeglar inte detta specifikt utan binder ihop de faktorer som har en avgörande roll i riskbedömningen.

Genom analys av tillgängliga mätningar har slutsatser kunnat fastställas, men frågan kvarstår om resultatet blivit annorlunda om partiklar använts som indikator istället?

6 Slutsats

Arbete på RoPax-fartygs lastdäck vid exponering av dieselavgaser medför låga risker för akuta symtom och en möjlig ökad risk att utveckla lungcancer.

Detta är fastställt främst genom följande faktorer:

- **Den genomsnittliga dieselavgasexponeringen uppskattades till 0,2 ppm för de utvalda fartygens lastdäck under ett så kallat "worst case"-läge. Detta kan jämföras med ett nivågränsvärde av 0,75 ppm, omräknat till 10,6 timmar.**

Den genomsnittliga exponeringen är endast drygt en fjärdedel av arbetsmiljöverkets nivågränsvärde som är omräknat till 10,6 timmar. Däckspersonalens exponering av dieselavgaser är återkommande och omfattas av knappt 38 procent av arbetspasset. Detta bidrar till en låg risk att utveckla kroniska effekter på grund av dieselavgasexponering på lastdäck.

- **I de tillhörande diagrammen till fartyg Beda konstateras att flertal höga toppvärden kan förekomma under arbete på lastdäck vilket medför risker för utveckling av akuta effekter.**

Det förekommer höga toppvärden upp mot ca 1-2 ppm vid ett flertal tillfällen. Dessa uppkom dock under mycket korta perioder vilket medför en låg risk att utveckla akuta effekter på grund av dieselavgasexponering på lastdäck.

- **I dagsläget är det inga studier utförda för att utvärdera de förekommande cancerriskerna från dieselavgasexponering för arbete på RoPax-fartygs lastdäck.**

Med tillgänglig litteratur av liknande studier kan en möjligen ökad riskökning fastställas genom påvisad dos-respons/dos-effekt, men däremot ej någon mer specifik risk. Vid en jämförelse av mätdata ur ett hälsoperspektiv anses en indikatorsubstans av partiklar att föredra.

- **Med hjälp av cancerstudien från gruvor (se 4.3.6.2), uppskattades de utvalda RoPax-fartygens lastdäck ha hälften så hög exponeringsnivå av dieselavgaser i förhållande till gruvorna där överrisken för lungcancer upptäcktes.**

7 Förslag till framtida studier

Under arbetets gång har det framkommit att det är svårt att dra några mer noggranna slutsatser om hälsorisker på lastdäck. Något som kan komplettera detta arbete är att mäta partikelhalten i dieselavgaser som släpps ut på RoPax-fartygs lastdäck. Detta bör utföras för att kunna göra en mer noggrann jämförelse av ökad cancerrisk mot andra dieselavgasexponerade yrkesgrupper från tidigare studier, vilket vanligtvis använder partiklar som indikator.

En fortsatt undersökning av dieselavgasexponering med NO₂ som indikator kan även genomföras för att mäta under andra exponeringsförhållanden. Fartygen som berördes i detta arbete har långa lastnings- och resetider, samt en låg lastningsfrekvens. Därför kan det vara intressant att undersöka fartyg med kortare lastnings- och resetider, med en högre lastningsfrekvens.

Ett annat perspektiv som har kommit fram under processen är att det finns en begränsad kunskap om hälsorisker inom sjöfarten. Det har gjorts studier inom andra yrkesgrupper där mätningar och utvärdering av mätdata har gjorts under en längre period för att utreda hälsorisker. Det behöver även utföras för att kartlägga förekomsten av lungcancer bland svenska sjömän. Detta skulle visa om insjuknanden i cancer är vanligare bland däckspersonal på exempelvis RoPax-fartyg, än landbaserade yrken. Följaktligen skulle detta kunna klargöra om exponering för dieselavgaser har en betydelse.

