

# Støveksponering i byggebransjen

En studie av støveksponering blant tømrere

**Tina Maria Skaar**

Helse, miljø og sikkerhet

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Kristin V Hirsch Svendsen, IØT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



# FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet mellom februar 2017 og juni 2017 ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse ved fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse på NTNU, og markerer slutten på mine masterstudier i realfag ved master i Helse, miljø og sikkerhet.

Det er flere personer som har bidratt til informasjon, veiledning, råd og motivasjon til denne oppgaven. En stor takk rettes til min veileder, Kristin V Hirsch Svendsen, for betydningsfull faglig veiledning, tilbakemeldinger, engasjement og oppmuntring underveis.

Videre vil jeg takke alle informanter og fagarbeidere ved boligprosjektet der prøvetakingen tok sted for å ha har stilt opp som prøvetakingssubjekter og bidratt med informasjon som danner grunnlag for datamaterialet i denne oppgaven.

Til slutt ønsker jeg å takke familie og alle venner som har gjort studieårene mine i Trondheim uforglemmelig.

Trondheim, 29 Juni 2017

---

Tina Maria Skaar



# SAMMENDRAG

Utviklingstrekkene i den norske bygge- og anleggsnæringen har de siste årene vært preget av sammensatte utfordringer. Som Norges nest største næring er byggenæringen kompleks, med mange ulike aktører og arbeidsoppgaver på samme arbeidsplass, og dertil flere kilder for eksponering av kjemiske og biologiske faktorer. Ifølge Arbeidstilsynet gjelder særlig eksponering for støv og røyk i yrker innen byggebransjen, og tømrere rapporterer å være høyt eksponert for organisk støv. Likevel foreligger det svært få målinger som kan si noe om eksponeringsnivået av støv i byggenæringen i Norge. Flere negative helseeffekter i luftveiene er koblet til langvarig eksponering for støv, og motivasjon for å gjennomføre forebyggende tiltak øker med kunnskap om helserisikoen. Hensikten med denne oppgaven har vært å fastslå eksponeringsnivå av støv for tømrere under ulike arbeidsoppgaver på en typisk byggeplass, hvor følgende hovedpunkter ble behandlet:

1. Gjennomgang av relevant litteratur om ulike helseeffekter som er koblet til støveksponering i bygge- og anleggsnæringen.
2. Gjennomføring av aktiv heldagsprøvetaking og gravimetrisk analyse av inhalerbart og respirabelt støv av tømrere på en byggeplass.
3. Analyse av variasjon i eksponeringsnivå av støv mellom arbeidere, arbeidsoperasjoner og materialbruk.

Alle målingene ble utført ved boligprosjektet «Blussuvoll Allé» under bygging av en boligblokk lokalisert på Blussuvoll i Trondheim kommune, med Veidekke som byggherre og entreprenør. Til sammen ble 26 heldagsmålinger av inhalerbart støv og 26 heldagsmålinger av respirabelt støv utført etter at bygget var lukket i uke 13, 14 og 17, 2017. Utfra intervju med nøkkelpersoner på arbeidsplassen, ble tømrere og de fire arbeidsoppgavene «isolering yttervegg», «isolering innervegg», «utforing og innvendig bindingsverk» og «dobling gips» valgt ut til prøvetaking. Eksponeringen ble målt ved hjelp av aktiv prøvetaking med personbåret prøvetakingsutstyr (Ametek konstant flow-pumper) med IOM prøveholder plassert i arbeiderens pusteseone. Tidsvektet konsentrasjon for 8 timers skift ble beregnet, og forskjeller i eksponeringsnivå av støv ble testet ved hjelp av uavhengig t-test og enveis ANOVA.

Resultatene viste at kalkulert 8-timers aritmetisk gjennomsnitt (AM) for alle heldagsmålinger av inhalerbart støv og respirabelt støv henholdsvis var 2,42 mg/m<sup>3</sup> (standardavvik (Std)= 2,09) og 1,04 mg/m<sup>3</sup> (Std= 2,04). Resultatene viste varierende eksponeringsnivå for støv avhengig av

ulike arbeidsoppgaver, materialbruk og vindforhold med høyest støveksposering ved henholdsvis «utforing og innvendig bindingsverk», «benyttelse av trevirke», «benyttelse av mineralull» og «flau vind». Eksponeringsnivåene var dog ikke statistisk signifikant forskjellig fra andre arbeidsoppgaver, materialbruk eller vindforhold (signifikansnivå 0,05).

Denne kvantitative studien viser at eksponeringsnivået for respirabelt støv og inhalerbart støv for tømrere på denne byggeplassen ligger på et akseptabelt nivå, sett i forhold til grenseverdiene for støv. Resultatene anses som representative for den typen arbeid som er utført; isolering av yttervegg, isolering av innervegg, utforing og innvendig bindingsverk og dobling gips. Målingene ble utført etter at bygget var lukket og omfatter et begrenset antall arbeidsoperasjoner. Eksponeringsnivået varierte under ulike arbeidsoppgaver, hvor det mest støvende arbeidet forekom ved arbeidsoppgaven «utforing og innvendig bindingsverk». Nivået var dog ikke signifikant forskjellig fra de øvrige arbeidsoppgavene. At eksponeringsnivået for støv lå under satte grenseverdier utelukker ikke risiko for helseskade.

# ABSTRACT

The development features of the Norwegian construction industry have been characterized by complex challenges during the recent years. As Norway's second largest industry, the building industry consists of several different actors and work tasks in the same workplace, as well as a number of sources to chemical and biological exposure. Especially exposure to dust and fumes has become a great concern in the building industry, according to Arbeidstilsynet, and carpenters report to be highly exposed to organic dust. Nevertheless, there is a lack of proper measurements regarding the exposure level of dust in the Norwegian building industry. Several adverse health effects in the respiratory system are associated with prolonged exposure to dust, and motivation for implementing preventive measures increases with knowledge of the associated health risk. The purpose of this study is to determine the exposure level of dust for carpenters during various work tasks on a typical construction site, and the following main points were dealt with:

1. Review of relevant literature on various health effects linked to dust exposure in the construction industry.
2. Implementation of active full-time sampling and gravimetric analysis of inhalable and respirable dust carried out for carpenters on a building site.
3. Analysis of the variation in the exposure level of dust between workers, work tasks and material use.

All measurements were carried out at the project "Blussuvoll Allé" during the construction of a residential building located at Blussuvoll, Trondheim, with Veidekke as the builder and contractor. In total, 26 full-time measurements of respirable dust, and 26 full-time measurements of inhalable dust were carried out, after the building was closed up in week 13, 14 and 17, 2017. Through interviews of key personnel at the workplace, carpenters and the four work tasks, "insulation exterior wall", "insulation inner wall", "construction and interior joinery" and "installation gypsum" were chosen for sampling. Exposure to dust was measured by personal sampling equipment (Ametek constant flow pumps) with IOM sample holder located in the worker's breathing zone. Time weighted concentration for 8 hours shift was calculated and differences in dust exposure levels were tested using independent t-test and one-way ANOVA.

The results showed that the calculated 8-hour arithmetic mean (AM) for all full-time measurements of inhalable dust and respirable dust was 2,42 mg/m<sup>3</sup> (standard deviation= 2,09) and 1,04 mg/m<sup>3</sup> (standard deviation= 2,04) respectively. The results showed varying exposure levels for dust, depending on different work tasks, material usage and wind conditions with the highest dust exposure at respectively “construction and interior joinery”, “use of wood”, “use of mineral wool” and “light air”. However, exposure levels were not statistically significantly different from other work tasks, material use or wind conditions (significance level 0.05).

This quantitative study showed that the exposure level for respiratory dust and inhalable dust for carpenters at this building site is at an acceptable level, relative to the Norwegian occupational exposure limits for dust. The results are considered representative for the type of work performed; “insulation exterior wall”, “insulation inner wall”, “construction and interior joinery” and “installation gypsum”. The measurements were made after the building was closed up and includes a limited number of work operations. Exposure levels varied depending on different work tasks, and the dustiest work occurred during “construction and interior joinery”. However, the level was not significantly different from the other tasks. That the exposure level for dust was below the Norwegian occupational exposure limits for dust does not exclude the risk of damage to health.



# INNHALDSFORTEGNELSE

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Innledning.....                           | 1  |
| 1.1     | Bakgrunn .....                            | 1  |
| 1.2     | Byggnæringen.....                         | 2  |
| 1.3     | Avklaring og begrensninger .....          | 2  |
| 2.      | Resultat av litteraturgjennomgang .....   | 3  |
| 2.1     | Partikler .....                           | 3  |
| 2.1.1   | Fysiske karakteristikk.....               | 3  |
| 2.1.2   | Definisjoner .....                        | 4  |
| 2.1.3   | Tiltaks- og grenseverdi.....              | 5  |
| 2.2     | Luftveiseksponering i byggenæringen.....  | 6  |
| 2.2.1   | Eksposering og sykdomsrisiko .....        | 6  |
| 2.2.2   | Eksposeringsnivå i byggebransjen.....     | 8  |
| 2.2.3   | Arbeidsrelatert lungesykdom i Norge ..... | 8  |
| 2.3     | Trestøv .....                             | 12 |
| 2.3.1   | Virkning i luftveiene .....               | 12 |
| 2.3.1.1 | Karakteristiskker .....                   | 12 |
| 2.3.1.2 | Øvre luftveier .....                      | 12 |
| 2.3.1.3 | Nedre luftveier .....                     | 13 |
| 2.3.1.4 | Kreftfremkallende effekter.....           | 14 |
| 2.3.1.5 | Eksposeringsnivå av trestøv .....         | 16 |
| 3.      | Material og Metode .....                  | 17 |
| 3.1     | Beskrivelse av prøvelokaler.....          | 17 |
| 3.2     | Arbeidsbeskrivelse.....                   | 21 |
| 3.3     | Personbåret Prøvetakingsutstyr .....      | 23 |
| 3.4     | Prøvetaking .....                         | 24 |

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 3.5   | Analyse .....            | 25 |
| 3.5.1 | Dataanalyse .....        | 26 |
| 4.    | Resultater.....          | 28 |
| 4.1   | Test av homogenitet..... | 32 |
| 5.    | Diskusjon.....           | 34 |
| 6.    | Konklusjon .....         | 38 |
| 5     | Referanser.....          | 39 |
| 6     | Liste over vedlegg ..... | 43 |

# FIGURLISTE

|   |    |
|---|----|
| <i>Figur 1: Oversikt over luftveissystemet. Illustrasjon redigert fra (Blaivas and Sather, 2016)</i>  | 4  |
| <i>Figur 2: Prosentvis fordeling av totalt luftbårne partikler delt inn i inhalerbart, torakal og respirabelt fraksjon etter aerodynamisk diameter, hentet fra NS-EN 481</i>  | 5  |
| <i>Figur 3: Pasienter utredet ved arbeidsmedisinske avdelinger i 2013, delt inn etter henvisningsårsak etter symptomorgan. (Aagestad et al., 2015)</i>  | 11 |
| <i>Figur 4: Skisse over etasjeplan i fjerde etasje, slik det er planlagt å fremstå ved ferdigstilling.(Veidekke Eiendom, 2017)</i>  | 18 |
| <i>Figur 5: Lokalet i fjerde etasje mot vest ved starten av måleperioden.</i>   | 19 |
| <i>Figur 6: Skisse over etasjeplan i tredje etasje, slik det er planlagt å fremstå ved ferdigstilling.(Veidekke Eiendom, 2017)</i>  | 19 |
| <i>Figur 7: Skisse over etasjeplan i andre etasje, slik det er planlagt å fremstå ved ferdigstilling. (Veidekke Eiendom, 2017)</i>  | 20 |
| <i>Figur 8: Til venstre: Illustrasjon av kasset med foam og filter.(IOM Personal Samplers and IOM Samplers with MultiDust, n.d.) Til høyre: IOM prøveholder og kasset (deler fra høyre til venstre: frontplate, frontplate o-ring, kassettopp, filter, kassetbunn, o-ring kropp, prøveholderkropp)(Genral methods for sampling and gravimetric analysis of respirable, thoracic and inhalable aerosols, 2014)</i> | 24 |
| <i>Figur 9: Illustrasjon av hvordan prøvetakingsutstyret ble montert på arbeider.</i>   | 25 |

# TABELLISTE

|  |    |
|--|----|
| <i>Tabell 1: Oversikt over ulike luftveislidelser med beskrivelser, basert på «Faktabok om arbeidsmiljø og helse» (Aagestad et al., 2015).</i> .....   | 9  |
| <i>Tabell 2: Sammenligning av gjennomsnitt og standardavvik (SD) av PEFR i studiesubjekter sett i forhold til varighet av eksponering med trestøv.(Mohan et al., 2013)</i> .....   | 14 |
| <i>Tabell 3: Konsentrasjoner (mg/m<sup>3</sup>) av trestøv målt ved hjelp av personlig prøvetakingsutstyr i sagbruk og snekkerforretninger i varierende land. (T= totalstøv; I = inhalerbart støv; GM= geometrisk gjennomsnitt), utledet fra (Montelius et al., 2000)</i> .....  | 16 |
| <i>Tabell 4: Oversikt over hovedarbeidsoppgaver for tømmerne ved byggeprosjektet med beskrivelse av hva arbeidet gikk ut på ved Blussuvoll Allé, samt materialer benyttet under arbeidet.</i> .....  | 21 |
| <i>Tabell 5: Detaljert beskrivelse av arbeidernes oppgaver, materialbruk, etasje ved prøvetaking og prøvenummer, fra dag til dag</i> .....   | 22 |
| <i>Tabell 6: Resultat av målinger av inhalerbart og respirabelt støv for tømmerne delt inn etter arbeidsoppgave. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8-timers aritmetisk gjennomsnitt</i> .....   | 29 |
| <i>Tabell 7: Deskriptiv sammendrag av antall prøver, minimumskonsentrasjon, maksimumskonsentrasjon, aritmetisk gjennomsnitt og standardavvik fra målingene av inhalerbart og respirabelt støv. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.</i> .....  | 29 |
| <i>Tabell 8: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv for de forskjellige arbeidstakerne. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.</i> .....   | 29 |
| <i>Tabell 9: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv etter grupperte arbeidsoppgaver. «Isolering» inkluderer isolering av yttervegg og isolering av innervegger. «Annet» inkluderer dobling av gips, samt utforing og innvendig bindingsverk. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt</i> .....       | 30 |
| <i>Tabell 10: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv delt inn etter om trevirke ble benyttet under arbeidet (Ja) eller ikke (Nei). Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.</i> 31   |    |
| <i>Tabell 11: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv delt inn etter om mineralull ble benyttet under arbeidet (Ja) eller ikke (Nei). Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.</i> 31   |    |
| <i>Tabell 12: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv under ulike vindforhold. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.</i> .....   | 32 |
| <i>Tabell 13: Aritmetisk gjennomsnitt, halvparten av aritmetisk gjennomsnitt og dobbelte aritmetisk gjennomsnitt regnet ut ved hjelp av resultater fra målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv. Verdiene er til referanse for den homogene gruppen «tømmerne». Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.</i> ..... | 33 |

