

Personburna mätningar med direktsensorer på sjömän hösten 2023

Projekttitel: "Har vi rätt värde? Personlig mätning av exponering för partiklar hos sjömän"

Rickie Möller, Yrkeshygieniker

Håkan Tinnerberg, Yrkeshygieniker

Helena Eriksson, Överläkare

**Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska
Universitetssjukhuset**

Monica Lundh, Docent

**Avdelningen för Maritima studier vid
Institutionen för mekanik och maritima
vetenskaper.**

Bakgrund och syfte

Helena Eriksson, överläkare på Arbets- och miljömedicin i Göteborg har fått anslag från Stiftelsen Sveriges Sjömanshus för att undersöka om personburen mätutrustning (sensorboxar) kan användas för att mäta partiklar i sjömäns arbetsmiljö. I en stor europeisk studie, EPHOR, undersöks personer från allmänbefolkningen med sensorboxar, aktivitetsklocka, passiva provtagare, urinprov, blodprov och lungfunktionstest och genom forskningssamarbete har vi fått möjligheten att testa dessa metoder och utrustningar på fem sjömän.

Syftet med mätningen var därför att undersöka huruvida direktvisande personburna sensorboxar kan användas för att mäta exponering i sjömäns arbetsmiljö inkluderande även sensorboxarnas hanterbarhet.

I denna rapport presenteras enbart resultaten från sensorboxarna. Resultaten från aktivitetsklockorna, passiva provtagarna, urin- och de flesta blodproven kommer att presenteras på gruppnivå och anonymt i EPHOR-studien i ett senare skede. Deltagarna har redan fått individuell återkoppling gällande deras lungfunktionstest och ett av blodproven gällande blodkroppar som vi har analyserat själva, övriga blodprov kommer att analyseras först i ett senare skede via EPHOR-studien, dessa övriga blodprov är också mest intressanta ur ett forskningsperspektiv och inte relevanta för den enskilde individen.

Material och metoder

Fem sjömän (en matros, en timmerman, en diskare och två motormän) som arbetade på Stena Germanica i Göteborg rekryterades. Sjömännen fick ha på sig sensorboxar (VTEC) som bl a mäter partiklar (PM1, PM2.5 och PM10), buller, temperatur och relativ luftfuktighet, allt tidsupplöst per minut. Sensorboxarna placerades runt midjan i ett bälte. Sjömännen fick uppdraget att hantera sensorboxarna själva genom att fylla i ett tidschema när sensorboxarna togs på och togs av, datum och tid för incidens (exempelvis misstänkt hög exponering eller att man tappade sensorboxen i golvet) och själva överföra data och ladda. Mätperioden var 16 – 24 oktober för matrosen, timmermannen och diskaren och 18 – 24 oktober för de två motormännen.

Resultat

På grund av sjukdom blev det ett bortfall under mätperioden (timmermannen). Vidare visade det sig att tiden i sensorboxarna inte var synkroniserade, vilket gör tolkningen svårare. Mest tillförlitliga data hade sensorboxarna som matrosen och diskaren bar. Deras data presenteras i avsnittet nedan. Den ena motormannens sensorbox hade väldigt spretiga

data, medan den andre motormannen hade konstant, linjära data vilket är orimligt. Dessa kommer inte beröras under resultat men kan hittas i bilaga 1.

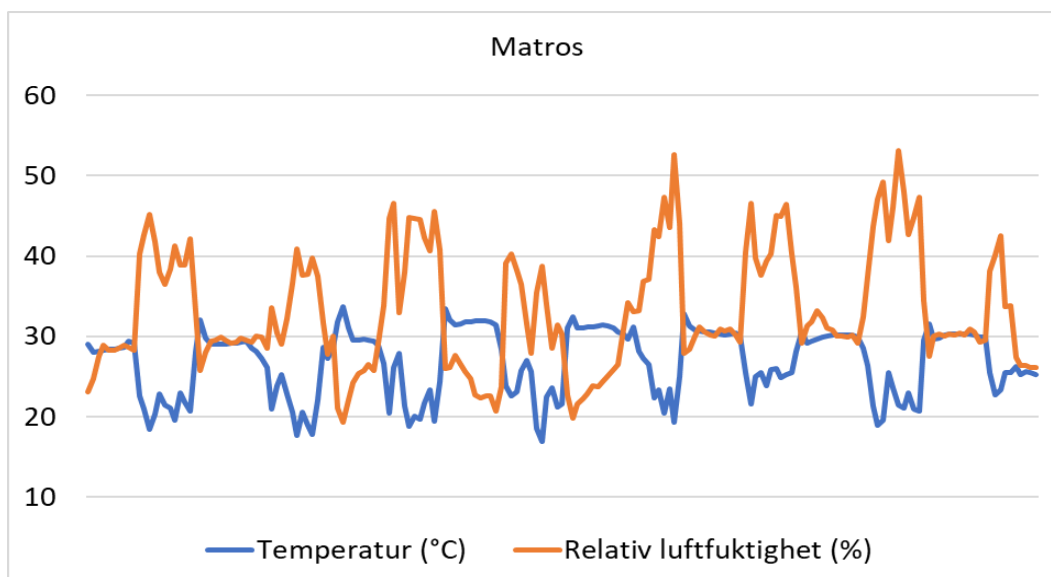
För att få en mer överskådlig bild, har minutmedel räknats om till timmedel och tidsaxeln har tagits bort eftersom tidsynkroniseringen var felaktig i sensorboxarna. PM10 och PM1 redovisas inte eftersom fraktionerna korrelerade väl med PM2.5. Det enda som skiljde var att PM10 och PM1 visade högre respektive lägre i luftkoncentration.