Syftet och dess frågeställningar begränsar arbetet till dieselavgasexponering, vilket endast är en del av vad som förorenar luften på lastdäck. Ett förslag är att undersöka vilka andra effekter än dieselavgasexponering som påverkar hälsan på lastdäck. Ett exempel är damm, som tidigare nämnts är hälsofarligt (se 3.4.1). Skyddsombudet ombord på fartyg Cilla berörde även damm i intervjun (se 4.2.2).

Referenslista

ARBETE OCH HÄLSA 2003. *Vetenskapligt Underlag för Hygieniska Gränsvärden 24*, Stockholm, Arbetslivsinstitutet.

ARBETSMILJÖVERKET 2011. AFS2011:18, Hygieniska gränsvärden. In: ARBETSMILJÖVERKET (ed.). Anna Middelman.

ARBETSMILJÖVERKET. 2012. *Riskbedömning* [Online]. Available: <http://www.av.se/sam/riskbedomning/> [Accessed 2012-10-11].

ATTFIELD, M. D., SCHLEIFF, P. L., LUBIN, J. H., BLAIR, A., STEWART, P. A., VERMEULEN, R., COBLE, J. B. & SILVERMAN, D. T. 2012. The Diesel Exhaust in Miners Study: A Cohort Mortality Study With Emphasis on Lung Cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 104, 869-883.

BOFFETTA, P., DOSEMECI, M., GRIDLEY, G., BATH, H., MORADI, T. & SILVERMAN, D. 2001. Occupational exposure to diesel engine emissions and risk of cancer in Swedish men and women. *Cancer Causes Control*, 12, 365-74.

BRUSKE-HOHLFELD, I., MOHNER, M., AHRENS, W., POHLABELN, H., HEINRICH, J., KREUZER, M., JOCKEL, K. H. & WICHMANN, H. E. 1999. Lung cancer risk in male workers occupationally exposed to diesel motor emissions in Germany. *Am J Ind Med*, 36, 405-14.

HÖST, M., REGNELL, B. & RUNESSON, P. 2011. *Att genomföra examensarbete*.

IARC 2007. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon, France: WORLD HEALTH ORGANIZATION INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER.

IARC 2012. IARC: DIESEL ENGINE EXHAUST CARCINOGENIC. *Press Release*. Lyon, France: WHO, World Health Organization.

IREGREN, A. 2012. *RE: Enheten för Toxikologisk Riskbedömning, Arbetsmiljöverket*.

JAHNKE, U. 2012. *Sjöfart. Nationalencyklopedin*.

JARVHOLM, B. & SILVERMAN, D. 2003. Lung cancer in heavy equipment operators and truck drivers with diesel exhaust exposure in the construction industry. *Occup Environ Med*, 60, 516-20.

KROOK, K. 2001. *Kemisk yrkes- och miljöhygien*, Västervik, Arbetslivsinstitutet och Prevent.

LUMSDEN, K. 2012. *Logistikens grunder*.

LUNDBERG, P., CAMNER, P. & GUSTAVSSON, P. 1986. *Överväganden rörande indikatorsubstans för akuta effekter av yrkesmässig exponering för motoravgaser*, Stockholm, Liber Tryck AB.

MALMQUIST, J. 2012. Cancer. *Nationalencyklopedin*.

MARIE LEWNÉ, NILS PLATO, MAGNUS ALDERLING, ANNA KLEPCZYNSKA NYSTRÖM, CAROLINA BIGERT & PER GUSTAVSSON 2010. *Exponering för motoravgaser och förbränningsprodukter i arbetslivet*. Karolinska Institutet.

MILJÖFÖRVALTNINGEN, G. S. 2012. *Luftkvaliteten i Göteborgsområdet, årsrapport 2011*. Göteborg.

NATIONALENCYKLOPEDIN 2012a. Dieselloja. *Nationalencyklopedin*.

NATIONALENCYKLOPEDIN 2012b. Rorofartyg. *Nationalencyklopedin*.

