



Slutrapport for projektet

Objektive målinger af ergonomiske arbejds- eksponeringer i arbejdsmiljøover- vågningen

Rasmus Kildedal, Nidhi Gupta, Ninna Maria Wilstrup og Andreas Holtermann

Det Nationale Forskningscenter for arbejdsmiljø, april 2024

Objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer i arbejdsmiljø- overvågningen

Rasmus Kildedal, Nidhi Gupta, Ninna Maria Wilstrup og Andreas Holtermann

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, København 2024

NFA-rapport

Titel	Objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer i arbejdsmiljøovervågningen
Forfattere	Rasmus Kildedal, Nidhi Gupta, Ninna Maria Wilstrup og Andreas Holtermann
Udgiver	Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)
Udgivet	April 2024
Finansiel støtte	Arbejdsmiljøforskningsfonden
ISBN	978-87-7904-422-7
Internetudgave	nfa.dk

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

Lersø Parkallé 105
2100 København Ø
Tlf.: 39165200
Fax: 39165201
e-post: nfa@nfa.dk
Hjemmeside: nfa.dk

Forord

Dette projekt blev igangsat med det formål at adressere manglende forskning inden for ergonomiske arbejdseksponeringer baseret på objektive målinger. Det manglende fokus på området kan muligvis skyldes fraværet af et billigt og nemt anvendeligt redskab til objektivt at måle arbejdseksponeringer. Denne rapport er resultatet af udviklingen og evaluering af den første version af vores objektive målesystem for ergonomiske arbejdseksponeringer, som vi har døbt *Motus*.

Rapporten indeholder en beskrivelse af projektets tre faser med en redegørelse af metoder og delresultater fra hver fase ved brugen af *Motus*. Rapporten afsluttes med et blik mod fremtiden inden for objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer og en konklusion, der opsummerer undersøgelsens vigtigste resultater.

Vi vil gerne sige tak til alle de personer, der har deltaget i undersøgelsen, samt de samarbejdspartnere og medarbejdere, der har bidraget til undersøgelsen og udarbejdelsen af denne rapport. En særlig tak til den faglige følgegruppe bestående af Annette Hoffmann (DI), Camilla Aunsholm Madsen (AT), Jens Skovgaard Lauritsen (DA), Lene Flint Andersen (FOA), Morten Bisgaard Andersen (NNF), Niels Sørensen (FHO), Peter Faarbæk (3F) og den videnskabelige følgegruppe bestående af Emmanuel Stamatakis (University of Sydney, Australien), Leon Straker (Curtin University, Australien), Mette Aadahl (Københavns Universitet), Peter Johansson (Uppsala University, Sverige) og Paul Jarle Mork (Norwegian University of Science and Technology, Norge), som har bidraget til udviklingen og evalueringen af det objektive målesystem *Motus*. Dertil vil vi gerne takke de mange medarbejdere fra NFA, virksomheden SENS Innovation og andre eksterne samarbejdspartnere, der har bidraget til projektet. Projektet blev gennemført fra september 2020 til januar 2024 på Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA) med støtte fra Arbejdsmiljøforskningsfonden.

God læselyst.

April 2024

Nidhi Gupta
Seniorforsker, projektleder
Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, Danmark

Indholdsfortegnelse

Objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer i arbejdsmiljøovervågningen	2
Forord	4
Indholdsfortegnelse.....	5
Sammenfatning.....	6
Summary	7
1.0 Indledning.....	8
1.1 Ergonomiske eksponeringer i arbejdsmiljøovervågningen	8
1.2 Objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen.....	10
1.3 Formålet	12
2.0 Metode og resultater.....	12
2.1 Fase 1.....	13
2.1.1 Delkonklusion.....	13
2.2 Fase 2.....	14
2.2.1 Motus som mock-up.....	14
2.2.2 Fra mock-up til prototype	15
2.2.3 Delkonklusion.....	16
2.3 Fase 3.....	17
2.3.1 Delkonklusion.....	19
3.0 Perspektivering.....	20
3.1 Fremtidig brug af Motus i arbejdsmiljøovervågningen.....	21
3.1.1 Lav deltagelsesprocent	21
3.1.2 Tab af bevægelsesmålere	22
3.1.3 Registrering af arbejds- og søvntid	23
3.3 Det næste skridt	24
4.0 Konklusion	25
Efterskrift	26
Referencer	27

Sammenfatning

Ny forskning tyder på, at et billigt og let anvendeligt objektivt målesystem kan forbedre nøjagtigheden af vores viden om arbejdsmiljøets eksponeringer. Et mere præcist billede af ergonomiske eksponeringer på arbejdspladser kan give et bedre grundlag for prioritering af og målrettede indsatser, hvilket kan styrke forebyggelsen af muskelskeletbesvær (MSB) og fremme sundheden for arbejdstagerne i Danmark.