Sensorbox – Matros

I figur 1 syns matrosens temperatur- och relativa fuktighetsdata per timme som visar åtta "kluster" när temperaturen sjunker och den relativa fuktigheten ökar. Detta är sannolikt då matrosen arbetar eftersom:

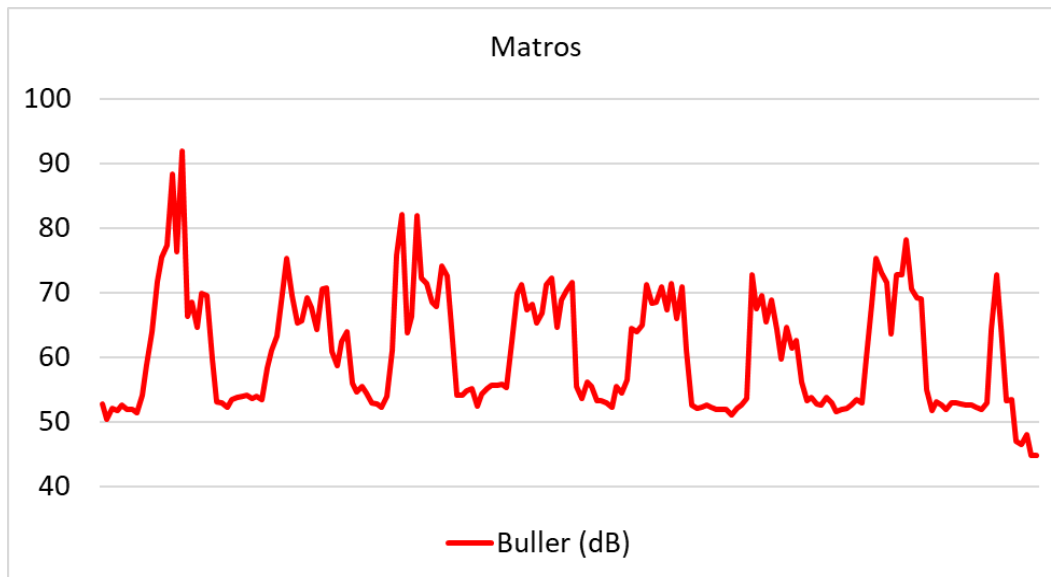
- På däck är det hög luftfuktighet och kallare jämfört med fartygets hytter och lokaler
- mätningen pågick i nio dagar (man kan se i början på grafen en antydning till ett kluster som inte hamnat med i figuren).

Under arbete ligger temperaturen omkring 18 – 25°C och den relativa fuktigheten omkring 40 – 50%. Temperaturen och den relativa luftfuktigheten korrelerar generellt omvänt med varandra, dvs när temperaturen sjunker ökar den relativa luftfuktigheten och vice versa. Temperaturen var konstant mellan klustren och det borde rimligen vara då sensorboxen var placerad i matrosens hytt efter arbetspassets slut. Dock är temperaturen under dessa perioder ibland över 30°C, vilket verkar högt. Den relativa luftfuktigheten var inte alltid konstant under dessa perioder, ibland ökade den och ibland sjönk den.



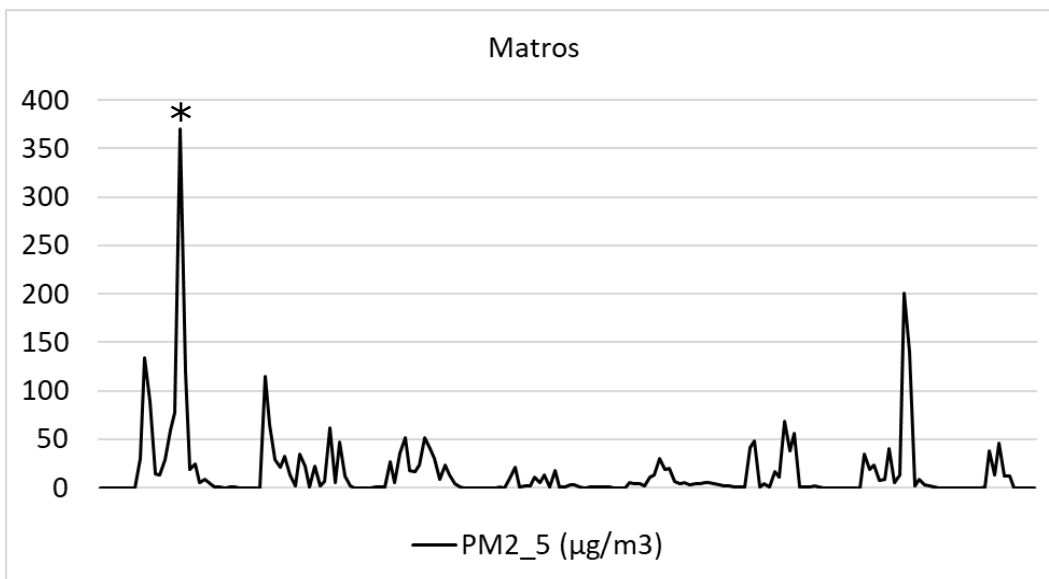
Figur 1. Matrosens exponering för temperatur och relativ fuktighet (timmedel).