OLSSON, A. C., GUSTAVSSON, P., KROMHOUT, H., PETERS, S., VERMEULEN, R., BRUSKE, I., PESCH, B., SIEMIATYCKI, J., PINTOS, J., BRUNING, T., CASSIDY, A., WICHMANN, H. E., CONSONNI, D., LANDI, M. T., CAPORASO, N., PLATO, N., MERLETTI, F., MIRABELLI, D., RICHIARDI, L., JOCKEL, K. H., AHRENS, W., POHLABELN, H., LISSOWSKA, J., SZESZENIA-DABROWSKA, N., ZARIDZE, D., STUCKER, I., BENHAMOU, S., BENCKO, V., FORETOVA, L., JANOUT, V., RUDNAI, P., FABIANOVA, E., DUMITRU, R. S., GROSS, I. M., KENDZIA, B., FORASTIERE, F., BUENO-DE-MESQUITA, B., BRENNAN, P., BOFFETTA, P. & STRAIF, K. 2011. Exposure to diesel motor exhaust and lung cancer risk in a pooled analysis from case-control studies in Europe and Canada. *Am J Respir Crit Care Med*, 183, 941-8.

PONTÉN, J. & MALMQUIST, J. 2012. Lungcancer. *Nationalencyklopedin*.

SANDBERG, L. 2003. Mätning avgaser på bildäck vid utlastning Feelgood företagshälsa.

SANDBERG, L. 2011. Loggning sv kvävedioxid m.a.p avgaser vid lastning/lossning. Feelgood företagshälsa.

SANDBERG, L. 2012a. Loggning av kvävedioxid m.a.p avgaser vid lastning/lossning. Feelgood företagshälsa.

SANDBERG, L. 2012-10-16 2012b. *RE: Mätutrustning*.

STANDARDISERINGSKOMMISSIONEN I SVERIGE, S. 1982. *Renare luft i Ro/Ro lastrum*, Stockholm, SIS- Standardiseringskommissionen i Sverige.

SYDBOM, A., BLOMBERG, A., PARNIA, S., STENFORS, N., SANDSTRÖM, T. & DAHLÉN, S.-E. 2001. Health effects of diesel exhaust emissions. *European Respiratory Journal*, 17, 733-746.

VERMEULEN, R., COBLE, J. B., YEREB, D., LUBIN, J. H., BLAIR, A., PORTENGEN, L., STEWART, P. A., ATTFIELD, M. & SILVERMAN, D. T. 2010. The Diesel Exhaust in Miners Study: III. Interrelations between respirable elemental carbon and gaseous and particulate components of diesel exhaust derived from area sampling in underground non-metal mining facilities. *The Annals of Occupational Hygiene*. England: OXFORD UNIV PRESS.

Bilagor

Bilaga 1: Mätning på fartyg Ada

Kopia:

Mätning avgaser på bildäck vid utlastning

Tid: Onsdagen den 19 februari klockan 07.30

Sammanfattning: Mätresultatet visar att höga halter av dieselavgaser förekommer i trånga utrymmen akterut innan fläktar är startade och bogporten har öppnats. Det visar också att fläktarna evakuerar den avgashaltiga luften snabbt.

Mätutrustning: Dräger Pac III med sensor för NO₂ detektionsgräns 0,1 ppm.

Referensvärden: Gränsvärde för NO₂ enligt AFS2000:3 är 2 ppm om källan är avgaser är det 1 ppm. Avser medelvärde under 8 timmar.. Korttidsgränsvärde, avser 15 min, är 5 ppm Vid kraftiga inversionsförhållanden kan halterna i Göteborgsluften komma upp i över 0,1ppm

Mätresultat:

| Klockslag | Plats | Halt NO ₂ (ppm) |
|-----------|--|----------------------------|
| 07.35 | Vid startpanel för fläktar akterut. Mellan skott och lastbilstrailer | 3 |
| 07.36 | Midskepps | 6 |
| 07.37 | Vid upplyft barriär | 1 |
| 07.38 | , halva antalet fordon utkörda | 0,3 – 0,4 |
| 07.39 | , luft från bogport strömmar in | < 0,1 |
| 07.40 | Mellan barriär och lotsport | 0,5 |
| 07.45 | Vid lotsport | 0,7 – 0,9 |
| 07.50 | | < 0,1 |

Lasten bestod bl.a. av 38 långtradar och 6 bussar

Hälsorisker: 0,5 – 2 timmars exponering i halter över 1 – 2 ppm ökar känsligheten och motståndet i luftvägarna. För astmatiker ökar denna känslighet vid betydligt lägre halter.