Projektets formål var derfor at udvikle, afprøve, tilpasse og evaluere et billigt og brugervenligt system til objektive målinger af ergonomiske arbejds eksponeringer til potentiel fremtidig anvendelse i arbejdsmiljøovervågningen i Danmark.

Samlet kaldte vi det objektive målesystem for *Motus*, som er latin for bevægelse.

Objektive målinger indsamles ved hjælp af små trådløse bevægelsesmålere, som bæres på kroppen, og som kan indsamle data over flere dage. For at gøre denne type måling nem og billig er det vigtigt at mindske tidsforbruget for både bruger og administratorer. Det skal være nemt at bruge for alle deltagere, uanset køn, alder, jobtype og uddannelsesniveau, og det skal guide hver enkelt deltager gennem hele målingen uden behov for assistance fra en administrator. Vi skitserede de første idéer til, hvordan appen skulle se ud, ved hjælp af en mock-up, hvor formålet er at tegne og fremvise et eksempel af appen og teste det på slutbrugere. På den måde sikrede vi en god forståelse af navigationen i appen, før vi investerede mange ressourcer i udviklingen af selve appen. Samtidig sikrede vi, at der blev tilføjet bedre information og tilmeldingsmuligheder på hjemmesiden, hvilket optimerede brugervenligheden.

Motus blev herefter testet i større skala for at illustrere de omstændigheder, det medfører at bruge objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen. Et udvalg af deltagere fra forskellige jobgrupper, der deltog i arbejdsmiljøovervågningen i 2021 (NOA-L), blev inviteret gennem e-Boks til at bruge Motus. Generelt rapporterede 98 % af deltagerne, at de kunne bruge Motus uden større problemer. I gennemsnit brugte deltagerne 73 minutter på systemet, herunder at sætte bevægelsesmålerne på, registrere i systemet samt uploade dataindsamlingen, mens administratorerne (forskerne) brugte 15 minutter pr. deltager, hvilket resulterede i en omkostning på 691 kr. pr. deltager.

Motus viste således stort potentiale til at indsamle objektive målinger af arbejds eksponeringer. Med yderligere forfinelse og udvikling kan Motus bruges til at måle eksponeringer via objektive målinger, og det har således potentiale til at revolutionere tilgangen til at overvåge og vurdere eksponeringer på tværs af forskellige jobkategorier.

Summary

New research suggests that replacing surveys with inexpensive and easy-to-use movement sensors (objective measurements) can enhance the accuracy of the knowledge we obtain about ergonomic work exposures in occupational health surveillance. A more precise understanding of ergonomic exposures in workplaces through occupational health surveillance can provide a better basis for prioritizing and targeting interventions, thereby contributing to strengthening prevention and the health of employees in Denmark.

The purpose of the project was therefore to develop, test, adapt, and evaluate a cheap and user-friendly system for objective measurements of ergonomic work exposures for potential future use in occupational health surveillance in Denmark.

We named the system for objective measurements *Motus* which is latin for movement.

Objective measurements are collected using small wireless motion trackers worn on the body, capable of gathering data over multiple days. To make this type of measurement easy and cost-effective, it is important to minimize the time required for both users and administrators. It should be user-friendly for all participants, regardless of gender, age, job type, or educational level, guiding each participant through the entire measurement process without the need for assistance from an administrator. We outlined initial ideas on how the app should look using a mock-up, aimed at drawing and showcasing an example of the app and testing it on end-users. This ensured a good understanding of app navigation before investing significant resources in actual app development. Simultaneously, we ensured that better information and registration options were added to the website and optimized usability.