I figur 2 visas matrosens bullerexponering som timmedelvärde, dock bör det nämnas att majoriteten av tiden används hörselskydd. Det går att se att bullernivån kan bli hög, potentiellt även över gränsvärdet (>85 dB), under förutsättning att sensorn visar en korrekt bullernivå. I hytten låg bullernivån generellt omkring 50-60 dB, vilket är rätt högt för att vara en plats för återhämtning och sömn.

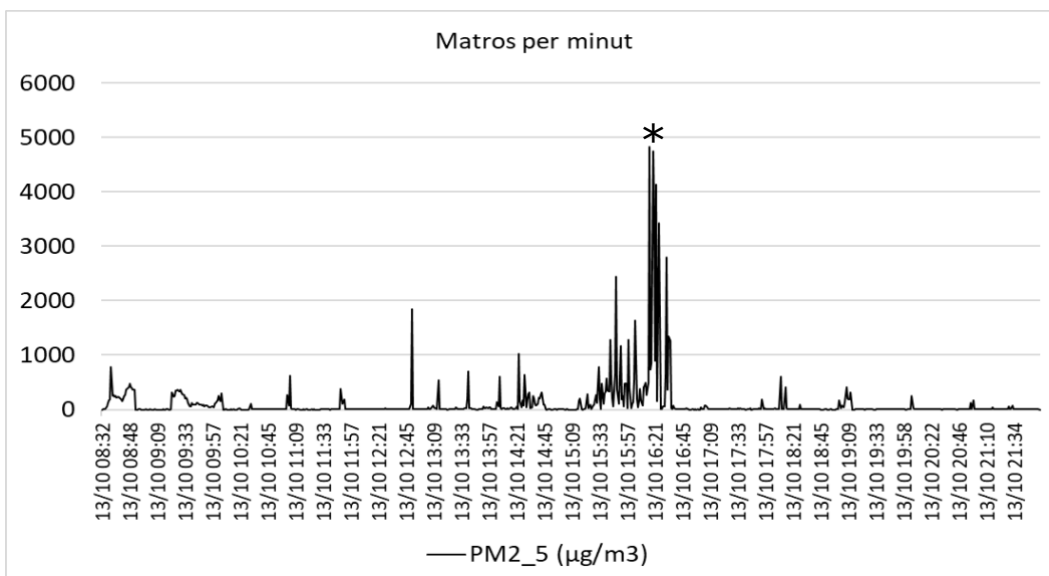


Figur 2. Matrosens exponering för buller (i dB) som timmedelvärde.

I figur 3a syns matrosens exponering för partiklar som timmedel (PM2.5). Första klustret visar en topp (* i figur 3a) omkring $370 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Majoriteten av exponeringen härstammar från en källa, en plats eller kanske arbetsuppgift matrosen utförde som pågick i ca en timme (figur 3b). Exponeringen är stundtals över $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är en hög exponering.



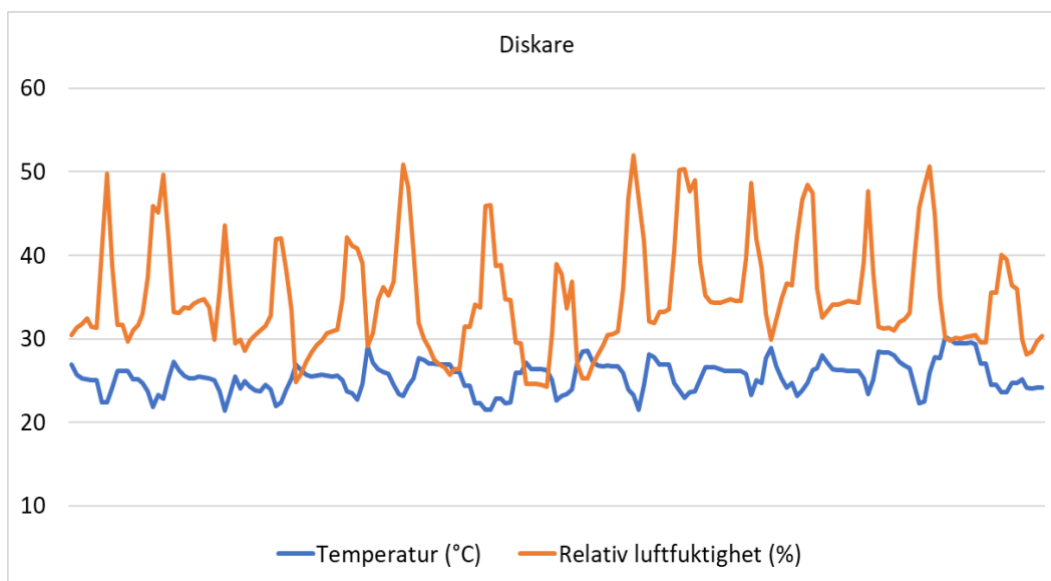
Figur 3a. Matrosens exponering för partiklar, timmedelvärde (PM2.5).