# FORKORTELSER/UTTRYK

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Aritmetisk gjennomsnitt</b> | Mål for sentraltendens i en populasjon. Et annet mye brukt ord er middelvei. Det regnes ut ved å summere alle verdiene og dividere på antallet verdier.  |
| <b>Eksponering</b>             | Den påvirkning en utsettes for i en gitt sammenheng. I forbindelse med miljø og arbeidsmiljø menes det den mengde av en kjemisk forurensning, stråling eller annen mulig helseskadelig belastning som en person blir utsatt for. |
| <b>Grenseverdi</b>             | Høyeste akseptable gjennomsnittskonsentrasjonen av et stoff i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode på 8 timer.  |
| <b>Hemicellulose</b>           | En gruppe av polysakkarider som forekommer i plantecellers vegger.   |
| <b>IgE</b>                     | Immunoglobulin E som i særlig grad er av betydning ved straksallergiske reaksjoner. Gir signaler om frisettelse av betennelsesfremkallende stoffer ved gjenkjennelse av allergifremkallende agens.                               |
| <b>Lignin</b>                  | En kompleks organisk polymer avsatt i celleveggene til mange planter, noe som gjør dem stive og treaktig.  |
| <b>Malignitet</b>              | Ondartet. Malignitetsutvikling er synonymt med kreftutvikling.   |
| <b>Mesoteliom</b>              | Kreft i brysthinnen, assosiert med eksponering av asbest.  |
| <b>NOA</b>                     | Nasjonal overvåkning av arbeidsmiljø og -helse   |
| <b>Prevalens</b>               | Medisinsk statistikk for å beskrive hvor mange individer i en bestemt gruppe som har en gitt tilstand eller sykdom   |
| <b>SSB</b>                     | Statistisk sentralbyrå   |
| <b>STAMI</b>                   | Statens arbeidsmiljøinstitutt  |



# 1 INNLEDNING

---

## 1.1 BAKGRUNN

Ulike statistikker indikerer at yrkesaktive innen bygg og anlegg (BA) har en viss overhyppighet av luftveisproblemer og blir eksponert for en rekke kjemiske og biologiske faktorer. Blant annet hevder Tilstandsanalyse i BA fra Arbeidstilsynet at eksponeringen gjelder særlig for støv og røyk, og at tømrere er overeksponert for organisk støv (Johannessen et al., 2013). Allikevel foreligger det svært få tilgjengelige målinger og studier i Norge som kan si noe om eksponeringsnivåene av organisk støv i byggenæringen. Eksponering for støv forekommer ved ulike arbeidsoperasjoner, eksempelvis ved saging, rivning, kapping og sliping av ulike materialer. Ved byggevirkosomhet dreier det seg om eksponering for støv fra ulike bygningsmaterialer som tre, betong, gips, mineralull og steinstøv. Langvarig eksponering for støv kan utløse kronisk sykdom i luftveiene. Både støvlungesykdom (som astma), kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS) og lungekreft kan oppstå. Disse tilstandene har lang utviklingstid og krever gjerne titalls år med eksponering før symptomene oppstår (Johannessen et al., 2013). Høsten 2016 ble temaet «Støveksponering i byggebransjen» tatt opp ved et seminar mellom representanter fra byggebransjen og HMS-faggruppen ved NTNU, hvilket la grunnlag for å belyse temaet ytterligere. Motivasjon for å gjennomføre forebyggende tiltak øker med kunnskap om helserisikoen, og informasjon er derfor meget viktig. Formålet med denne masteroppgaven er å fastslå eksponeringsnivå av støv for tømrere på en typisk byggeplass, og følgende hovedpunkter ble behandlet:

1. Gjennomgå relevant litteratur om ulike helseeffekter som er koblet til støveksponering i bygge- og anleggsnæringen.
2. Gjennomføre aktiv heldagsprøvetaking og gravimetrisk analyse av inhalerbart og respirabelt støv av tømrere på en byggeplass.
3. Analysere variasjon i eksponeringsnivå av støv mellom arbeidere, arbeidsoperasjoner og materialbruk.

## Innledning

### 1.2 BYGGNÆRINGEN

Utviklingstrekkene i den norske bygge- og anleggsnæringen har de siste årene vært preget av sammensatte utfordringer. Næringen må forholde seg til et endrende regelverk og HMS- krav samtidig som antall arbeidstakere fra nye EU-land øker. (Johannessen et al., 2013)

Foreløpige tall fra SSB viser at omlag 229 922 personer ble sysselsatt i bygge- og anleggsvirksomhet i Norge i 2015. Dette er en økning på 1,8 prosent fra foregående år og utgjør omtrent ni prosent av alle sysselsatte på landsbasis. Med andre ord er byggenæringen den nest største næringen i Norge etter olje og gass, og den største næringen på distriktsnivå. Arbeiderne er fordelt på omlag 56 553 små og store foretak, hvorav mange av bedriftene er registrert uten ansatte, eller med ti eller færre ansatte. Det er mange små aktører i næringen, og flest sysselsatte er det henholdsvis i næringen ”Spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet”(113 463 personer) etterfulgt av ”Oppføring av bygninger” (81 629 personer) og ”Anleggsvirksomhet” (16 830 personer). (SSB, 2016a, 2016b)

Et kjennetegn ved byggenæringen er at den er kompleks. Det er mange ulike aktører på samme arbeidsplass, slik som tømrere, elektrikere, rørleggere, betongarbeidere og malere, som skal inn og utføre sine spesifiserte arbeidsoppgaver. I tillegg er det varierende behov for arbeidskraft, krav om fleksibilitet, anbudskonkurranse og utstrakt bruk av underentreprenører og innleid arbeidskraft.(Johannessen et al., 2013)

### 1.3 AVKLARING OG BEGRENSNINGER

Med bakgrunn i byggenæringens kompleksitet og begrenset omfang på masteroppgave (30 studiepoeng) er det valgt å fokusere på én arbeidsgruppe på arbeidsplassen. Arbeidsgruppen ble bestemt til å være tømrere, og determinanter ble bestemt til å være inhalerbart støv og respirabelt støv.

Sett i sammenheng med tid og ressurser er oppgavens litteraturgjennomgang/teoridel begrenset. En del av kildene i oppgaven går på «Construction industry», dette er oversatt til bygge- og anleggsnæringen i oppgaven. Denne næringen inkluderer byggebransjen, men også annen anleggsdrift som tunnelkonstruksjon, vei og bro-bygging. Disse er henholdsvis vurdert som relevante for å belyse betydningen av yrkesmessig lufteksponering, da litteratursøket viste sparsomme funn på byggenæringen alene.



## 2. RESULTAT AV LITTERATURGJENNOMGANG

---

I dette kapittelet vil resultatene fra litteraturgjennomgang presenteres, først med en oversikt over generelle karakteristikk og definisjoner på partikler. Deretter presenteres resultatene som omhandler ulike helseeffekter koblet til luftveiseeksponering i bygge og anleggsnæringen og trestøv, samt eksponeringsnivå funnet i tidligere studier.

### 2.1 PARTIKLER

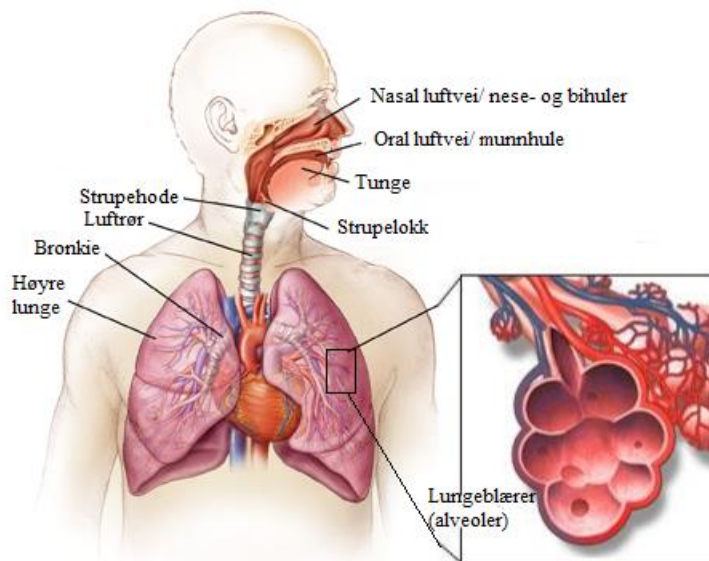
Inhalerbarte luftbårne partikler er små dråper eller faste stoffer som kan trenge inn i orale eller nasale luftveier. Disse partiklene kan være organiske eller uorganisk, synlige og ikke synlige og de varierer stort i størrelse og form. Individuelle molekyler kan være mindre enn  $0,001\mu\text{m}$  i diameter, mens de synlige støvpartiklene starter på rundt  $10\mu\text{m}$  i diameter. En samling av luftbårne partikler kalles en *aerosol*, og kan variere i form fra sfærisk, asymmetrisk formet til fibrøs (fiber er per definisjon partikler som er tre ganger lenger enn sin egen diameter). Partikler oppstår både naturlig og som resultat av menneskelig aktivitet, som ved slitasje og oppløsning av ulike materialer eller sammenslåing av mindre partikler. Partikler kan være ufarlige, eller skadelige avhengig av stoffenes iboende egenskap, eller fordi de består av giftige eller radioaktive stoffer (absorbert på dem eller oppløst i dem). Giftige metaller, kjemikalier eller radioaktive elementer er spesielt bekymringsverdige. I tillegg kan levedyktige partikler (som bakterier, sopp og sporer), partikler fra planter og trær inneholde biokjemiske aktive substanser som kan føre til skadelige effekter ved inhalasjon. (Rom & Markowitz, 2007, s.169)

#### 2.1.1 FYSISKE KARAKTERISTIKKER

Diameter, tetthet og konsentrasjon av partikler i en aerosol har betydning for deres evne til å inhaleres og trenge gjennom de øvre luftveiene og inn i de nedre luftveiene. Som vist i figur 1 består luftveiene, eller respirasjonssystemet, av en rekke organer, og det er vanlig å regne skillet mellom øvre- og nedre luftveier ved stemmebåndene i halsen. De viktigste determinantene for helserelevant eksponering er partikkeldiameter, tetthet og form. Partikkeltetthet er definert av sammensetning og aggregeringsnivå. Partikkeldiameter er mer komplisert, fordi de fleste faste partikler er uregelmessig formet og ikke egnet til direkte måling av diameter. Følgelig benyttes ofte en operasjonell definisjon av partikkeldiameter, den *aerodynamiske diameteren* ( $d_{ae}$ ), for å karakterisere den effektive størrelsen av partikler i en aerosol. Den aerodynamiske diameteren

## Resultat av litteraturgjennomgang

til et partikkel, uansett form, tilsvarer diameteren til en sfærisk partikkel med tetthet  $1\text{gcm}^{-3}$  og med samme fallhastighet som den aktuelle partikkelen (Rom & Markowitz, 2007, s.170).



Figur 1: Oversikt over luftveissystemet. Illustrasjon redigert fra (Blaivas and Sather, 2016)

### 2.1.2 DEFINISJONER

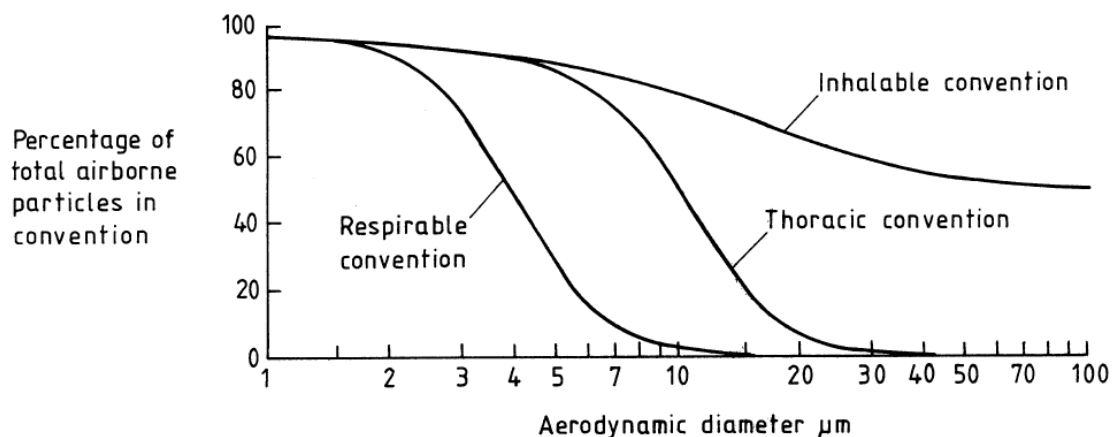
Det er mange forhold som virker inn på gjennomtrengning og avsetning i luftveiene. Selv om aerosoler karakteriseres fysisk på bakgrunn av tetthet, diameter og form, er disse forholdene ikke alene gjeldene for avsetning og helseeffekt. Det er ingen skarpe skiller hva vedgår partiklenes størrelse, og hvor langt inn i luftveiene partikler passerer. Dette avhenger blant annet av om de pustes inn gjennom nese eller munn, hastighet og retning på luftbevegelser, og pustemønster. Ved prøvetaking av aerosoler benyttes vanligvis følgende terminologi på partikkelfraksjoner (Standard Norge, 1993):

**Inhalerbart fraksjon** er massefraksjon av det totale antallet luftbårne partikler som inhaleres gjennom nese og munn. Tilnærmet vurderer man denne fraksjonen å tilsvarer partikler med aerodynamisk diameter  $\leq 100 \mu\text{m}$ .