A selection of participants from various job groups who participated in occupational health surveillance in 2021 (NOA-L) were invited via e-Boks to use Motus. In general, 98 % of participants reported that they could use Motus without major issues. On average, participants spent 73 minutes on the system, including putting on the motion trackers, registering in the system, and uploading data collection, while administrators (researchers) spent 15 minutes per participant, resulting in a cost of 691 DKK per participant.

Motus thus showed great potential as a measurement method during a larger data collection within occupational health surveillance. With further refinement and development, Motus has the potential to revolutionize the approach to monitoring and assessing exposures across different job categories.

1.0 Indledning

Det er vigtigt at prioritere et godt ergonomisk arbejdsmiljø, da det kan minimere risikoen for at udvikle smerter i kroppen, langtidssygefravær og tidlig tilbagetrækning fra arbejdsmarkedet [1-3]. Det er derfor vigtigt at styrke den forskningsbaserede viden om ergonomi på arbejdspladserne i Danmark. Arbejdsmiljøovervågningen udgør en vigtig komponent i at skabe en bred og dybdegående viden om arbejdsmiljøet i Danmark. I det følgende vil vi komme nærmere ind på, hvordan objektive målinger kan være en oplagt måde at styrke denne forskningsbaserede viden om bl.a. arbejdseksposeringer i arbejdsmiljøovervågningen på en nem og billig måde.

1.1 Ergonomiske eksponeringer i arbejdsmiljøovervågningen

Arbejdsmiljøovervågningen sikrer, at vi får indsamlet information om arbejdsmiljøet, som kan bruges til at prioritere, målrette og forbedre arbejdsmiljøet på arbejdspladser over hele landet. Arbejdsmiljøovervågningen spiller således en nøglerolle i bl.a. at fremme et godt ergonomisk arbejdsmiljø.

Arbejdsmiljøovervågningen giver os bl.a. grundlæggende viden om, hvilke brancher der står over for de største udfordringer. Den afdækker, hvilke specifikke ergonomiske udfordringer de enkelte brancher står over for, og hvordan det ergonomiske arbejdsmiljø har ændret sig på tværs af brancher over tid. Denne indsigt er uvurderlig for at kunne prioritere, hvilke brancher der har mest brug for tiltag rettet mod det ergonomiske arbejdsmiljø, og identificere de specifikke ergonomiske arbejdseksposeringer, som disse tiltag bør målrettes mod. Arbejdsmiljøovervågningen bidrager derudover til at fastsætte mål for forbedringer af det ergonomiske arbejdsmiljø og til sidst at evaluere effekten af ergonomiske arbejdsmiljøtiltag, der bliver igangsat på tværs af brancher.

I dag baserer arbejdsmiljøovervågningen af det ergonomiske arbejdsmiljø i Danmark sig primært på spørgeskemaer, som sendes ud hvert andet år til tusindvis af lønmodtagere [4]. Disse spørgeskemaer om ergonomiske arbejdseksposeringer (se figur 1) er anerkendt som en væsentlig indikator for risiko og fremtidig udvikling af MSB, sygefravær og fastholdelse på arbejdsmarkedet [1, 3, 5, 6], og de spiller derfor en central rolle i både arbejdsmiljøovervågningen og det forebyggende arbejdsmiljøarbejde i Danmark.

Hvor stor en del af din arbejdstid:	
Sidder du?	Næsten hele tiden Ca. $\frac{3}{4}$ af tiden Ca. $\frac{1}{2}$ af tiden Ca. $\frac{1}{4}$ af tiden Sjældent Aldrig
Går eller står du?	Næsten hele tiden Ca. $\frac{3}{4}$ af tiden Ca. $\frac{1}{2}$ af tiden Ca. $\frac{1}{4}$ af tiden Sjældent Aldrig
Arbejder du med ryggen vredet eller foroverbøjet?	Næsten hele tiden Ca. $\frac{3}{4}$ af tiden Ca. $\frac{1}{2}$ af tiden Ca. $\frac{1}{4}$ af tiden Sjældent Aldrig
Har du armene løftet i eller over skulderhøjde?	Næsten hele tiden Ca. $\frac{3}{4}$ af tiden Ca. $\frac{1}{2}$ af tiden Ca. $\frac{1}{4}$ af tiden Sjældent Aldrig
Gør du gentagne armbevægelser (fx pakkearbejde, montering, maskinføddning, udskæring)?	Næsten hele tiden Ca. $\frac{3}{4}$ af tiden Ca. $\frac{1}{2}$ af tiden Ca. $\frac{1}{4}$ af tiden Sjældent Aldrig