Figur 3b. Matrosens exponering för partiklar som minutmedel (PM2.5), förstordad på första klustret i figur 3a. Den höga toppen i figur 3a beror på någonting som pågick i ca en timme, vilket kan vara en källa, en plats eller en arbetsuppgift matrosen utförde vilket ledde till hög exponering.

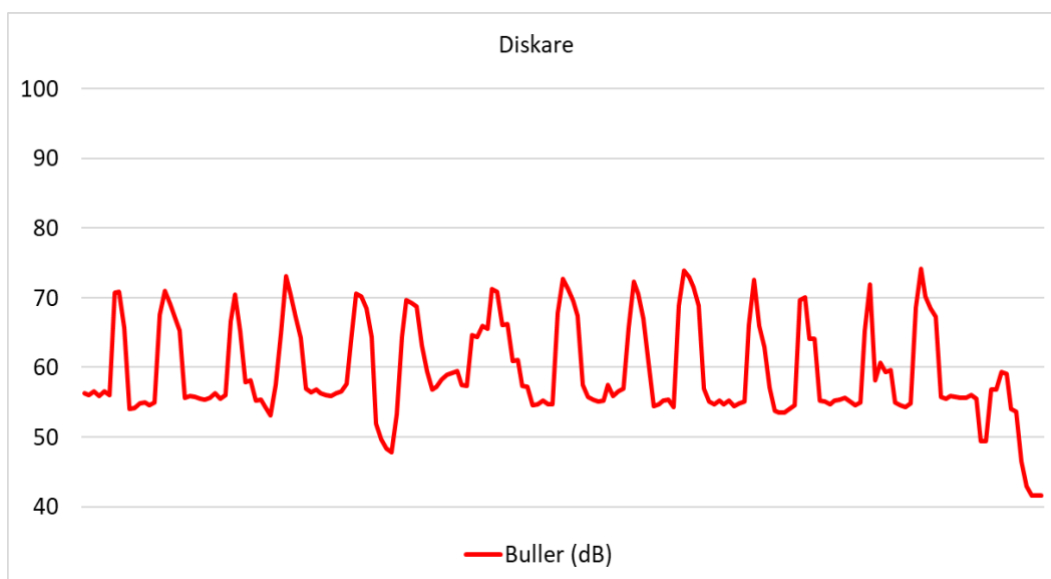
Sensorbox – Diskare

I figur 4 syns diskarens temperatur- och relativa fuktighetsdata. Hypotesen var att diskaren vistades i en miljö som var varmare och fuktigare än miljön för personalen på däck. I stället för åtta kluster är det för diskaren 15 toppar. Temperaturen var generellt högre och mer konstant mellan 22 – 27°C och den relativa fuktigheten mellan 30 – 50 % vilket visar ungefär samma relativ luftfuktighet som matrosens miljö, möjligen något högre i snitt.



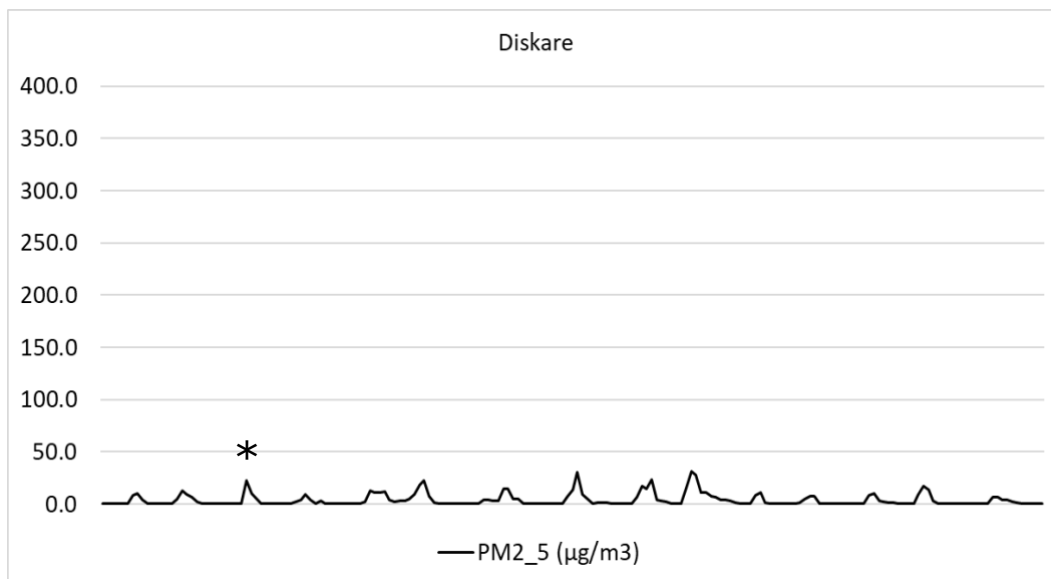
Figur 4. Diskarens exponering för temperatur och relativ fuktighet (timmedel).

I figur 5 syns diskarens exponering för buller. Bullernivå under arbete låg i snitt strax över 70 dB, medan det under vila låg omkring 55 dB vilket är relativt hög bullernivå.