Åtgärdsförslag: Styrman startar fläktarna i samband med bogportsöppningen
Personal går ut på bildäck förut
Lastbilschaufförer uppmanas att starta sina motorer så sent som möjligt.
Om personal skall arbeta akterut (längre än 10 minuter) när lastbilarnas motorer är igång bör andningsmask med partikelfilter P3+ (ABEK) gasfiter användas.

Feelgood Hamn & Rederi

Lars Sandberg
Arbetsmiljöingenjör

Loggning av kvävedioxid m.a.p. avgaser vid lastning/lossning

Sammanfattning

Förhöjda halter av avgaser förekommer flera gånger vid korta perioder under de tre dagarna. Enligt AFS 2005:17 "Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar" är nivågränsvärdet 1 ppm för Kvävedioxid (NO₂), om källan är avgaser. Med nivågränsvärde menas den tidsvägda medelhalten under hela arbetsdagen (8 h). Takgränsvärdet under 15 min är 5 ppm. Halterna av kvävedioxid (NO₂) var oftast ≤ 0,6 ppm under perioder på ≤ 45 minuter. Några gånger var halten ≥ 1 ppm. Då under ca 5 minuter. En gång ≥ 20 minuter.

Utförande

2 st loggar typ PAC7000 av fabrikat Dräger var personbunda under 3 dagar (2 – 5/11) i samband med lastning och lossning.

Mätresultat

Se bilagor: *Dräger GasVision report* nr 4 (ARAC1955) och Nr 2 (ARZL2271)

OBS! Tidsskalan är tillförlitlig, dock ej m.a.p. klockslag.

Kommentar

Mätresultatet visar att det kan förekomma perioder längre än 5 minuter med avgaser i andningszon vid arbete på lastdäcken. Om möjligt bör då andningsskydd användas för att helt utesluta hälsopåverkan.

Sammantaget bör med ledning av mätresultatet genomsnittshalten per typisk arbetsdag vanligtvis understiga en femtedel nivågränsvärdet. Det motsvarar ungefär vad som uppmäts i Göteborgs innerstad i samband med inversion.

Tveka inte att återkomma om något verkar oklart!

Vänliga hälsningar
Feelgood företagshälsa
Lars Sandberg
Arbetsmiljöingenjör

Bilaga 3: Mätning för fartyg Cilla

Loggning av kvävedioxid m.a.p. avgaser vid lastning/lossning

Sammanfattning

Mätbara halter av avgaser förekommer flera gånger vid korta perioder under de åtta dagarna. Halterna når upp till 1 ppm endast under korta perioder. Halterna klingar av relativt snabbt, vilket tyder på att luftväxlingen är god.

Enligt AFS 2005:17 "Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar" är nivågränsvärdet 1 ppm för Kvävedioxid (NO₂), om källan är avgaser. Med nivågränsvärde menas den tidsvägda medelhalten under hela arbetsdagen (8 h). Takgränsvärdet, som avser medelhalten under 15 min, är 5 ppm.

Mätresultat

| Dag, datum | Klockslag | Halt (ppm) | Last, Däck 1 |
|---------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Tisdag, 17/4 | 09.05 – 09.20, 12.40 – 13.50 | 0,3. 0,3-0,8 | 28 trailer + 7 chassi |
| Onsdag, 18/4 | 09.10 – 10.00, 12.55 – 13.40 | 0,3-0,6. 0,3-0,4 | 28 trailer + 6 chassi |
| Torsdag, 19/4 | 09.15–10.00, 12.55 – 13.40 | 0,3–0,6. 0,3-0,4 | 26 trailer + 11 chassi |
| Torsdag, 19/4 | 09.30 - 10.00, 12.45 - 14.45 | 0,3-0,6. 0,3-0,9 | 29 trailer + 1 roadtrain |
| Fredag, 20/4 | 09.00-09.40, 10.05-10.20,14.45 | 0,3-0,6. 0,3. 0,3 | 26 tralier + 11 chassi |
| Lördag, 21/4 | 09.15-09.30, 12.30-14.00 | 0,3-0,5. 0,3-1,0 | 28 tr.+1 maskin+1 husbil |
| Söndag, 22/4 | 09.35 – 10.05 | 0,0 – 0,5 ? | Ingen last vid mätplats |
| Måndag, 23/4 | | 0,0 | Ingen last vid mätplats |
| Tisdag, 24/4 | 12.50-13.10-13.45-14.30 | 0,0-1,0-1,9-1,0-0,0 | 25 trailer + 7 chassi |