**Torakal fraksjon** er massefraksjonen av inhalerte partikler som passerer forbi strupelokket (larynx). Tilnærmet vurderer man denne fraksjonen å tilsvarer partikler med aerodynamisk diameter  $< 30 \mu\text{m}$ .

**Respirabel fraksjon** er massefraksjonen av inhalerte partikler som trenger inn til bronkiolene og lungeblærene. Tilnærmet vurderer man denne fraksjonen til å tilsvare partikler med en aerodynamisk diameter  $< 10 \mu\text{m}$ .

Fraksjonene er originalt definert med formler som beskriver andelen som inngår i de ulike fraksjonene, som funksjon av aerodynamisk diameter. I figur 2 ser vi prosentandelen i de respektive fraksjonene.



Figur 2: Prosentvis fordeling av totalt luftbårne partikler delt inn i inhalerbart, torakal og respirabelt fraksjon etter aerodynamisk diameter, hentet fra NS-EN 481

Prøvetakere for støv er designet for å samle opp de forskjellige størrelsesfraksjonene inhalerbart fraksjon, torakal fraksjon og respirabel fraksjon.

### 2.1.3 TILTAKS- OG GRENSEVERDI

Fastsatte grenseverdier for forurensninger i arbeidsatmosfæren er den høyeste akseptable gjennomsnittskonsentrasjonen av et stoff i pustesonen til en arbeidstaker i en fastsatt referanseperiode på 8 timer. Grenseverdiene er satt med hensyn for å beskytte arbeiderene mot sykdom og er juridisk bindende, i midlertidig kan følsomheten variere mellom ulike individer og det kan ikke utelukkes at personer som eksponeres for nivåer nær eller under grenseverdi, kan få helseskader eller ubehag (Arbeidstilsynet, 2008, s. 6). For nærmere omtale vises til Arbeidsdepartementets forskrift om tiltaks- og grenseverdier (best nr. 704).

## Resultat av litteraturgjennomgang

Etter forskrift om tiltaks- og grenseverdier ligger grenseverdien for respirabelt støv på 5 mg/m<sup>3</sup>. Det er ingen fastsatt grenseverdi for inhalerbart støv i Norge, men i Sverige er grenseverdien satt til 10 mg/m<sup>3</sup>, hvilket er samme nivå som fastsatt grenseverdi for totalstøv i Norge. (Arbeids- og sosialdepartementet, 2011; Arbetsmiljöverket, 2015)

## 2.2 LUFTVEISEKSPONERING I BYGGENÆRINGEN

En av de mest kjente miljøfaktoren knyttet til helseproblemer i luftveiene, som vedvarende forsnerving av bronkiene, er tobakksrøyk. Andre viktige risikofaktorer som kan oppstå i arbeidssituasjonen inkluderer eksponering av støv, kjemikalier og forurenset av luft innendørs og ute. Yrker der arbeideren eksponeres for disse risikofaktorene kan derfor forårsake eller medvirke til utviklingen av luftveisproblemer (Tüchsen et al., 2012). Disse faktorene er ikke mulig å unngå på samme måte som tobakksrøyk. Flere studier har hatt som mål å identifisere den yrkesbetingede risikoen for luftveissykdommer forårsaket av eksponeringer i arbeidslivet. I dette kapittelet er fokuset rettet mot luftveiseksponering i byggenæringen, for å vise trender og om det er mulig å trekke slutninger om helserisiko forbundet med de respektive yrkene.

### 2.2.1 EKSPONERING OG SYKDOMSRISIKO

I 1991 ble forholdet mellom yrkesbetinget luftveiseksponering og luftveissymptomer og astma undersøkt i en generell befolkning i Hordaland i Norge (Bakke et al., 1991). Ved hjelp av spørreskjema ble sammenheng mellom arbeidsrelatert luftforurensningseksponering og luftveissymptomer kartlagt i befolkningen (n=4992). 29 prosent av befolkningen rapporterte å vært eksponert for arbeidsrelatert støv og gass og studien indikerte at luftveislidelser (morgenhoste, kronisk hoste, slim når hoste, kortpustethet ved trening, sporadisk hvesing og astma) var forbundet med yrkesmessig luftbåren eksponering for gass og støv. Odds ratio for eksponerte varierte fra 1,6 til 1,9 sammenlignet med ueksponerte. Studien så ikke på hvilket yrke befolkningen hadde, og er derfor ikke konkluderende for arbeidstakere i byggenæringen, men regnes likevel som relevant for sammenheng mellom luftveislidelser og yrkesmessig eksponering for støv og gass.

Flere studier med fokus på byggenæringen støtter hypotesen om at arbeidere i byggebransjen har økt risiko for luftveisproblemer. En studie av svenske arbeidstakere (n= 200 735) i bygge- og anleggsnæringen viste at arbeidstakere eksponert for luftbårne forurensninger på jobb hadde

økt dødelighet grunnet KOLS (relativ risiko (RR)=1,12, 95% CI: 1,03 -1,22). Den eksponerte kohorten inkluderte yrkesmessig eksponeringer fra uorganisk støv, gass, irretanter, røyk og trestøv, og ble sammenlignet med en ueksponert kontrollgruppe (n= 116 894). Med unntak av eksponering for trestøv viste samtlige eksponeringsgrupper å ha økt dødelighet grunnet KOLS. Statistisk signifikans ble observert i gruppen eksponert for uorganisk støv (RR= 1,16, 95% CI: 1,05-1,28) og røyk (RR= 1,22, 95%CI: 1,04-1,42), og høyest risiko for dødelighet grunnet KOLS fant man hos de ikke-røykende arbeiderene (RR= 2,11, 95%CI: 1,43-3,00) (Bergdahl et al., 2004, s. 402-406). Dette korresponderer med funnene Robinson et al. observerte i deres studie om dødelighet (PMR) blant 27,362 amerikanske tømrere i bygge- og anleggsnæringen. Studien viste at mannlige tømrere hadde moderat økt dødelighet grunnet lungekreft og emfysem (Robinson et al., 1996, s. 674-694). I en tverrsnittundersøkelse over yrkesmessig eksponering og luftveissymptomer blant medlemmer i det nederlandske overvåkningsprosjektet på risikofaktorer for kroniske sykdommer (n= 1104), fant man også en forhøyet risiko for kronisk bronkitt hos bygg og anleggsarbeidere (OR=3,38, 95%CI: 1,02-11,27) (Vermeulen et al., 2002). Her regnet man eksponering for støv, kvart, asbest og mineralfiber som sannsynlige risikofaktorer.

Gjennom å se på antall sykehusinnleggelser for arbeidere i byggenæringen koblet til kronisk sykdom i nedre luftveier over tid, viser trenden at luftveisplager avtar. Dette bekrefter Tüchsen et al. i sin longitudinelle studie fra Danmark (Tüchsen et al., 2012). Gjennom å se på spesifikke yrker innen byggebransjen (murere, tømrere, elektrikere, malere, rørleggere) i tre tidsperioder på 30 år, konkluderte studien med at antall arbeidere lagt inn på sykehus avtok. Dog avtok antall innleggelser i kohorten for alle økonomisk aktive menn i høyere grad enn for arbeidere i byggebransjen.

Selv om flere studier indikerer en sammenheng mellom luftveissykdom og eksponeringer i byggenæringen, er flere av resultatene i studiene ikke statistisk signifikant forhøyet. Det ser vi blant annet i Rothenbacher et al. (1997)sin studie av tyske arbeidere (n=4958) i bygge- og anleggsnæringen. Her ble det funnet en tendens av ikke signifikant forhøyet forekomst av kronisk sykdom i luftveiene i bygge- og anleggsnæringen, ved sammenligning av arbeidere i hvitsnipp-yrker (kontorarbeidere).

## **2.2.2 EKSPONERINGSNIVÅ I BYGGEBRANSJEN**

Det foreligger svært få tilgjengelige eksponeringsmålinger og studier i Norge, som kan si noe om eksponeringsnivåene for støv i byggebransjen. Men i 2004 målte Arbeidsmiljøverket i Sverige støvkonsentrasjoner ved 20 arbeidsplasser som utførte renoveringsarbeid av badrom og kjøkken. Resultatene viste at arbeidet ofte overskred grenseverdiene for respirabelt- og totalstøv, dette gjaldt 64 prosent av målingene på respirabelt støv, 65 prosent av målingene på totalstøv og 53 prosent av målingene på inhalerbart støv. Resultatene varierte med konsentrasjoner mellom 1,00-176,00 mg/m<sup>3</sup> for inhalerbart støv, 1,00-107,00 mg/m<sup>3</sup> for totalstøv og <1,00 – 9,50 mg/m<sup>3</sup> for respirabelt støv. (Norén, 2005)

Det er også gjort målinger på totalstøv og respirabelt støv blant tømrere og renoveringsarbeidere i Danmark. Blant tømrerne ble det utført totalt 38 målinger på totalstøv og 25 på respirabelt støv under 7 ulike arbeidsoperasjoner (installasjon av gips, tak, gulv, vinduer og dører, isolasjon, trearbeid og «annet arbeid») ved hjelp av personbåret prøvetakingsutstyr. Resultatet viste et geometriske gjennomsnitt på 1,26 mg/m<sup>3</sup> for totalstøv, med laveste konsentrasjon på 0,08 mg/m<sup>3</sup> ved installasjon av stålmateriale og høyeste konsentrasjon på 8,40 mg/m<sup>3</sup> ved oppsett av bjelker. Kalkulert gjennomsnitt for heldagseksponering for totalstøv lå på 1,07 mg/m<sup>3</sup>. For respirabelt støv lå det geometriske gjennomsnittet på 0,27 mg/m<sup>3</sup>. Nivåene varierte og minimumskonsentrasjonen var under deteksjonsgrensen ved trearbeid, og maksimumskonsentrasjonen på 1,50 mg/m<sup>3</sup> ble målt ved installasjon av gips. Kalkulert gjennomsnitt for heldagseksponering for respirabelt støv lå på 0,16 mg/m<sup>3</sup>. Ingen av de individuelle kalkulerte heldagsmålingene for totalstøv (0,04 til 3,27 mg/m<sup>3</sup>) og respirabelt støv (0,01 til 0,33 mg/m<sup>3</sup>) overskred grenseverdiene. (Kirkeskov et al., 2016)

## **2.2.3 ARBEIDSRELATERT LUNGESYKDOM I NORGE**

Gjennom Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) sin satsing om arbeidsmiljø og –helse, har Nasjonal overvåking av arbeidsmiljø og –helse (NOA) blitt opprettet. Ved hjelp av utvikling og forbedring av registre og datakilder ble det i 2015 utgitt en tredje «Faktabok om arbeidsmiljø og helse», som gir et samlet bilde på status og trender innen arbeidsmiljø og helse i Norge. Dette avsnittet vi gi en kort oversikt over trender og utfordringene koblet til byggebransjen og lungesykdommer i Norge basert på NOAs og STAMIs datakilder.

Overordnet er luftveisplager avtakende både som antatt resultat av yrkesmessig eksponering og generelt i den norske befolkningen. I perioden 2000-2006 lå andelen med luftveisplager på mellom åtte og ni prosent, mens den i 2013 lå på fem prosent. Allikevel oppgav om lag 17500 yrkesaktive i 2013 å ha luftveisplager som var helt eller delvis grunnet forhold på arbeidsplassen. Videre viser trenden at det er små forskjeller mellom kvinner og menn, og at plagene øker med alder og avtar med økende utdanningsnivå. NOA deler plager i luftveiene i følgende fire grovfordelinger vist i tabell 1; Luftveisplager, Astma, KOLS og Asbestrelatert kreft (Aagestad et al., 2015).

Tabell 1: Oversikt over ulike luftveislidelser med beskrivelser, basert på «Faktabok om arbeidsmiljø og helse» (Aagestad et al., 2015).

| Luftveislidelse                     | Beskrivelse   |
|-------------------------------------|---|
| Luftveisplager                      | En samlebetegnelse på enhver tilstand i luftveiene som avviker fra normaltilstand. Dette inkluderer forbigående og kroniske plager som hoste, tetthet, piping i brystet og KOLS.  |
| Astma                               | En kronisk betennelsestilstand i luftveiene som gjør de overfølsomme ovenfor ulike faktorer som støv, kulde, røyk, sterke lukter og anstrengelser. Anfall med hoste og pustebæsvær kan utløses av faktorer luftveiene er overfølsomme ovenfor.  |
| KOLS                                | Kronisk obstruktiv lungesykdom, kjennetegnes ved varig nedsatt lungefunksjon der luftveiene er trange og det er tungt å puste. KOLS er en samlebetegnelse for kronisk bronkitt og emfysem med tilhørende luftstrømsobstruksjon. Disse tilstandene forekommer ofte samtidig og lar seg vanskelig atskille. |
| Asbestrelatert kreft/<br>mesoteliom | Brysthinnekreft, en sjelden kreftsykdom hvor om lag 70 prosent av tilfelle kan tilskrives asbesteksponering. Mesoteliom har lang latenstid fra eksponering til det oppstår kreft (30-40 år).  |

## Resultat av litteraturgjennomgang

Andelen av yrkesaktive innen bygge- og anleggsvirksomheten som oppgav å være litt eller mer plaget av luftveisplager lå i 2013 over gjennomsnittet<sup>1</sup> (5 prosent), med en andel på 8,6 prosent totalt. Av disse var 2,1 prosent oppgitt å være arbeidsrelatert, noe som er tre ganger høyere enn landsgjennomsnittet (0,7 prosent) (Aagestad et al., 2015).

Data som omhandler pasientregistrerte yrkesaktive som ble behandlet for astma i perioden 2008-2010 avdekker imidlertid at tømrere og trearbeidere ligger noe under gjennomsnittet, med 4 tilfeller per 1000 yrkesaktive. Det vil si 0,1 promille under gjennomsnittet (Aagestad et al., 2015).