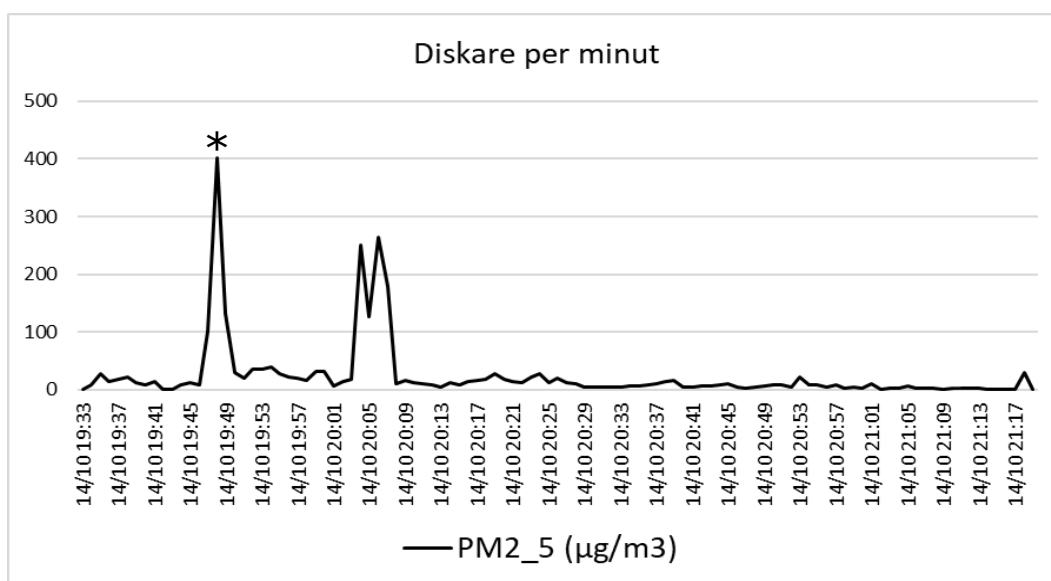


Figur 5. Diskarens exponering för buller (i dB) som timmedel.

Diskarens exponering för partiklar var generellt låg jämfört med matrosen (figur 6a), då halterna i genomsnitt per timme inte överskred $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det tredje klustret i figur 6a (märkt *) härstammar från någonting diskaren gjorde i enbart några minuter, vilket ledde till en exponering omkring $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 6a. Diskarens exponering för partiklar (PM2.5, µg/m³) i timmedel.



Figur 6b. Diskarens exponering för partiklar i minutmedel förstorad på första klustret i figur 3a. Anledningen till att exponeringen blev låg i figur 6a beror på att den exponeringen var hög i enbart några minuter, vilket gör att genomsnittsexponeringen över en timme blir låg.

Hanterbarhet

Sensorerna var enkla att hantera enligt sjömännen, inga problem rapporterades.

Sensorerna var även okomplicerade att hantera i ett mät-perspektiv, det vill säga för yrkeshygieniker som är van vid att bedriva mätningar i arbetsmiljö.

Däremot så gick det inte att kontrollera att mätningarna fungerade under pågående mätning, utan enbart i efterhand.

Diskussion

Sensorboxar

Resultaten i vår pilotstudie indikerar sammantaget att sensorboxarna har potential att ge en överblick av källor till problematiska exponeringar och ge en vägledning till var man ska göra riktade och mer precisa "traditionella" mätningar för att jämföra med gräns- och riktvärden. Ibland behövs dock inte traditionella mätningar, indikatorer kan ge tillräckligt med information – Bullernivåerna är höga oavsett om mätaren visar 90 eller 95 db. En fördel med sensorboxarna är också den höga tidsupplösningen innebärande att man kan följa exponeringen varje enskild minut och sedan vid behov räkna om till tim-exponering. Sensorboxar kan också vara praktiska att använda på arbetsgrupper som är svåra att följa på grund av att arbetet är "resande" och ofta sker i många olika utrymmen, såsom sjömän, sotare etc.

Sjömännen upplevde att sensorboxarna var lätta att hantera, vi uppfattade inga bekymmer med hanterbarheten utifrån sjömännens perspektiv.

I vår pilotstudie använde vi oss av dagböckerna från EPHOR, den övergripande studien som vår pilotstudie inkluderades i. Det hade sannolikt varit mer informativt att utveckla en mer detaljerad dagbok för att lättare se vilka arbetsmoment som ledde till en betydande exponering. Dock hade det under våra mättillfällen ändå inte utgjort någon skillnad med egendesignad dagbok eftersom tidssynkroniseringen ändå visade sig vara felaktig i sensorboxarna, troligen fabrikationsfel. Noteras att det är en stor nackdel med denna typ av mätstrategi där man inte kan kontrollera att utrustningen fungerar som den ska förrän efter slutförda mätningar. I slutändan gick det ändå att tolka data till viss del trots att tidssynkroniseringen var felaktig och vi bedömer att denna typ av direktvisande sensorboxar har potential att vara lämpliga att använda i vissa typer av arbetsmiljöer.