Se även bilagor: *Dräger GasVisio Report (ARZL2271) Nr 1, 2 och 3*

Loggning av kvävedioxid m.a.p. avgaser vid lastning/lossning

Sammanfattning

Mätbara halter av avgaser förekommer flera gånger vid korta perioder under de åtta dagarna. Halterna når upp till 1 ppm endast under korta perioder. Halterna klingar av relativt snabbt, vilket tyder på att luftväxlingen är god.

Enligt AFS 2005:17 "Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar" är nivågränsvärdet 1 ppm för Kvävedioxid (NO₂), om källan är avgaser. Med nivågränsvärde menas den tidsvägda medelhalten under hela arbetsdagen (8 h). Takgränsvärdet, som avser medelhalten under 15 min, är 5 ppm.

Mätresultat

| Dag, datum | Klockslag | Halt (ppm) | Last, Däck 1 |
|---------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Tisdag, 17/4 | 09.05 – 09.20, 12.40 – 13.50 | 0,3. 0,3-0,8 | 28 trailer + 7 chassi |
| Onsdag, 18/4 | 09.10 – 10.00, 12.55 – 13.40 | 0,3-0,6. 0,3-0,4 | 28 trailer + 6 chassi |
| Torsdag, 19/4 | 09.15–10.00, 12.55 – 13.40 | 0,3–0,6. 0,3-0,4 | 26 trailer + 11 chassi |
| Torsdag, 19/4 | 09.30 - 10.00, 12.45 - 14.45 | 0,3-0,6. 0,3-0,9 | 29 trailer + 1 roadtrain |
| Fredag, 20/4 | 09.00-09.40, 10.05-10.20,14.45 | 0,3-0,6. 0,3. 0,3 | 26 trailer + 11 chassi |
| Lördag, 21/4 | 09.15-09.30, 12.30-14.00 | 0,3-0,5. 0,3-1,0 | 28 tr.+1 maskin+1 husbil |
| Söndag, 22/4 | 09.35 – 10.05 | 0,0 – 0,5 ? | Ingen last vid mätplats |
| Måndag, 23/4 | | 0,0 | Ingen last vid mätplats |
| Tisdag, 24/4 | 12.50-13.10-13.45-14.30 | 0,0-1,0-1,9-1,0-0,0 | 25 trailer + 7 chassi |