På den andre siden viser de samme dataene at rørleggere og bygghåndverkere, samt tømrere og trearbeidere ligger over gjennomsnittet når det kommer til antall yrkesaktive som er behandlet for KOLS. Med henholdsvis 1,2 promille og 1,1 promille sett opp mot gjennomsnittet på 0,7 promille. Med andre ord viser et sammenfallende mønster knyttet til opphoping av luftveisplager i byggebransjen, dette på tross av at det er problematisk å generere standardiserte data for én yrkesgruppe. (Aagestad et al., 2015)

Innånding av støv, røyk, kjemikalier og andre potensielt helseskadelige stoffer fra arbeidsatmosfæren kan forårsake nevnte helseplager og sykdommer, dataene fra 2013 viste at 59 prosent av byggarbeidere oppgir å innånde støv, røyk eller eksos i sin arbeidssituasjon. Dette er over dobbelt så høyt som gjennomsnittet på 26 prosent. Selv om alvorlig sykdom som følge av arbeidsrelatert eksponering relativt sett ikke rammer så mange, er det i dette tilfellet klart at høy andel rapporterte risikofaktorer sammenfaller med høy andel rapporterte luftveisplager og KOLS. NOA påpeker at forebygging på dette området og den samfunnsøkonomiske betydningen ofte undervurderes, med tanke på hvor alvorlig helseutfallene kan være med omfattende påfølgende tap av arbeids- og leveår, og store utgifter knyttet til behandling. (Aagestad et al., 2015)

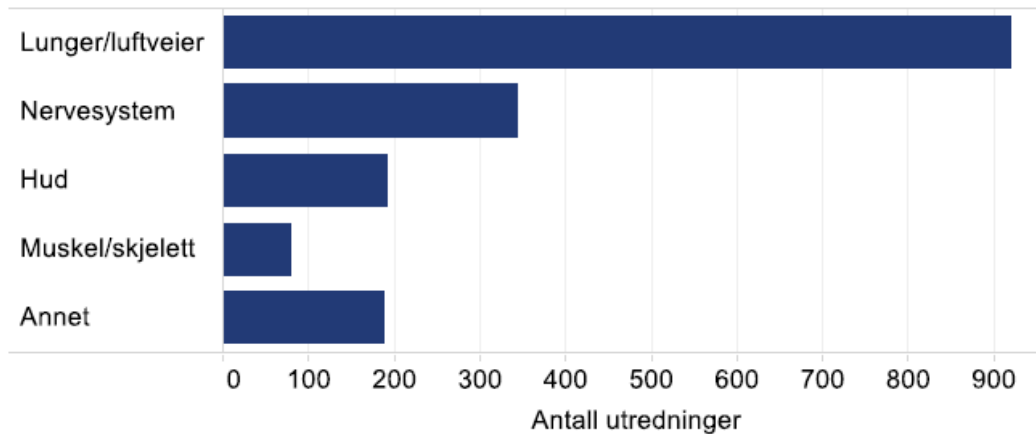
I Norge finnes det seks arbeidsmedisinske avdelinger, og i 2009 ble det opprettet en nasjonal, anonym oversikt over alle pasienter som blir utredet her. Som figur 3 viser er det flest som utredes for plager i lunger og luftveier. Over halvparten av sakene oppgav lunger/luftveier som primært symptomorgan i 2013, og pasientene ble diagnostisert med luftveissykdom (525 saker),

---

<sup>1</sup> Gjennomsnittene refererer til landsgjennomsnittet av alle yrkesaktive i Norge rapportert i Statens arbeidsmiljøinstituttets kartlegging av arbeidsmiljø og helse.



astma, KOLS, lungekreft og mesoteliom (kreft i brysthinnen). Selv om det er en begrenset pasientgruppe, gir statistikken et bilde på hvilke tilstander som blir utredet, og i 18 prosent av de registrerte tilfellene var irriteranter/allergener oppgitt som viktigste eksponering etterfulgt av asbest, toksiske gasser og røyk og annet uorganisk støv. (Aagestad et al., 2015)



Figur 3: Pasienter utredet ved arbeidsmedisinske avdelinger i 2013, delt inn etter henvisningsårsak etter symptomorgan. (Aagestad et al., 2015)

Til tross for at asbest har vært forbudt siden 1980-tallet, regnes dette som en av de hyppigste eksponeringene pasientene utredes for. Dette skyldes at det er lang latenstid for utvikling av kreft. Alle tilfellene ble vurdert om de var relatert til arbeid eller ikke, samlet for 2013 ble hoveddiagnosen vurdert å være sannsynlig arbeidsrelatert i 43 prosent av sakene, 26 prosent var mulig arbeidsrelatert og 32 prosent var lite eller ikke sannsynlig arbeidsrelatert. Totalt 48 prosent av sakene som gjaldt håndverkere ble hoveddiagnosen vurdert som sannsynlig arbeidsrelatert. (Aagestad et al., 2015)

I tillegg til oversikten fra landets arbeidsmedisinske avdelinger er enhver lege som gjennom sitt arbeid får kunnskap om at en arbeidstaker lider av en yrkessykdom, pålagt å registrere dette i Arbeidstilsynets register for arbeidsrelaterte sykdommer (RAS) (Jmf. Arbeidsmiljøloven § 5-1). Selv med dette lovpålagte kravet antas det at det er en kraftig underrapportering angående arbeidsrelaterte sykdommer, da mindre enn 5 prosent av norske leger melder fra til Arbeidstilsynet. Denne dataen kan derfor normalt ikke benyttes til å trekke kvantitative slutninger, eller sammenlikne mengder fra år til år (Arbeidstilsynet, n.d.).

## 2.3 TRESTØV

En av materialene som i stor grad benyttes ved konstruksjon av bygg er trevirke. Gjennom blant annet saging, pussing og montering av trevirke vil arbeideren eksponeres for trestøv i en eller annen form. Det er påvist at trestøv kan øke risikoen for visse typer kreft og medføre helseproblemer. Disse helseproblemene inkluderer lokalirritasjon, overfølsomhet og ulike allergiske reaksjoner (type I, type III, type IV). Dette påvirkes av følgende forhold:

1. Mengden og partikkelstørrelsen av innåndet støv.
2. Trestøvetts kjemiske egenskaper i seg selv.
3. Innholdet av kjemikalier tilsatt for å unngå insektangrep og muggvekst.
4. Vekst av mikroorganismer på treoverflaten eller i trestøv/ flis.

Vanligvis deles trestøv inn i to typer; myke tresorter og harde tresorter. Det er antatt at harde tresorter medfører størst risiko for sykdomsutvikling, men også de myke tresortene er betraktet som kreftfremkallende. Den respirable fraksjonen fra støv fra harde tresorter er vanligvis større enn ved myke tresorter. Harde tresorter inkluderer blant annet løvtrær, tropiske tresorter, bjørk, eik, ask og kirsebær. Myke tresorter inkluderer nordiske treslag og nåletrær som gran, furu og lerk (Arbeids- og sosialdepartementet, 2011; Levy, 1985; Montelius et al., 2000)

### 2.3.1 VIRKNING I LUFTVEIENE

#### 2.3.1.1 *Karakteristiskker*

Størrelsen på trepartikler generert under bearbeiding avhenger av trevirke, vanninnhold og metode. Hovedsakelig består tre av cellulose, hemicellulose og lignin, men trevirke benyttet til konstruksjon av bygg kan være tilsatt andre stoffer og løsemidler. I tillegg finner man ofte andre stoffer som olje, harpiks, muggsopp og lav. (Bøhmer and Aarnes, 2017; Montelius et al., 2000)

#### 2.3.1.2 *Øvre luftveier*

Øvre luftveier, som neselimplinnen og svelget, påvirkes av de middels store partiklene (10-100 µm). Dette fører som oftest til lokalirritasjon, lett hoste og tørrhet i neselimplinnen, og kan potensielt nedsette slimtransporten. Langvarig gjentatt påvirkning kan gjøre irritasjon av slimhinnen irreversibel, og føre til tilstand av kronisk bronkitt eller KOLS. Hyperreaktive og overfølsomme slimhinner kan gi astmalignende symptomer som pipende pust og åndrettsbesvær, og for personer som er disponert for å reagere allergisk kan trestøv føre til

immunologisk reaksjon. Det kan på sin side føre til allergisk rhinitt (nesekatarr) og allergisk astma. Allergiske reaksjoner av denne typen kan føre til akutt åndenød, men også forsinket astmatisk reaksjon 4-8 timer etter eksponering for støvet, noe som vanskeliggjør koblingen av eksponering og den allergiske reaksjonen (Levy, 1985).

I en studie av danske trearbeidere i møbelfabrikker som hovedsakelig arbeidet med furu og bøk ble 2481 personer evaluert med hensyn til astma og rhinittstatus ved hjelp av spørreskjemaer og blodprøver. Målte eksponeringsnivåer av inhalerbart støv rangerte fra 0,37 til 1,61 mg/m<sup>3</sup> i 1997-1998, og 0,28 til 0,91 mg/m<sup>3</sup> i 2003-2005. Utbredelsen av luftveissymptomer var høyere for trearbeidere enn referansegruppen (n= 276) som besto av arbeidere på fabrikker som produserte kjøleskap og høreapparat. Blodprøveresultatene fra trearbeiderne viste at 1,7 prosent var sensibilisert for furu og 3,1 prosent for bøk, men det ble ikke funnet forskjeller i sensibiliseringshastighet i forhold til referansegruppen (Schlünssen et al., 2011).

### *2.3.1.3 Nedre luftveier*

Respirabelt støv under 10-5 µm kan trenge ned i de dypeste luftveiene, helt ned til lungeblærene. En sjelden konsekvens av stadig innånding av denne typen støv er allergisk alveolitt. Denne tilstanden er et resultat av at allergener eller muggsopp sporer i trestøvet fører til en immunologisk reaksjon og dannelse av antistoffer (IgG). Ved senere eksponering av samme type trestøv, vil kroppen kjenne igjen stoffet som en trussel og sette i gang en immunrespons. Symptomene kan likne lungebetennelse, med frostanfall, hodepine, muskel- og leddsmerter, hoste og tungpust, men antibiotika vil ikke føre til raskere bedring (Levy, 1985).

Mohan, Aprajita & Panwar (2013) undersøkte effekten trestøv hadde på respiratorisk helse for tømrere. Ved å måle maksimal strømningshastighet ved utpusting (PEF) hos ikke-røykende tømrere (n=150) fant man at gjennomsnittlig PEF lå på 393,00 liter/minutt. Dette var signifikant lavere verdi enn kontrollgruppen (n=150), som hadde en gjennomsnittlig PEF på 485, 53 liter/minutt (t=16,44, p= <0,01). Sett i forhold til kontrollgruppen viste samtlige kategorier (alder, høyde, vekt, kroppsoverflate) at gruppen med tømrere hadde signifikant nedsatt PEF. Det ble også observert en signifikant nedgang (p<0,01) i PEF jo lenger subjektene hadde vært eksponert for trestøv, vist i tabell 2. (Mohan et al., 2013).

## Resultat av litteraturgjennomgang

Tabell 2: Sammenligning av gjennomsnitt og standardavvik (SD) av PEFr i studiesubjekter sett i forhold til varighet av eksponering med trestøv.(Mohan et al., 2013)

| Gruppenr. | Varighet av eksponering (år) | Ant. subjekter | Intervall av PEF (liter/min) | Gjennomsnitt + SD av PEF (liter/min) |
|-----------|------------------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 1         | 1-5                          | 50             | 300-490                      | 430,80 + 39,48                       |
| 2         | 6-10                         | 77             | 300-490                      | 385,16 + 47,61                       |
| 3         | 11-15                        | 23             | 300-390                      | 340,43 + 26,54                       |

Baran, Swietlik & Teul (2009) sin studie av 70 arbeidere ansatt i yrker i trebearbeidingsindustrien konkluderte med at trestøv trolig ikke fører til signifikant skade på lungene. Ved hjelp av røntgen av brystet og spirometri fant de ingen obstruktive mønster, men resultatet viste at nesten halvparten av arbeiderne hadde PEF under 80 prosent av normen. Arbeiderne med lang arbeidserfaring hadde lavere absolutte verdier på spirometri-parametere, enn deres kolleger med kortere erfaring, men det ble ikke funnet statistisk signifikant forskjell mellom disse to variablene.

Lærlinger i møbelindustrien i Spania (n=46) gjennomførte en spørreundersøkelse angående yrkesmessig eksponering og symptomer, samt spirometri og prikketest for aeroallergener for 14 tresorter. Gjennomsnittlig eksponeringstid for trevirke var 41,4 måneder, men trestøvkonsentrasjonene ble ikke rapportert. 54 prosent av arbeidere rapporterte om arbeidsrelaterte luftveissymptomer ved eksponering for trestøv. To av arbeiderne hadde spesifikk sensibilisering til furu og oliventre, og totalt IgE var signifikant lavere i symptomatiske lærlinger versus asymptotiske lærlinger (p= 0,01). Ingen signifikant forskjell ble funnet når det gjaldt eksponeringstid, alder, røyking eller tidligere luftveissymptomer (Campo et al., 2010). (Standard Norge, 1995)

### 2.3.1.4 Kreftfremkallende effekter

Kreftutvikling kan være et fatalt resultat av langvarig innånding av trestøv over mange år. Dette inkluderer blant annet kreft som utgår fra kjertelceller i nese og nesens bihuler, plateepitelkarsinom utgående fra slimhinner, kreft i kjevebihulene og kreft i strupen eller lungene. Det er identifisert en rekke mulig kreftfremkallende kjemikalier i enkelte typer trestøv,

dette inkluderer aldehyder, benzokinoner og biologisk aktive kjemikalier som tilsettes trevirke (Levy, 1985).

Vallières, Pintos, Parent & Siemiatycki (2015) ønsket å kartlegge effekten en livslang eksponering for trestøv i ulike yrkessettinger hadde på risiko for lungekreft. Ved hjelp av intervjuer og evaluering fra eksperter i yrkeshygiene ble to populasjonsbaserte case-kontroll studier utført, der den første inkluderte 857 case og 1882 kontroller (både populasjon og kreftkontroller). Den andre studien tok for seg 763 case og 894 kontroller. Resultatet viste at når trestøveksponerte arbeidere ble kombinert var det ingen klar assosiasjon mellom trestøv og lungekreft, men det ble funnet en trend for at gruppene med økende eksponering for trestøv hadde økt risiko for lungekreft i Studie I (OR= 1,4, 95% CI: 1,0 til 2,0) og Studie II (OR= 1,7, 95% CI: 1,1 til 2,7). Byggenæringen, tømrere og møbelindustri var de hyppigst utsatte yrkesgruppene i denne studien.