I alla figurerna förutom figur 3b och 6b har minutdata räknats om till medel över en timme. Det finns både för och nackdelar med detta. Fördelen är man får en bättre överblick av genomsnittsexponeringen över dagar, medan nackdelen är att korta, höga exponeringsmoment försvinner eller förminskas, som man kan se i figur 3a (jämför med 3b). Skulle vi i stället presenterat minutdatan över alla sex respektive åtta arbetsdagar hade det blivit för hög upplösning. Man kan dock "zooma in" på intressanta dagar för att närmare undersöka hur hög momentanexponeringen var.

Vi kunde se att matrosens genomsnittsexponering per timme var som högst $370 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket härstammade från ett arbetsmoment matrosen utförde i ca

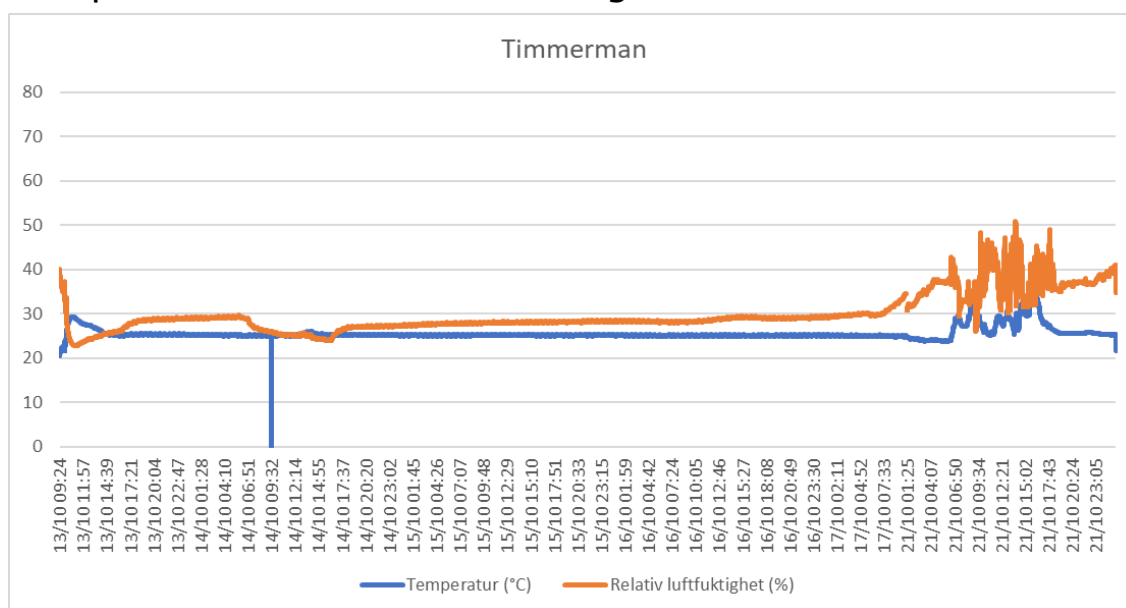
en timme med exponeringstoppar uppemot 4000 µg/m³, vilket är en hög exponering. Utifrån sensorboxarna och dagböckerna kunde vi i vår pilotstudie inte avgöra vilket arbetsmoment det var, men vi ser i detta exempel att sensorboxarna har potential att visa vilka moment som leder till en exponering som behöver åtgärdas.