Se även bilagor: *Dräger GasVisio Report* (ARZL2271) Nr 1, 2 och 3

Bilaga 4: Mätprogram på fartyg Beda

Diagram 1: Mätinstrument 1

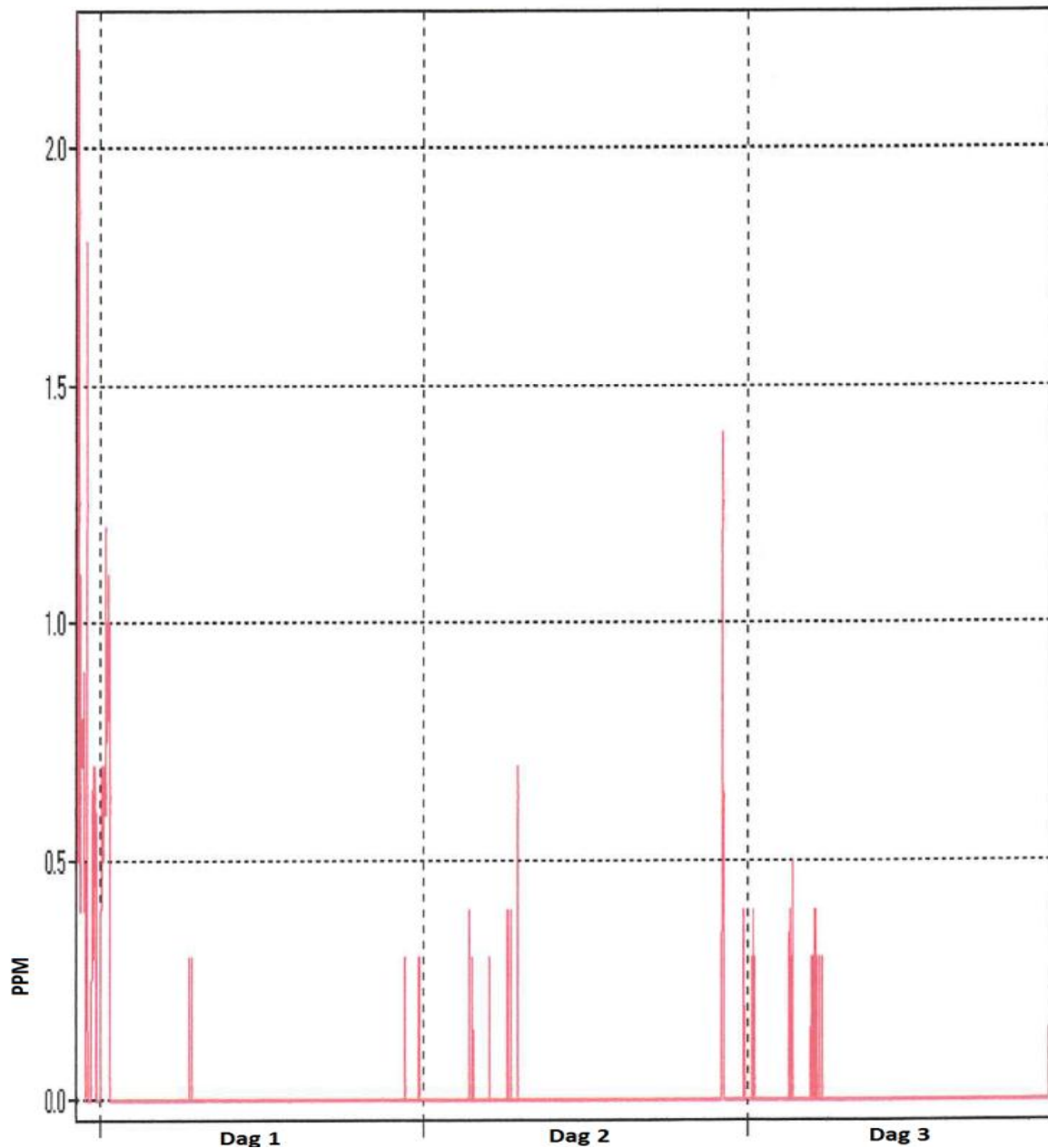


Diagram 1 visar personburet mätinstrument nr 1 av halten NO₂ som varierar under lastning och lossning under tre dagar. Skalan på x-axeln är tjugofyra timmar för varje dag. Det är ingen jämn nivåhalt av NO₂ enligt diagrammet, det blir så kallade toppar under korta perioder. Detta sker troligtvis genom att besättningsmannen som bar mätinstrumentet var på en plats under en kort stund där exponeringen troligtvis var hög vid just det tillfället. Möjligtvis att besättningsmannen befann sig i närheten av ett lastfordon för att ge instruktioner var lasten skulle placeras.