Ved å følge opp dødeligheten blant 362 823 menn som deltok i en den amerikanske kreftforeningens kreftforebyggings studie over 6 år fant Stellman et al. en liten, men signifikant forhøyet risiko for alle dødsårsaker (RR= 1,77, 95% CI: 1,11 til 1,24) og totale maligniteter (RR= 1,17, 95% CI: 1,05 til 1,30) blant trearbeidere. Blant menn som rapporterte eksponering for trestøv, var det en forhøyet risiko for total dødelighet (RR= 1,07, 95% CI: 1,03 til 1,11), totale maligniteter (RR= 1,08, 95% CI: 1,01 til 1,15) og lungekreft (RR= 1,17, 95% CI: 1,04 til 1,31). Blant trearbeidere ble det observert en signifikant trend (P = 0,02) av økende risiko for lungekreft med økende eksponeringsvarighet. En uventet, signifikant økt dødelighet fra prostatakreft ble observert i både trearbeidere og treeksponerte. (Stellman et al., 1998)

Gjennom en systematisk gjennomgang og meta-analyse av eksisterende studier mellom 1957 og 2013 som vurderte koblingen mellom yrkesmessig trestøveksponering og ulike typer kreft, fant Alonso-Sardón et al. (2015) lav til moderat bevis som støtter denne årsakssammenhengen. Analysen inkluderte 42 studier, hvorav 22 fokuserte på kreft i nese, 11 fokuserte på lungekreft og 9 fokuserte på andre typer kreft. Resultatet viste en signifikant sammenheng mellom yrkesmessig eksponering for trestøv og risiko for utvikling av kreft i nese, og angir lav til moderat kvalitet i bevis for at trestøv opptrer som et karsinogen. En lavere sammenheng mellom trestøveksponering og lungekreft ble observert. Studien angir flere begrensninger både i egen og analyserte studier. Begrensningene ble blant annet rettet mot studiedesign, da det ikke er tatt hensyn til andre yrkesmessige faktorer og røyking.

## Resultat av litteraturgjennomgang

### 2.3.1.5 Eksponeringsnivå av trestøv

Ulike nivå av trestøveksponering målt i ulike land og studier er presentert i tabell 3 (Montelius et al. 2000). Blant studiene som er representert er blant annet en dansk studie fra 1993 hvor det ble målt eksponering ved 200 store tre- og møbelindustrier. Målingene av arbeiderne (n= 752) ble utført ved hjelp av personlig støvmålere under ulike arbeidsoperasjoner. Resultatet viste at manuell sliping genererte den høyeste konsentrasjonen av totalstøv, med et geometrisk gjennomsnitt på 3,71 mg/m<sup>3</sup> og relativt høye konsentrasjoner ved en kombinasjon av krysskjæring og overflatesliping (GM= 1,42- 1,68 mg/m<sup>3</sup>) (Vinzents & Laursen, 1993).

En av studiene fra Sverige tok for seg 48 arbeidere ved fire forskjellige sagbruk og eksponering for trestøv fra furu. Resultatet for totalstøv varierte med nivåer på 0,1 til 1,1 mg/m<sup>3</sup> og et geometrisk gjennomsnitt på 0,3 mg/m<sup>3</sup> (Eriksson et al., 1996). Dette er svært forskjellig fra den danske studien, og viser at målinger kan variere stort fra studie til studie.

Tabell 3: Konsentrasjoner (mg/m<sup>3</sup>) av trestøv målt ved hjelp av personlig prøvetakingsutstyr i sagbruk og snekkerforretninger i varierende land. (T= totalstøv; I = inhalerbart støv; GM= geometrisk gjennomsnitt), utledet fra (Montelius et al., 2000)

| Land                 | Område              | Støvtype                        |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|
| Sverige (1996, 1997) | 0,10- 4,60 (T)      | Myke tresorter                  |
| Sverige (1997)       | 0,10- 7, 30 (T)     | Myke tresorter, Harde tresorter |
| Danmark (1993)       | 0,51- 3,71 (T) (GM) | Myke tresorter, Harde tresorter |
| England (1991)       | 0,30- 55,20 (I)     | Myke tresorter, Harde tresorter |
| Nederland (1995)     | 0,82- 9,79 (I) (GM) | Ikke rapportert                 |
| Canada (1994)        | <0,08- 52,00 (T)    | Myke tresorter                  |

### 3. MATERIAL OG METODE

---

Mellom 28. mars og 28. april ble byggeplassen besøkt, og målinger på støveksposering ble gjennomført. På forhånd var nøkkelpersoner på arbeidsplassen intervjuet for å identifisere de vanligste arbeidsoppgavene, hvilket arbeid som opplevdes støvende samt kartlegge når målingene var gjennomførbare. Ut ifra denne kartleggingen ble målingene utelukkende gjennomført på tømrere som utførte følgende arbeidsoppgaver: isolering av yttervegg, isolering innervegg, utforing og innvendig bindingsverk og montering av gipsplater (dobling gips). Målingene ble utført innendørs, da bygget var ansett som lukket, på grunn av variasjoner som kan forekomme av endrede vær- og vindforhold. Eksposeringen ble målt ved hjelp av aktiv prøvetaking med personbåret prøvetakingsutstyr etter retningslinjer skissert i NS-EN 689 (Veiledning for vurdering av eksponering for kjemiske stoffer ved innånding og målestrategi for sammenligning med grenseverdier)(Standard Norge, 1995). Dagene for prøvetaking ble valgt ut i samarbeid med entreprenøren og arbeidere, etter når arbeidsoppgavene ble utført og det var tilgjengelig arbeidere på arbeidsplassen.

#### 3.1 BESKRIVELSE AV PRØVELOKALER

Prosjektet der prøvetakingen tok sted var et boligprosjekt med navn «Blussuvoll Allé» lokalisert fremst på Blussuvoll der Singsaker møter Tyholt og Berg i Trondheim kommune. Prosjektet besto av bygging av i alt 73 leiligheter fordelt over tre leilighetsblokker, kalt «Hus L», «Hus H» og «Hus S», se vedlegg A for illustrasjon av plantegning. Byggeprosjektet hadde oppstart høsten 2016 med planlagt ferdigstilling april 2018. Hus S skulle bygges først, hvor på Hus L og Hus H ble påbegynt først da Hus S var lukket. Byggherre var Veidekke Bolig AS, entreprenør Veidekke entreprenør AS og arkitekt EntilEn Arkitekter AS.

Målingene ble utført under bygging av Hus S som var den minste blokken med elleve leiligheter fordelt på fire etasjer. Lokalenes utforming varierte fra dag til dag, da nye konstruksjoner som bindingsverk og vegger ble konstruert underveis, og prøvetakingen tok sted i varierende etasjer.

Bygget var fundamentert på bunnplate, med bæring i stål/betong og dekker i plaststøpt/prefabrikkert betong. Bærende vegger er utført i betong, yttervegger i isolert bindingsverk og innervegger i bindingsverk, gips- /finerplater og isolasjon er konstruert til å ivareta krav til brann og lyddemping.

## Material og Metode

Tømmerne startet arbeidet i fjerde etasje, og jobbet seg nedover i bygget etter hvert som arbeidet ble ferdigstilt. Ved begynnelsen av måleperioden var lokalene i samtlige etasjer kledd med yttervegger i trevirke, ett lag med isolasjon og plast, vinduer og terrassedører.

Som vist i figur 4 var fjerde etasje det største prøvelokale med et bruksareal på 144,4 m<sup>2</sup>, dette lokalet skulle bli én leilighet og var ikke avgrenset med betongvegger på samme måte som lokalene i etasjene under. Figur 5 viser at det sto diverse materialer til bindingsverk og isolasjon, samt sirkelsag og kuttebenk til isolasjon fremme i lokalet. Ellers fremsto lokalet som et åpent rom. Underveis i måleperioden kom bindingsverk, isolasjon og vegger i finer og gips opp i lokalet.

Det var ingen aktiv ventilasjon i lokalet i fjerde etasje. En av utgangene til terrassen, markert med rød pil på figur 4, hadde ikke montert terrassedør og var dekket med plast. I uke 13 ble varmluft pumpet gjennom et rør i denne terrasseåpningen, mens det i de etterfølgende ukene var plassert en varmpumpe med tre utganger plassert innenfor døra til trapperommet. Annen luftgjennomstrømning foregikk gjennom utettede karmen og terrasseutganger.



Figur 4: Skisse over etasjeplan i fjerde etasje, slik det er planlagt å fremstå ved ferdigstilling. (Veidekke Eiendom, 2017)





Figur 5: Lokalet i fjerde etasje mot vest ved starten av måleperioden.

I lokalene i etasjene under (tredje, andre og første) var badekabin montert, og rommene fremsto som åpne sett bort ifra materialer og verktøy til isolasjon og bindingsverk. Dette ble flyttet på, etter hvilket rom arbeidet foregikk.

Tredje etasje besto av tre rom med bruksareal på henholdsvis 78,7m<sup>2</sup>, 86,6 m<sup>2</sup> og 78m<sup>2</sup>, som vist i figur 6. En varmepumpe påkoblet tre rør pumpet tidvis varm luft inn i hver av de tre rommene.



Figur 6: Skisse over etasjeplan i tredje etasje, slik det er planlagt å fremstå ved ferdigstilling.(Veidekke Eiendom, 2017)

## Material og Metode

Andre etasje besto av fire rom med bruksareal på henholdsvis 60,9m<sup>2</sup>, 42,4m<sup>2</sup>, 42,2m<sup>2</sup> og 60,9m<sup>2</sup>, som vist i figur 7. Det var ingen aktiv ventilasjon under prøvetaking, foruten en varmpumpe plassert i trapperommet.



Figur 7: Skisse over etasjeplan i andre etasje, slik det er planlagt å fremstå ved ferdigstilling. (Veidekke Eiendom, 2017)

Første etasje besto av tre rom med bruksareal på henholdsvis 60,9m<sup>2</sup>, 42,4m<sup>2</sup> og 42,2m<sup>2</sup>, som vist i figur 8. En varmpumpe påkoblet tre rør sørget for at varm luft tidvis ble pumpet inn i hver av de tre rommene.



Figur 8: Skisse over etasjeplan i første etasje, slik det er planlagt å fremstå ved ferdigstilling. (Veidekke Eiendom, 2017)

Varmepumpene som ble benyttet i bygget ble slått av og på av arbeidere etter eget ønske. Øvrig luftgjennomstrømning i samtlige etasjer foregikk ved at terrassedører ble åpnet, fortrinnsvis når arbeidere skulle transportere materialer eller gå gjennom lokalet.

### 3.2 ARBEIDSBESKRIVELSE

De ulike arbeidsoppgavene ble delt inn i fire hovedkategorier illustrert i tabell 4. På byggeprosjektet ved Blussuvoll Allé arbeidet det på topp 25 tømrere, disse ble fordelt utover ulike arbeidsoperasjoner, og hadde fastsatt ukeplan gjennom planleggingsmøte hver mandag morgen i inneværende uke.

Tabell 4: Oversikt over hovedarbeidsoppgaver for tømmerne ved byggeprosjektet med beskrivelse av hva arbeidet gikk ut på ved Blussuvoll Allé, samt materialer benyttet under arbeidet.

| Hovedarbeidsoppgave                | Beskrivelse  | Materialer                                       |
|------------------------------------|--|--|
| Isolering yttervegg                | Isolering av yttervegg, plast, dytting og krysslekting. Kutting av steinull på egen arbeidsbenk, og plassering av isolasjon inn på yttervegg. Isolasjonen dekkes av plast. Dytting er hva man på fagspråket kaller isolering med glassull i karmen rundt vindu og dører. Krysslekting inngår som regel i arbeidet. Krysslekting foregår ved å sage til bindingsverk med sirkelsag, og montere bindingsverket på yttervegg ved hjelp av spikerpistol. Krysslekting må monteres slik at rørleggere og elektrikere skal kunne legge skjulte elementer i veggen. | Mineralull (stein og glass), bindingsverk, plast |
| Isolering innervegg                | Kutting av steinull på egen arbeidsbenk, og plassering av isolasjon inn på innervegg.  | Mineralull (stein)                               |
| Utforing og innvendig bindingsverk | Stålskinner kuttes til med knipetang og monteres med spikerpistol. Stålskinnenenes funksjon er å vise hvor bindingsverket skal settes opp og holde dette på plass. Bindingsverk og utforing (innvendig   | Bindingsverk, stålskinner, finerplater           |

## Material og Metode

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
|              | listverk) sages til med sirkelsag, og monteres ved hjelp av spikerpistol i himling, langs gulv og der innervegger skal opp. Som en del av arbeidsoppgaven inkluderes som regel saging og montering av finerplater.  |            |
| Dobling gips | Kutting av gipsplater skjer ved hjelp av tapetkniv, deretter knekkes platene rundt tilskjæringen. Ujevne kanter pusses til med en grov fil. Deretter løftes platen på plass og festet ved hjelp av spikerpistol mot ferdigisolerte innervegger bestående av bindingsverk og finerplater. Eventuelle hull til rør el. Lages ved hjelp av borr. | Gipsplater |

Hovedarbeidsoppgavene inneholder flere spesifiserte prosedyrer som beskrevet i kolonne to i tabell 4. En mer detaljert plan er derfor vist i tabell 5, her ser vi hva hver enkelt arbeider arbeidet med fra dag til dag.