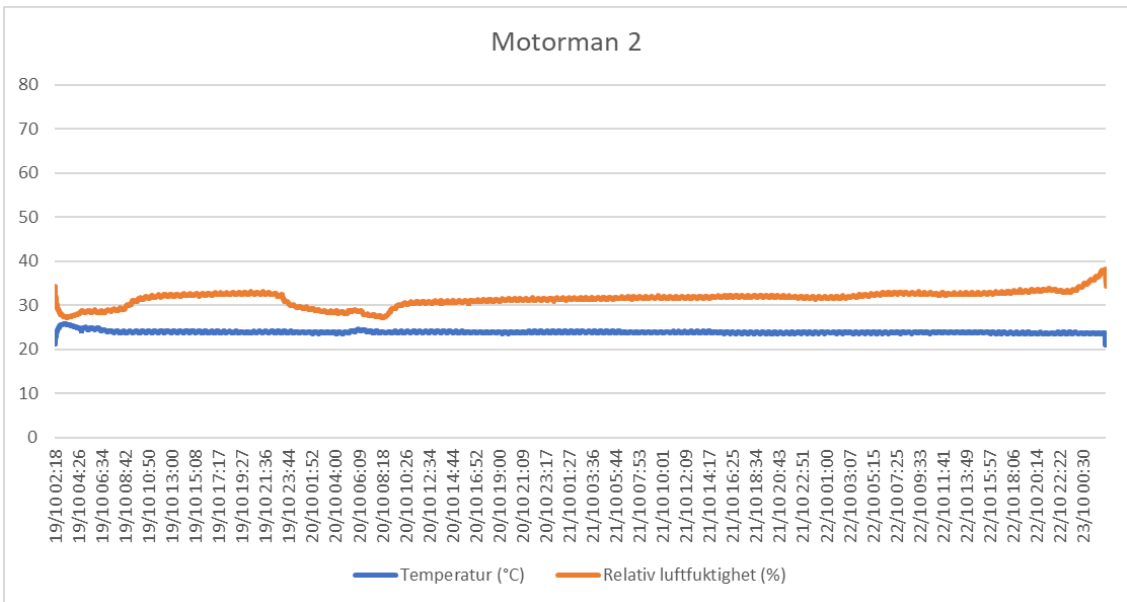
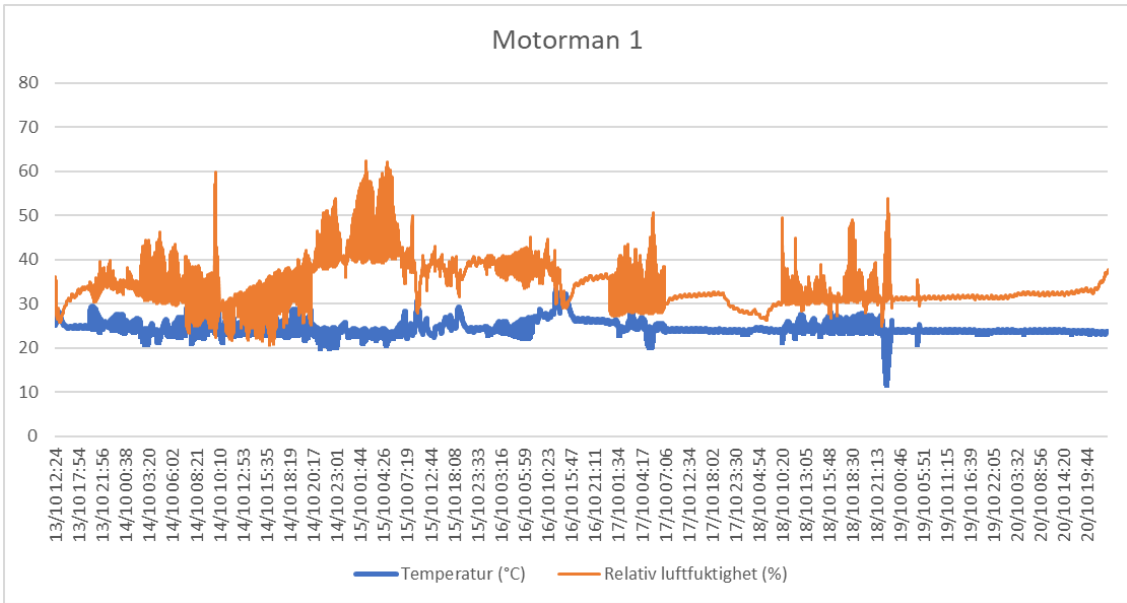
Bullernivåerna var relativt höga i sjömannens hytter. Buller är sömnstörande och kan öka risken för hjärtkärlsjukdom varför det skulle vara värdefullt med upprepade mätningar av bullernivåer för att efter det ta ställning till eventuella riktade insatser gällande bullernivåer i hytter. Bullernivåerna var även höga under arbetstid men då användes mestadels hörselskydd. Det är viktigt att vara konsekvent med användning av hörselskydd när dessa behövs, förhållandevis korta bullerexponeringar kan skada hörseln.

Vissa av resultaten från sensorerna är svåra att tolka. Exempelvis visar sensorerna ibland en temperatur uppemot 30 °C i sjömannens hytter. Orsaken är okänd, men det skulle kunna bero på att sensorn var placerad nära ett element, handhavandefel eller tekniska fel i apparaturen. Det kan givetvis vara så att det faktiskt är så pass varmt i hytterna och det borde i så fall undersökas vidare. Med denna typ av direktvisande sensorboxar som mäter många olika parametrar blir det sannolikt en kompromiss någonstans, det vill säga att kvantiteten går före kvalitén på data. Sammanfattningsvis bedöms dessa direktvisande sensorboxar ha potential för att användas som indikerande mätningar, de är även enkla för arbetstagare att hantera inom arbetsmiljöer som tidigare har varit svåra att mäta exponering på.