Diagram 2: Mätintrument 2

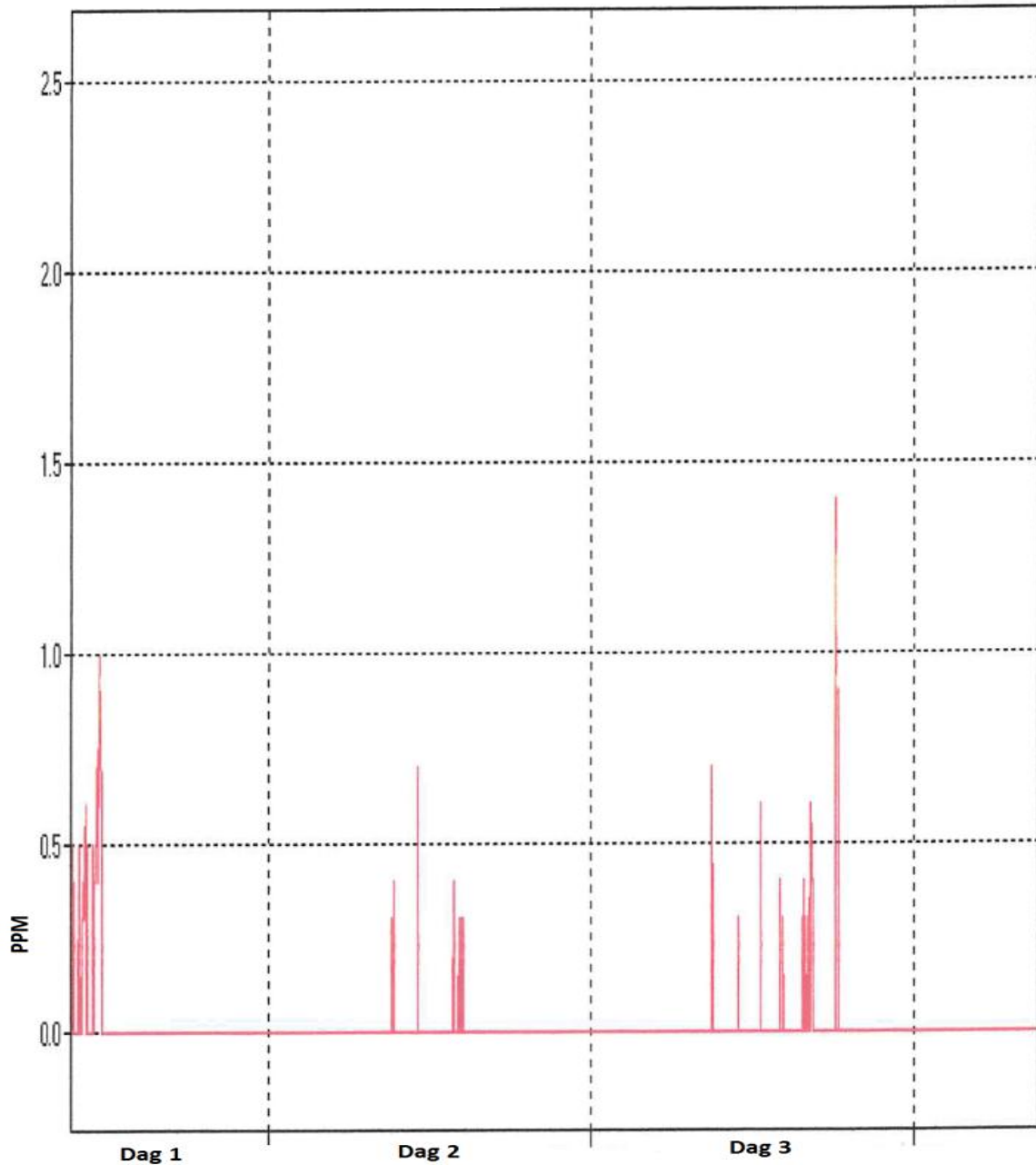


Diagram 2 visar personburet mätinstrument nr 2 av halten No2 som varierar under lastning och lossning under tre dagar. Skalan på x-axeln är tjugofyra timmar för varje dag. Det är ingen jämn nivåhalt av NO₂ enligt diagramet, det blir så kallade toppar under korta perioder. Detta sker troligtvis genom att besättningsmannen som bar mätinstrument nr 2 var på en plats under en kort stund där exponeringen troligtvis var hög vid just det tillfället. Möjligtvis att besättningsmannen befann sig i närheten av ett lastfordon för att ge instruktioner var lasten skulle placeras.