Tabell 5: Detaljert beskrivelse av arbeidernes oppgaver, materialbruk, etasje ved prøvetaking og prøvenummer, fra dag til dag.

| Dato   | Prøve | Etasje | Arbeider | Arbeidsoppgave                             | Materialer benyttet  |
|--------|-------|--------|----------|--|--|
| 28.mar | T4    | 4      | A        | Isolering yttervegg, dytting, krysslekting | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel, Konstruksjonsvirke C24 |
| 28.mar | T5    | 4      | B        | Stål                                       | Gyproc SK/UI   |
| 29.mar | T6    | 4      | A        | Isolering yttervegg og dytting             | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel                         |
| 29.mar | T7    | 4      | B        | Innvendig bindingsverk og stål             | Konstruksjonsvirke C24, Gyproc SK/UI                       |
| 30.mar | T8    | 4      | A        | Krysslekting og dytting                    | Konstruksjonsvirke C24, Glava dyttestrimmel                |
| 30.mar | T9    | 4      | B        | Innvendig bindingsverk og stål             | Konstruksjonsvirke C24, Gyproc SK/UI                       |
| 03.apr | T11   | 3      | A        | Isolering, plast, dytting yttervegg        | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel                         |
| 03.apr | T12   | 4      | B        | Innvendig bindingsverk og stål             | Konstruksjonsvirke C24, Gyproc SK/UI                       |
| 04.apr | T13   | 4      | B        | Innvendig bindingsverk og stål             | Konstruksjonsvirke C24, Gyproc SK/UI                       |

|        |     |   |   |   |                                      |
|--------|-----|---|---|---|--------------------------------------|
| 04.apr | T14 | 3 | A | Isolering, plast, dytting yttervegg             | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel   |
| 05.apr | T15 | 3 | A | Isolering, plast, dytting yttervegg             | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel   |
| 05.apr | T16 | 4 | B | Innvendig bindingsverk og stål                  | Konstruksjonsvirke C24, Gyproc SK/UI |
| 06.apr | T18 | 3 | A | Isolering, plast, dytting yttervegg             | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel   |
| 06.apr | T19 | 4 | B | Montering finerplater                           | Finerplater                          |
| 07.apr | T20 | 4 | B | Montering av gipsplater og finerplater          | GNE 13 Normal Ergo, finerplate       |
| 07.apr | T21 | 2 | A | Isolering, plast, dytting yttervegg             | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel   |
| 24.apr | T22 | 1 | A | Isolering, plast, dytting yttervegg             | Flexi A-plate, Glava dyttestrimmel   |
| 24.apr | T23 | 2 | B | Utforing og innvendig bindingsverk              | Konstruksjonsvirke C24, finerplate   |
| 25.apr | T24 | 4 | C | Isolering innvegger                             | Flexi A-plate                        |
| 25.apr | T25 | 4 | D | Isolering innvegger                             | Flexi A-plate                        |
| 26.apr | T26 | 4 | C | Montering av gipsplater                         | GNE 13 Normal Ergo                   |
| 26.apr | T27 | 4 | D | Montering av gipsplater/<br>Isolering innvegger | GNE 13 Normal Ergo, Flexi A-plate    |
| 27.apr | T28 | 4 | C | Montering av gipsplater                         | GNE 13 Normal Ergo                   |
| 27.apr | T29 | 4 | D | Montering av gipsplater                         | GNE 13 Normal Ergo                   |
| 28.apr | T30 | 4 | C | Montering av gipsplater                         | GNE 13 Normal Ergo                   |
| 28.apr | T31 | 4 | D | Montering av gipsplater                         | GNE 13 Normal Ergo                   |

### 3.3 PERSONBÅRET PRØVETAKINGSUTSTYR

Prøvetaking av aerosoler baserte seg på prinsippet om å suge inn luft i et konstant, kjent strømningshastighet (flow) gjennom et prøvetakingsmedium (filter og foam) ved hjelp av en pumpe. Ved å knytte mengde oppsamlete partikler til volum av luft trukket gjennom filter og foam kunne eksponeringsnivå bestemmes. Konsentrasjon av respirabelt støv og inhalerbart støv ble målt ved hjelp av Ametek konstant flow-pumper (model S2500, serienummer 802265), påkoblet IOM plastikk prøveholder med SKC glassfiberfilter (1 µm, 25mm, Type AE, Lot

## Material og Metode

nummer 16105-7DF-100) og foam for respirabel fraksjon i pustesonen til arbeideren. Montering av prøvebeholder og kassett er vist i figur 9. IOM prøveholder ble valgt da det gjorde det mulig å måle respirabelt støv og inhalerbart støv samtidig med samme filterholder.



Figur 8: Til venstre: Illustrasjon av kassett med foam og filter.(IOM Personal Samplers and IOM Samplers with MultiDust, n.d.) Til høyre: IOM prøveholder og kassett (deler fra høyre til venstre: frontplate, frontplate o-ring, kassett-topp, filter, kassettbunn, o-ring kropp, prøveholderkropp)(Genral methods for sampling and gravimetric analysis of respirable, thoracic and inhalable aerosols, 2014)

### 3.4 PRØVETAKING

Etter arbeidskontrakt hadde tømmerne arbeidstid fra 07.00 til 15.00 inkludert 30 minutters pause. I tillegg til den kontraktsfestede pausen hadde arbeiderene en 15 minutters kaffepause uavhengig fra lunsjen. Prøvetaking baserte seg på heldagsmålinger (8 timer), men prøvetakingstiden varierte noe på grunn av arbeids-/planleggingsmøter. Prøvetakingen ble utført på utvalgte arbeidsoppgaver etter at bygget er lukket i uke 13, 14 og 17.

Alle pumper benyttet ved prøvetaking ble kontrollert til å ha en flow-rate på 2 l/min, ved hjelp av Brooks rotameter (tubestørrelse 2-65 mm), før og etter prøvetaking. IOM prøveholdere ble kontrollert for å sikre at alle deler var intakte, før kassetene med filter og foam ble montert. Hver prøvetakingsdag startet med at to arbeidere tok på seg sekkene påmontert pumpe og prøveholder. Prøveholder ble justert til å ligge så nært arbeidernes pustesone som mulig som vist i figur 10. Disse ble festet med klemmer til venstre sele på sekken, og de kontrollerte pumpene ble startet. Nøyaktig klokkeslett for start av pumpe ble notert. Montering fant sted i brakkene, før arbeiderne gikk ut til arbeidslokalet, og pumpene gikk hele arbeidsdagen. Under lunsj og dobesøk ble sekkene med pumper hengt i gangen i garderobeområder avholdt til arbeidsklær, hvor luften kan antas å være tilnærmet lik som i bespisningsområdet.



Figur 9: Illustrasjon av hvordan prøvetakingsutstyret ble montert på arbeider.

Arbeiderne ble observert underveis i hver måleperiode for å kartlegge arbeidsprosedyrer, og på den måten fastslå mulige eksponeringskilder. Observasjonene ble utført ved å notere arbeidsoppgaver, materialbruk, tidsbruk, lokaler, verktøy og annen relevant informasjon. To dager ble hele arbeidsdagen observert, da arbeidsoppgavene var kartlagt gikk observasjonene over til tidvise besøk i arbeidslokalet tre til fire ganger i løpet av arbeidsdagen. På slutten av dagen fikk arbeiderne spørsmål om deres materialbruk, bruk av verneutstyr og arbeid, for å fylle inn elementer observasjonene kan ha oversett. Nøyaktig tidspunkt for stopp av pumpe ble notert, og kassett med filter og foam ble plassert i kassettholder og lufttett pose.

### 3.5 ANALYSE

Før prøvetaking ble alle prøvekasetter målt opp på en Mettler AE163 laboratorievekt (0,01 mg nøyaktighet). Kalibreringsprogram på Mettler AE163 ble kjørt før hver veierunde, i tillegg var vekten kontrollert med lodd (100 mg og 1 mg) levert av Sartoris mechatronics. Prøvekassetene ble først veid kun med glassfiberfilteret, deretter med foam og glassfiberfilter. Vekten ble notert nøyaktig, og kassetene ble markert og pakket inn i kassettholder og lufttett pose. 3 blankprøver med glassfiberfilter og foam ble inkludert i analysen for å kontrollere eventuelle endringer forårsaket av temperatur eller luftfuktighet. Alle prøver og blanker ble oppbevart i kassettholder og lufttett pose, i romtemperatur (ca. 25 grader celsius).

Samlet masse støv (støvkonsentrasjon) ble bestemt gravimetrisk basert på følgende formel:

## Material og Metode

$$C = \frac{(M_2 - M_1 - B)}{V_s}$$

Der:

$M_1$  = Vekt av filter og kassett (pluss foam for inhalerbart fraksjon) før prøvetaking (mg)

$M_2$  = Vekt av filter og kassett (pluss foam for inhalerbart fraksjon) etter prøvetaking (mg)

$B$  = Gjennomsnittlig masseendring fra blankprøver (mg)

$V_s$  = Luftvolum (m<sup>3</sup>)

Videre ble tidsvektet konsentrasjon for 8 timers skift beregnet, der resterende tid er antatt ingen eksponering. Følgene formel ble benyttet:

$$C_{8h} = \frac{T * C}{480 \text{ min}}$$

Der:

$T$  = prøvetakingstid (min)

$C$  = beregnet støvkonsentrasjon

Dette ble gjort da flere av prøvetakingene ble avsluttet tidligere, eller startet senere grunnet at arbeiderne hadde ikke eksponert arbeid som planleggings/arbeids-møter. Prøvetakingsutstyret ble tatt av arbeidstakeren når den eksponerte delen av arbeidsdagen var over.

### 3.5.1 DATAANALYSE

Statistisk analyse ble utført ved hjelp av SPSS programvare (IBM SPSS Statistics, versjon 22, IBM Corp 2013). Alle måledata av relevans, som tidsvektet konsentrasjon for 8-timers-skift, prøvetakingstid, arbeidsoppgaver, materialbruk og vindforhold, ble lagt inn som variabler, og eksponeringsnivå ble beskrevet med aritmetisk middelværdi (AM) og standardavvik (Std) for ulike arbeidsoppgaver, arbeidstakere, materialbruk og vindforhold. For statistiske tester ble det valgt et signifikansnivå på 0,05.



Forskjell i inhalerbart og respirabelt støv mellom ulike arbeidsoppgaver (isolering av yttervegg, isolering av innervegg, utforing og innvendig bindingsverk og dobling gips), grupperte arbeidsoppgaver (isolering og annet arbeid) etter hvilke materialer som ble benyttet (trevirke og mineralull) og vindforhold (flau vind, svak vind og lett bris) ble testet ved hjelp av uavhengig t-test og enveis (One-way) variansanalyse (ANOVA).

Hvor stor andel av den totale variansen i eksponeringsnivå som skyldes variasjon mellom gruppene (grad av sammenheng, effektstørrelse) ble regnet ut ved å benytte informasjon oppgitt i t-testen, og følgende formel for eta kvadrat:

$$\text{Eta kvadrat} = \frac{t^2}{t^2 + (N_1 + N_2 - 2)}$$

Dette gav et effektstørrelsesmål, som uttrykker andelen varians i den avhengige variabelen som kan forklares av den uavhengige variabelen (hvor stor forskjellen mellom gruppene så ut til å være). For å tolke styrken til de ulike effektstørrelsene ble retningslinjer foreslått av Cohen (1988) benyttet, der <0,01 tilsvarte liten effekt, <0,06 tilsvarte moderat effekt og <0,14 tilsvarte stor effekt (s. 284-287).

## 4. RESULTATER

---

Kalkulert 8 timers aritmetiske gjennomsnitt (AM) for alle heldagsmålinger av inhalerbart støv var  $2,42 \text{ mg/m}^3$  (Std= 2,09), med en minimumskonsentrasjon på  $0,73 \text{ mg/m}^3$  ved isolering av yttervegg til en maksimumskonsentrasjon på  $12,04 \text{ mg/m}^3$  ved utforing og innvendig bindingsverk (tabell 6 og tabell 7). Det finnes ikke en fastsatt grenseverdi (GV) for inhalerbart støv, men GV for totalstøv er gitt til  $10 \text{ mg/m}^3$ . Én av målingene oversteg GV for totalstøv, med en kalkulert heldagseksposering av inhalerbart støv på  $12,04 \text{ mg/m}^3$ , ved utforing og innvendig bindingsverk. Med utgangspunkt i GV for totalstøv overstiger ikke AM for inhalerbart støv  $\frac{1}{4}$  av GV.

Kalkulert AM for alle heldagsmålinger av respirabelt støv var  $1,04 \text{ mg/m}^3$  (Std= 2,04), med en minimumskonsentrasjon på  $0,05 \text{ mg/m}^3$  ved isolering av yttervegg til en maksimumskonsentrasjon på  $10,95 \text{ mg/m}^3$  ved utforing og innvendig bindingsverk (tabell 6 og tabell 7). Én av målingene oversteg GV for respirabelt støv, med en kalkulert heldagseksposering av respirabelt støv på  $10,95 \text{ mg/m}^3$ , ved utforing og innvendig bindingsverk. GV for respirabelt støv er  $5 \text{ mg/m}^3$ . AM overstiger ikke  $\frac{1}{4}$  av GV.

En enveis ANOVA analyse ble utført for å undersøke påvirkningen de ulike arbeidsoppgavene hadde på eksponeringsnivå av inhalerbart støv. Subjektene var delt inn i fire grupper etter arbeidsoppgave (Gruppe 1: isolering av yttervegg; Gruppe 2: Isolering av innervegg; Gruppe 3: utforing og innvendig bindingsverk; Gruppe 4: Dobling gips). Det var ingen statistisk signifikant forskjell ved signifikansnivå  $p < 0,05$  på nivå av inhalerbart støv for de fire arbeidsgruppene ( $F(3, 22) = 0,63$ ,  $p = 0,61$ ).

Enveis ANOVA for å undersøke påvirkningen av de ulike arbeidsoppgavene på eksponeringsnivå av respirabelt støv viste heller ingen statistisk signifikant forskjell ved signifikansnivå  $p < 0,05$  på nivå av respirabelt støv for de fire arbeidsgruppene ( $F(3, 22) = 0,67$ ,  $p = 0,58$ ).