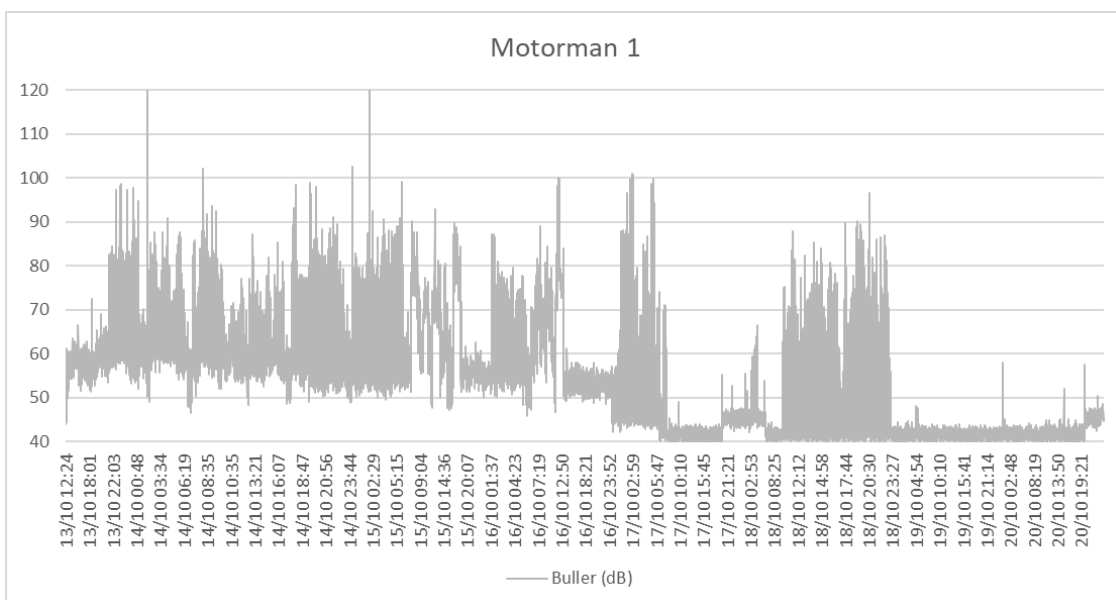
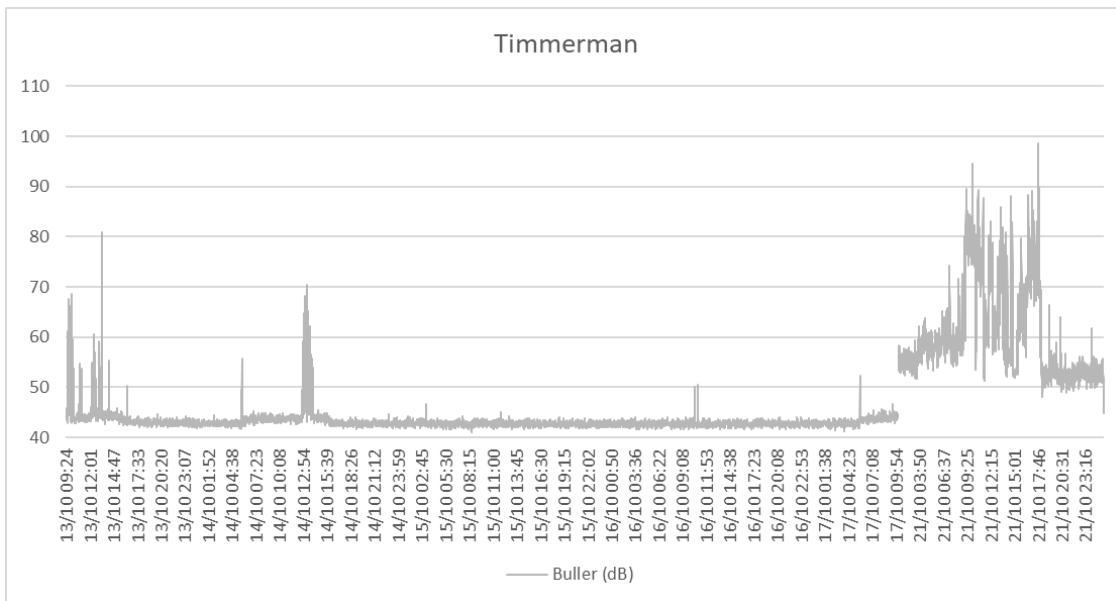
Bilaga 1

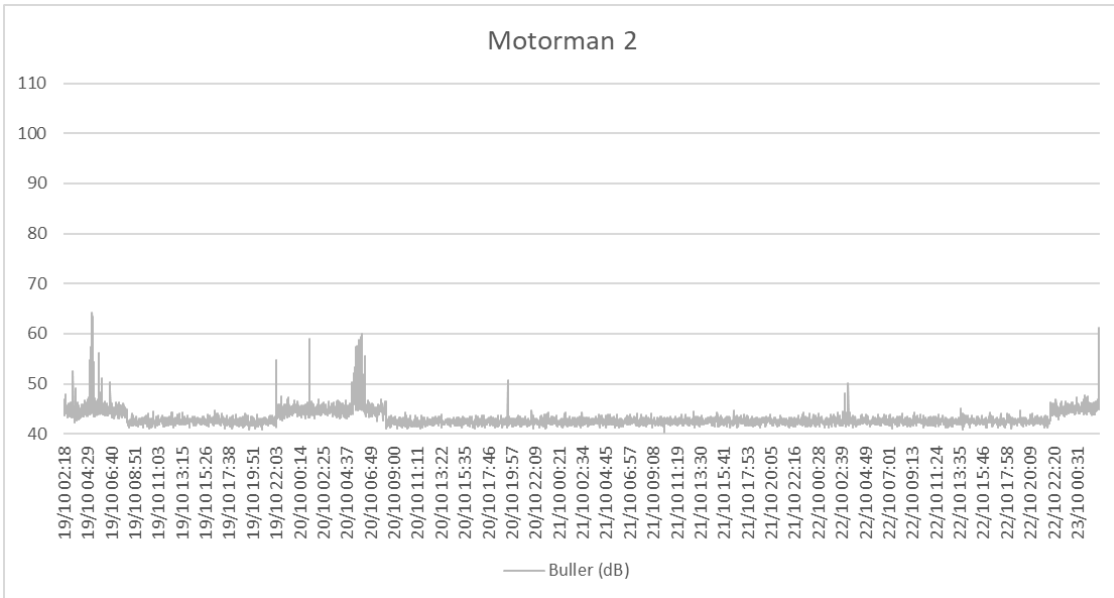
Temperatur och Relativ luftfuktighet





Buller





Partiklar