## Resultater

Tabell 6: Resultat av målinger av inhalerbart og respirabelt støv for tømrere delt inn etter arbeidsoppgave. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8-timers aritmetisk gjennomsnitt.

|                          | Ant. prøver | Gj.snitt prøvetakin gstid (min) | Prøvetakings -tid (min-maks) | Inhalerbart støv        |      |                                     | Respirabelt støv        |      |                                     |
|--------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|------|-------------------------------------|-------------------------|------|-------------------------------------|
|                          |             |                                 |                              | AM (mg/m <sup>3</sup> ) | Std  | Kons. min-maks (mg/m <sup>3</sup> ) | AM (mg/m <sup>3</sup> ) | Std  | Kons. min-maks (mg/m <sup>3</sup> ) |
| Isolering yttervegg      | 9           | 323                             | 228-405                      | 1,67                    | 0,63 | 0,73-2,96                           | 0,51                    | 0,22 | 0,05-0,72                           |
| Isolering innervegg      | 2           | 385                             | 385-385                      | 2,22                    | 0,22 | 2,06-2,37                           | 0,81                    | 0,05 | 0,77-0,84                           |
| Utføring og bindingsverk | 9           | 324                             | 233-407                      | 2,99                    | 3,41 | 1,33-12,04                          | 1,78                    | 3,44 | 0,39-10,95                          |
| Dobling gips             | 6           | 337,0                           | 315-345                      | 2,74                    | 0,98 | 2,02-4,66                           | 0,80                    | 0,39 | 0,52-1,47                           |

Tabell 7: Deskriptiv sammendrag av antall prøver, minimumskonsentrasjon, maksimumskonsentrasjon, aritmetisk gjennomsnitt og standardavvik fra målingene av inhalerbart og respirabelt støv. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.

| Heldagseksposering | Antall prøver | Minimum konsentrasjon (mg/m <sup>3</sup> ) | Maksimum konsentrasjon (mg/m <sup>3</sup> ) | AM (mg/m <sup>3</sup> ) | Std  |
|--------------------|---------------|--|---|-------------------------|------|
| Inhalerbart støv   | 26            | 0,73                                       | 12,04                                       | 2,42                    | 2,09 |
| Respirabelt støv   | 26            | 0,05                                       | 10,95                                       | 1,04                    | 2,04 |

Tabell 8: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv for de forskjellige arbeidstakerne. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.

| Arbeidstaker | Antall prøver | AM                                    |      | AM                                    |      |
|--------------|---------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|------|
|              |               | Inhalerbart støv (mg/m <sup>3</sup> ) | Std  | Respirabelt støv (mg/m <sup>3</sup> ) | Std  |
| A            | 9             | 1,68                                  | 0,64 | 0,52                                  | 0,22 |

## Resultater

|   |   |      |      |      |      |
|---|---|------|------|------|------|
| B | 9 | 2,99 | 3,42 | 1,78 | 3,44 |
| C | 4 | 2,43 | 0,34 | 0,79 | 0,21 |
| D | 4 | 2,79 | 1,25 | 0,82 | 0,45 |

I tabell 9 presenteres resultatet for kalkulert AM ved heldagsmålinger delt inn i de grupperte arbeidsoppgavene «isolering» og «annet arbeid». Resultatet viser at AM av inhalerbart støv og respirabelt støv var høyere ved annet arbeid enn ved isolering. En uavhengig t-test ble utført for å sammenligne heldagseksposering av inhalerbart støv for de to arbeidsoppgavene. Det var ingen signifikant forskjell i resultatet for «isolering» (AM= 1,77, Std= 0,61) og «annet arbeid» (AM= 2,89, Std= 2,65;  $t(24) = -1,37$ ,  $p = 0,19$  two-tailed). Graden av forskjellen av gjennomsnittene (Gj.snitt forskjell= -1,12, 95% CI: -2,91 til 0,57) var moderat (eta kvadrat = 0,07).

*Tabell 9: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv etter grupperte arbeidsoppgaver. «Isolering» inkluderer isolering av yttervegg og isolering av innervegger. «Annet» inkluderer dobling av gips, samt utforing og innvendig bindingsverk. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.*

| Arbeidsoppgave | Antall prøver | AM                                       |      | AM                                       |      |
|----------------|---------------|--|------|--|------|
|                |               | Inhalerbart støv<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Std  | Respirabelt støv<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Std  |
| Isolering      | 11            | 1,77                                     | 0,61 | 0,56                                     | 0,23 |
| Annet arbeid   | 15            | 2,89                                     | 2,65 | 1,39                                     | 2,66 |

I tabell 10 presenteres resultatet for kalkulert AM ved heldagsmålinger etter om trevirke ble benyttet under arbeidet («Ja» i tabell 10) eller ikke («Nei» i tabell 10). Resultatet viser at AM av inhalerbart støv og respirabelt støv var høyere ved benyttelse av trevirke. En uavhengig t-test ble utført for å sammenligne heldagseksposering av inhalerbart støv for «Ja» og «Nei» for bruk av trevirke. Det var ingen signifikant forskjell i resultatet for «Ja» (AM= 2,80, Std= 3,28) og «Nei» (AM= 2,18, Std= 0,83;  $t(24) = -0,73$ ,  $p = 0,47$  two-tailed). Graden av forskjellen av gjennomsnittene (Gj.snitt forskjell= -0,62, 95% CI: -2,39 til 1,14) var liten (eta kvadrat = 0,02).

GV for totalstøv av trestøv fra nordiske tresorter unntatt eik og bøk er  $2 \text{ mg/m}^3$ , inhalerbart AM er over GV.

Tabell 10: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv delt inn etter om trevirke ble benyttet under arbeidet (Ja) eller ikke (Nei). Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.

| Trevirke benyttet | Antall prøver | AM<br>Inhalerbart støv<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Std  | AM<br>Respirabelt støv<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Std  |
|-------------------|---------------|--|------|--|------|
| Ja                | 10            | 2,80   | 3,28 | 1,58   | 3,30 |
| Nei               | 16            | 2,18   | 0,83 | 0,70   | 0,26 |

I tabell 11 presenteres resultatet for kalkulert AM ved heldagsmålinger etter om mineralull ble benyttet under arbeidet («Ja» i tabell 11) eller ikke («Nei» i tabell 11). Resultatet viser at AM av inhalerbart støv og respirabelt støv var høyere ved benyttelse av mineralull. En uavhengig t-test ble utført for å sammenligne heldagseksponering av inhalerbart støv for «Ja» og «Nei» for bruk av mineralull. Det var ingen signifikant forskjell i resultatet for «Ja» (AM= 2,95, Std= 2,74) og «Nei» (AM=1,80, Std= 0,59;  $t(24) = 1,42$ ,  $p = 0,17$  two-tailed). Graden av forskjellen av gjennomsnittene (Gj.snitt forskjell= 1,15, 95% CI: -0,52 til 2,82) var moderat (eta kvadrat = 0,08).

Tabell 11: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv delt inn etter om mineralull ble benyttet under arbeidet (Ja) eller ikke (Nei). Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.

| Mineralull benyttet | Antall prøver | AM<br>Inhalerbart støv<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Std  | AM<br>Respirabelt støv<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Std  |
|---------------------|---------------|--|------|--|------|
| Ja                  | 14            | 2,95   | 2,74 | 1,45   | 2,75 |
| Nei                 | 12            | 1,80   | 0,59 | 0,56   | 0,22 |

I tabell 12 presenteres resultatet for kalkulert AM ved heldagsmålinger etter vindforhold. Resultatet viser at AM av inhalerbart støv og respirabelt støv var høyest ved «Svak vind». En

## Resultater

enveis ANOVA analyse ble utført for å undersøke påvirkningen av de ulike vindforholdene hadde på eksponeringsnivå av inhalerbart støv. Resultatene var delt inn i tre grupper etter vindstyrke (Gruppe 1: Flau vind; Gruppe 2: Svak vind; Gruppe 3:Lett bris). Det var ingen statistisk signifikant forskjell ved signifikansnivå  $p < 0,05$  på nivå av inhalerbart støv ved de ulike vindforholdene ( $F(3, 23) = 0,57$ ,  $p = 0,57$ ).

Tabell 12: Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv under ulike vindforhold. Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.

| Vind      | Antall prøver | AM                                    |      | AM                                    |      |
|-----------|---------------|---------------------------------------|------|---------------------------------------|------|
|           |               | Inhalerbart støv (mg/m <sup>3</sup> ) | Std  | Respirabelt støv (mg/m <sup>3</sup> ) | Std  |
| Flau vind | 3             | 1,68                                  | 0,70 | 0,66                                  | 0,03 |
| Svak vind | 19            | 2,69                                  | 2,39 | 1,19                                  | 2,38 |
| Lett bris | 4             | 1,68                                  | 0,34 | 0,63                                  | 0,07 |

### 4.1 TEST AV HOMOGENITET

Prøvesubjektene i oppgaven er alle utdannede tømrere, og regnet som en homogen gruppe. For å teste at denne antakelsen stemmer er en test av homogenitet utført ved hjelp av «tommelfingerregelen»; gjennomsnittseksponering (AM) for samtlige gruppe-medlemmer er ikke mindre enn halvparten eller mer enn dobbelt så stor som gjennomsnittet for hele gruppen (Arbeidstilsynet, 2008). Ved å sammenligne resultatene i tabell 8 (Resultat av målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv for de forskjellige arbeidstakerne) med intervallene for homogenitet i tabell 13, ser vi at samtlige verdier faller innenfor for homogenitet intervallene for inhalerbart støv og respirabelt støv. Antakelsen om at tømrerne er en homogen gruppe stemmer.

Tabell 13: Aritmetisk gjennomsnitt, halvparten av aritmetisk gjennomsnitt og dobbelte aritmetisk gjennomsnitt regnet ut ved hjelp av resultater fra målinger av inhalerbart støv og respirabelt støv. Verdiene er til referanse for den homogene gruppen «tømrere». Konsentrasjonsangivelser er angitt som 8 timers aritmetisk gjennomsnitt.

| Eksponering      | AM   | ½ AM | 2 x AM | Intervall |
|------------------|------|------|--------|-----------|
| Inhalerbart støv | 2,42 | 1,21 | 4,84   | 1,21-4,84 |
| Respirabelt støv | 1,04 | 0,52 | 2,08   | 0,52-2,08 |

## 5. DISKUSJON

---

Resultatet viste at kalkulert 8 timers AM for respirabelt støv og inhalerbart støv for alle tømreere henholdsvis var 1,04 mg/m<sup>3</sup> (Std= 2,04) og 2,42 mg/m<sup>3</sup> (Std= 2,09). Disse verdiene ligger godt under GV for respirabelt støv (5mg/m<sup>3</sup>) og totalstøv (10 mg/m<sup>3</sup>), og under ¼ av de respektive grenseverdiene og eksponeringen var derfor på et akseptabelt nivå.

Totalt var de kalkulerte heldagseksponeringene for tømrerne lave, men én av de kalkulerte heldagseksponeringene oversteg grenseverdi for respirabelt støv (10,95 mg/m<sup>3</sup>), og én kalkulert heldagseksponering for inhalerbart støv oversteg grenseverdi for totalstøv (12,04 \*mg/m<sup>3</sup>). Denne aktuelle målingen kan sees som en ekstrem utenforligger, da den skiller seg svært ut fra øvrige målinger. Resultatene er valgt å beholdes som gyldig resultat, da det vurderes at eventuelle feilkilder koblet til denne prøven ikke skiller seg fra usikkerheten i de andre måleresultatene. Ved overskridelse av grenseverdi skal årsakene identifiseres, og nødvendige tiltak for å bedre situasjonen iverksettes. Ut ifra observasjoner koblet til arbeidsforholdene dagen disse målingene ble tatt, er det sannsynlig at resultatet er påvirket av andre arbeidere på arbeidsplassen. Det foregikk sveising uten avsug med tilløp av sveiserøyk til arbeiderens arbeidssone. Denne røyken kan ha gitt utslag på målingene. Dette kan ikke bekreftes, men er en sannsynlig slutning da målinger de påfølgende dagene holdt seg godt under grenseverdi. Det at den kalkulerte heldagseksponeringen for respirabelt støv var svært høy kan også være en indikasjon på at sveisestøv har infiltrert prøvetakingsutstyret og pustesonen til arbeideren.

Resultatene viste varierende støveksponeering avhengig av ulike arbeidsoppgaver, materialbruk og vindforhold med høyest støveksponeering ved henholdsvis utforing og innvendig bindingsverk, benyttelse av trevirke, benyttelse av mineralull og flau vind. Eksponeringsnivåene var dog ikke statistisk signifikant forskjellig fra andre arbeidsoppgaver, materialbruk eller vindforhold. Målingene representerer arbeidernes eksponering uten å ta hensyn til åndedrettsvern, benyttelse av personlig verneutstyr og aktiv ventilasjon kan redusere eksponeringen avhengig av type åndedrettsvern benyttet. I denne studien benyttet ikke tømrerne noen form for åndedrettsvern, og resultatene er derfor representative for faktisk eksponering.



Resultatene i denne studien er noe høyere enn målinger gjort av Kirkeskov et al.(2016) i en dansk studie. Her lå kalkulerte heldagseksponeringer for respirabelt støv på 0,16 mg/m<sup>3</sup>, og 1,07 mg/m<sup>3</sup> for totalstøv. Kirkeskov et al. fant også en signifikant forskjell i støvkonsentrasjonene mellom de syv arbeidsoppgavene tømmerne utførte i deres studie, og de mest støvende arbeidsoppgaven var her oppsett av bjelker og installasjon av gips. Etersom det ved utforing og innvendig bindingsverk inngår saging av bindingsverk (trevirke), er det et interessant funn at det både i denne studien og i den danske er arbeid med trevirke som gav høyest eksponeringsnivå. Forklaringen kan ligge i at det i denne typen arbeid inngår arbeid med håndholdte høyhastighetsverktøy som sirkelsag og spikerpistol. Vibrasjon og lufttrykk fra slikt verktøy kan være med på å virvle opp mye støv. Selv om spredningen i resultatet mellom de ulike studiene er relativt marginale, er de med på å belyse metodeproblemer og vanskeligheter med repeterbarheten i målinger i et yrke og en bransje med mange varierende faktorer. Resultatene kan derfor ikke si noe sikkert om eksponeringsnivået i hele byggenæringen, men er et viktig funn i en bransje det til nå er gjort lite målinger i, til tross for at bygge- og anleggsarbeidere rapporterer å ha tre ganger høyere forekomst av luftveisplager enn landsgjennomsnittet (Aagestad et al., 2015).

Litteratur har vist at langvarig eksponering for høye konsentrasjoner av støv er koblet til utvikling av luftveisplager og sykdommer som astma, KOLS og kreft (Bakke et al., 1991; Bergdahl et al., 2004; Schlünssen et al., 2011; Stellman et al., 1998; Vallières et al., 2015; Vermeulen et al., 2002). Risikoen for å utvikle KOLS og andre sykdommer avhenger generelt av eksponeringsnivå av støv, varighet av støveksponeeringen per dag og antall år eksponert totalt. Det er ikke vist ved hvilket eksponeringsnivå luftveissystemet påvirkes, eller om det er ett nivå for «null effekt» (Kirkeskov et al., 2016). Det at kalkulert AM er under grenseverdi er derfor ingen sikker identifikasjon på at tømmerne ikke er utsatt for helsefarer i sitt arbeid. Statistikk fra NOA indikerer at ansatte innen bygge- og anleggsvirksomhet har økt forekomst for luftveisplager i forhold til landsgjennomsnittet (Aagestad et al., 2015). Tidligere studier viser at eksponeringsnivået i bransjen ikke er markant lavere enn eksponeringsnivåene funnet i denne studien (Kirkeskov et al., 2016). Man kan derfor stille spørsmåltegn til om de satte grenseverdiene for støv egner seg for denne typen støveksponeering dersom arbeidere kan utvikle sykdom relatert til lang tids yrkesmessig eksponering av støv ved langt lavere nivåene enn de fastsatt i lovverk og forskrifter.

## Diskusjon

Det er flere utfordringer koblet til arbeidsrelatert sykdom, vurdering av eksponeringsnivåer og kartlegging av eksponeringer som fører til økt helserisiko. Blant annet er det problematisk med registrering og bevisgjøring av sykdomsutvikling. Dette kommer av at eksponeringer i arbeidslivet som fører til sykdom kan gi seg til kjenne mange år etter eksponering (lang latenstid), at det er vanskelig å kartlegge eksponering på grunn av skifte av jobb eller dårlig dokumenterte eksponeringsforhold (mangel på dokumentasjon/overvåking). I tillegg skyldes eksponering og utfall forhold som individuell mottakelighet (uklare faktorer). Selv om det eksisterer epidemiologisk litteratur på dette feltet, er forholdet mellom dødelighet og sykdomsrisiko blant byggarbeidere og spesifikke farer ikke godt nok forstått.

Styrkene med denne studien var blant annet at målingene ble utført etter at tømmerformannen hadde identifisert de mest relevante arbeidsoppgavene og at den inkluderer målinger av hver av de identifiserte arbeidsoppgavene og ulike arbeidere. Arbeidslokale ble ikke valgt ut etter nivå av støv (worst case), men valgt ut etter hvor arbeidet tok sted. Videre ble målingene utført over hele arbeidsdagen så godt det lot seg gjøre, og i lukket bygg for å minimere variasjoner som kan komme av sesongbaserte forhold som vær og vind. Sistnevnte er for ordens skyl tatt med i resultatet, og viser at vindforhold ikke har gitt statistisk signifikant forskjell i resultatene. Om disse resultatene er representative for gjennomsnittseksponering for bygningsarbeidere er usikkert da spesifikke arbeidsoppgaver ble valgt ut av formannen, og det kan være andre arbeidsoppgaver som både har lavere og høyere nivåer. Resultatene ansees som representative for den typen arbeid som er utført.

Svakhetene ved denne studien var at det er flere kilder til usikkerhet i måleresultatene. Mulige feilkilder kan ligge i feil i måleutstyret, unøyaktig innveining av filter før og etter prøvetaking, kontaminering av prøve under håndtering i tillegg til kontaminering fra andre arbeidere på arbeidsplassen. Videre er det kun målt inhalerbart og respirabelt støv, men analysene sier ikke hvilke stoffer støvet består av. Ved arbeid som benytter seg av trevirke ville det vært interessant å se på nivå av trestøv, da det i litteratur er bevist at trevirke av både myke og harde tresorter kan føre til betydelig helseskade (Campo et al., 2010; Mohan et al., 2013; Schlünssen et al., 2011). Grenseverdien for trestøv er også betydelig lavere ( $2 \text{ mg/m}^3$ ) og merket som

kreftfremkallende, og en spesifikk analyse av dette kunne potensielt gitt studien et annet resultat. For å få total oversikt over eksponeringsnivåer i byggebransjen burde det bli gjort målinger ved andre arbeidsoppgaver og ved andre stadier i byggeprosessen.

## 6. KONKLUSJON

---

Denne kvantitative studien viste at eksponeringsnivået for respirabelt støv og inhalerbart støv for tømrere på denne byggeplassen, ligger på et akseptabelt nivå sett i forhold til grenseverdiene for støv. Resultatene ansees som representative for den typen arbeid som er utført; isolering av yttervegg, isolering av innervegg, utforing og innvendig bindingsverk og dobling gips. Målingene ble utført etter at bygget var lukket og omfatter et begrenset antall arbeidsoperasjoner. Eksponeringsnivået varierte under ulike arbeidsoppgaver, hvor det mest støvende arbeidet forekom ved arbeidsoppgaven «utforing og innvendig bindingsverk». Nivået var dog ikke signifikant forskjellig fra de øvrige arbeidsoppgavene. At eksponeringsnivået for støv lå under satte grenseverdier utelukker ikke risiko for helseskade.

## 5 REFERANSER

---

- Aagestad, C., Tynes, T., Johannessen, H., Gravseth, H.M., Løvseth, E., Alfonso, J.H., Aasnæss, S., Sterud, T. (2015). *Faktabok om arbeidsmiljø og helse 2015* (No. 3). Oslo: Statens Arbeidsmiljøinstitutt.
- Alonso-Sardon, M., Chamorro, A., Hernandez-Garcia, I., Igesias-de-Sena, H., Martin-Rodero, H., Herrera, C., Marcos, M., Miron-Canelo, A. (2015). Association between Occupational Exposure to Wood Dust and Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Public Library of Science*, 1-16. doi:10.1371/journal.phone.0133024
- Arbeids- og sosialdepartementet. (2011). Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier). Hentet fra [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358#KAPITTEL\\_4](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358#KAPITTEL_4).
- Arbeidstilsynet. (2008). Orientering om Kartlegging og vurdering av ekponering for kjemiske og biologiske forurensninger i arbeidsatmosfæren (best. nr 450) (Orientering).
- Arbeidstilsynet. (n.d). Om statistikken: Arbeidsrelatert sykdom Hentet fra <http://www.arbeidstilsynet.no/artikkel.html?tid=219075>
- Arbetsmiljöverket. (2015). Hygieniska gränsvärden AFS 2015:7.
- Bakke, P., Eide, G.E., Hanao, R., Gulsvik, A. (1991). Occupational dust or gas exposure and prevalences of respiratory symptoms and asthma in a general population. *European Respiratory Journal*, 4(3), 273–278.
- Baran, S., Swietlik, K., Teul, I. (2009). Lung function: occupational exposure to wood dust. *European Journal of Medical Research*, 14(4), 14–17. doi:10.1186/2047-783X-14-S4-14
- Bergdahl, I.A., Torén, K., Eriksson, K., Hedlund, U., Nilsson, T., Flodin, R., Järholm, B. (2004). Increased mortality in COPD among construction workers exposed to inorganic dust. *European Respiratory Journal*, 23(3), 402–406. doi:10.1183/09031936.04.00034304
- Bøhmer, E., Aarnes, H. (2017, 24.februar). Tre – plante. Store Norske Leksikon. Hentet fra [http://snl.no/tre\\_-\\_plante](http://snl.no/tre_-_plante)

## Referanser

- Campo, P., Aranda, A., Rondon, C., Doña, I., Lisbona, F., Rodriguez-Bada, J., Blanca, M., (2010). Atopy, Specific Sensitization and Respiratory Symptoms In Apprentices of Furniture Industry Exposed to Diisocyanates And Wood Dust. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 125 (2). doi:10.1016/j.jaci.2009.12.469
- Cohen, J.W. (1988). *Statistical power analysis for behavioral sciences* (2.utg.). Hillsdale: Elsevier Science.
- Eriksson, K.A., Stjernberg, N.L., Levin, J.O., Hammarström, U., Ledin, M.C. (1996). Terpene exposure and respiratory effects among sawmill workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 22(3), 182–190.
- General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable, thoracic and inhalable aerosols (2014). *Health and Safety Executive*, UK.
- IOM Personal Samplers and IOM Samplers with MultiDust. (n.d.) . SKC, USA.
- Johannessen, H., Lysberg, K., Løvseth, E.K., Melgård, M., Tynes, T., Winge, S. (2013). *Tilstandsanalyse i bygg og anlegg* (tema nr. 4). Trondheim: Direktoratet for arbeidstilsynet.
- Kirkeskov, L., Hanskov, D.J.A., Brauer, C. (2016). Total and respirable dust exposures among carpenters and demolition workers during indoor work in Denmark. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 11, 1-45. doi:10.1186/s12995-016-0134-5
- Levy, F. (1985). Trestøv: helseeffekter. *Yrkeshygienisk institutt*, 1-17. Oslo: Arbeidsfysiologisk institutt.
- Mohan, M., Aprajita, Panwar, N.K. (2013). Effect of Wood Dust on Respiratory Health Status of Carpenters. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 7(8), 1589–1591. doi:10.7860/JCDR/2013/5568.3231
- Montelius, J., Marklund, S., Bergenheim, M., Kjellberg, A., Meding, B., Rosén, G., Tornquist, E. (2000). Scientific Basis for Swedish Occupational Standards XXI. Hentet fra <http://www.niwl.se/ah/>
- Norén, J.O. (2005). Byggdamm vid ROT-arbeten, Mätprojekt Arbetsmiljöverket 2004, RAP 2005:2. Sverige.

- Robinson, C.F., Petersen, M., Sieber, W.K., Palu, S., Halperin, W.E. (1996). Mortality of Carpenters' Union members employed in the U.S. construction or wood products industries, 1987-1990. *American Journal of Industrial Medicine*, 30(6), 674–694. doi:10.1002/(SICI)1097-0274(199612)30:6<674::AID-AJIM4>3.0.CO;2-R
- Rom, W.N., Markowitz, S.B. (2007). *Environmental and Occupational Medicine* (4. utg.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Rothenbacher, D., Arndt, V., Fraisse, E., Daniel, U., Fliedner, T.M., Brenner, H. (1997). Chronic respiratory disease morbidity in construction workers: patterns and prognostic significance for permanent disability and overall mortality. *European Respiratory Journal*, 10 (5), 1093–1099.
- Schlünssen, V., Kespohl, S., Jacobsen, G., Raulf-Heimsoth, M., Schaumburg, I., Sigsgaard, T. (2011). Immunoglobulin E-mediated sensitization to pine and beech dust in relation to wood dust exposure levels and respiratory symptoms in the furniture industry. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 37(2), 159–67.
- SSB, (2016a, 25. mai). Sysselsetting, registerbasert, 2015, 4.kvartal. Hentet fra <http://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikker/regsys/aar/2016-05-27>
- SSB, (2016b, 11. februar). Stabil vekst i bygg og anlegg. Hentet fra: <http://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/stbygganl/aar-forelopige/2016-11-02>
- Standard Norge, (1995). *NS-EN 689 Veiledning for vurdering av eksponering for kjemiske stoffer ved innånding og målestrategier for sammenligning med grenseverdier*. Standard Norge.
- Standard Norge, (1993). *NS-EN 481 Arbeidsplassluft Definisjoner av partikkelstørrelse for måling av luftbårne partikler*. Standard Norge.
- Stellman, S.D., Demers, P.A., Colin, D., Boffetta, P. (1998). Cancer mortality and wood dust exposure among participants in the American Cancer Society Cancer Prevention Study-II (CPS-II). *American Journal of Industrial Medicine*, 34(3), 229–237. doi:10.1002/(SICI)1097-0274(199809)34:3<229::AID-AJIM4>3.0.CO;2-Q
- Tüchsen, F., Hannerz, H., Mølgaard, E.F., Brauer, C., Kirkeskov, L. (2012). Time trend in hospitalised chronic lower respiratory diseases among Danish building and construction

## Referanser

workers, 1981–2009: a cohort study. *BMJ Open*, 2(6), 1–6. doi:10.1136/bmjopen-2012-001761

Vallières, E., Pintos, J., Parent, M.-E., Siemiatycki, J. (2015). Occupational exposure to wood dust and risk of lung cancer in two population-based case–control studies in Montreal, Canada. *Environmental Health*, 14, 1-9. doi:10.1186/1476-069X-14-1

Veidekke Eiendom, (2017). Prospektet - Blussuvoll Allé. Hentet fra <http://www.blussuvollalle.no/Prospektet>

Vinzents, P., Laursen, B. (1993). A national cross-sectional study of the working environment in the Danish wood and furniture industry--air pollution and noise. *The Annals of Occupational Hygiene*, 37(1), 25–34.



## **6 LISTE OVER VEDLEGG**

---

|   |    |
|---|----|
| Vedlegg A: Illustrasjoner av Blussuvoll Allé..... | 44 |
| Vedlegg B: Liste over materialer benyttet.....    | 46 |

# A ILLUSTRASJONER AV BLUSSOVOLL ALLÉ



**A1:** Illustrasjon av plantegning av Blussvoll Allé. S-bygget der målingene tok sted er markert med rød ring til venstre i bildet (Veidekke Eiendom, 2017).



**A2:** Nærbilde av S-bygget på Blussvoll Allé. Her tok alle målingene sted. Bildet er klippet ut av en grov plantegning fra Veidekke Eiendom (Veidekke Eiendom, 2017).



**A3:** 3D-Illustrasjon av «Blussvoll Allé» slik det vil fremstå ved ferdigstilling. S-bygget der målingene tok sted er markert i front (Veidekke Eiendom, 2017).

## B LISTE OVER MATERIALER BENYTTET

| Materiale      | Produsent | Navn                                | Detaljer  |
|----------------|-----------|-------------------------------------|---|
| Isolasjon      | Rockwool  | Flexi A-plate                       | Mineralull laget av ubrennbar fukt- og vannavvisende steinull, benyttet som isolasjon i vegger, himlinger og skillevegger.  |
|                | Glava     | Glava dyttestrimmel                 | Mineralull av glass benyttes til tetting rundt vinduer, dører og smale åpninger. Produktet er meget fleksibelt og har gode egenskaper for brann-, lyd- og varmeisolering.<br><br>Brannpåvirkning klasse (Euroclass A1), ubrennbart. |
| Gips           | Gyproc    | Vindtettingsplater- GUB 9           | Benyttes som vindsperre i yttervegger med bindingsverk og luftet ytterkledning.   |
|                | Gyproc    | GNE 13 Normal Ergo                  | Benyttes innvendig i vegger og himlinger som skillevegger og brann- eller lydskillekonstruksjoner.  |
| Trevirke       | Optimera  | Konstruksjonsvirke C24              | Konstruksjonsvirke i ubehandlet gran til konstruksjoner i styrkeklasse C24.   |
|                | Optimera  | Finerplater                         | Finerplater av furu (mykt trevirke) til benyttelse som bærende komponenter i tørre og fuktige omgivelser, gulvdekker på bjelkelag i tørre omgivelser og taktekke på bjelkelag i tørre eller fuktige omgivelser.                     |
| Betong         | Norbetong | Herdet, fersk fabrikkblandet betong | Herdet betong benyttet i gulv og himling. Fasthetsklasser B10-B45, Bestandighetsklasser M60, Ikke lavkarbon   |
| Standarskinner | Gyproc    | Gyproc SK/UI                        | Standarskinne i stål som benyttes som topp- og bunnskinne ved oppbygging av innervegger   |