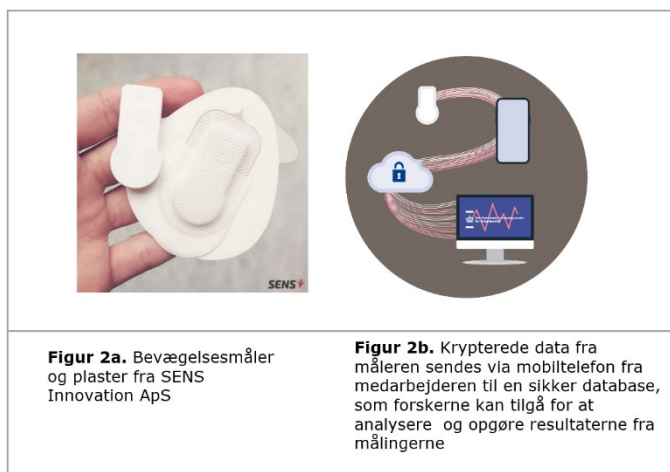
Figur 1. Eksempel på spørgsmål om ergonomiske arbejdseksponeringer fra National Overvågning af Arbejdsmiljøet blandt Lønmodtagere (NOA-L) i 2023 [7].

Spørgeskemaet er en nem og billig metode til at indsamle oplysninger fra mange mennesker, hvilket gør metoden velegnet til arbejdsmiljøovervågningen. Der er dog de seneste år blevet sat spørgsmålstegn ved pålideligheden af spørgsmålene i arbejdsmiljøovervågningen relateret til MSB-eksponeringer. Forskning har vist, at besvarelserne på disse spørgsmål om ergonomiske arbejdseksponeringer kan være ret upræcise [8-11], og det har betydning for både arbejdsmiljøovervågningen og forskning. Den upræcise viden kan nemlig påvirke vores viden og evne til at prioritere og målrette forebyggende indsatser inden for ergonomisk arbejdsmiljø og dermed forebyggelsen af MSB, sygefravær og førtidig tilbagetrækning i Danmark.

Et mere nøjagtigt alternativ til spørgeskemaer er den objektive måling af ergonomiske arbejdseksponeringer. Disse målinger udføres ved hjælp af små trådløse bevægelsesmålere, som bæres på kroppen og som kan indsamle data over flere dage [12]. De objektive målinger er oplagte til at levere mere præcis viden om de ergonomiske arbejdseksponeringer, medarbejderne har i løbet af en arbejdsdag, men de har indtil videre primært været anvendt i forskning. Indtil for nyligt har de målesystemer, der er anvendt til at indsamle objektive målinger, nemlig været dyre at anvende, besværlige for deltagerne og krævet betydelig ekspertise inden for databehandling og analyse fra forskernes side [13]. For at bruge objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen har der derfor været brug for at udvikle og afprøve et mere brugervenligt og billigt system, der nemt kan anvendes til at måle en række ergonomiske arbejdseksponeringer under arbejdet.

1.2 Objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen

Som beskrevet i afsnittet ovenfor er der potentialer i at anvende objektive målinger af medarbejdernes ergonomiske arbejdseksponeringer i løbet af en arbejdsdag. Det overordnede formål i dette projekt var derfor at afklare, hvorvidt og hvordan objektive målinger af MSB-eksponeringer kan udvikles og inddrages i arbejdsmiljøovervågningen i Danmark.



Figur 2a. Bevægelsesmåler og plaster fra SENS Innovation ApS

Figur 2b. Krypterede data fra måleren sendes via mobiltelefon fra medarbejderen til en sikker database, som forskerne kan tilgå for at analysere og opgøre resultaterne fra målingerne

Ved projektets opstart var der netop udviklet en ny type bevægelsesmåler (SENS Innovation), som er billig, lille, trådløs og har lang batterilevetid (se figur 2a). Disse målere gør det nemt at indsamle data, da de kan sendes med post direkte til danske lønmodtagere, som selv kan sætte dem på. Data fra de trådløse bevægelsesmålere kan automatisk overføres via

en mobilapp til en sikker database og administreres gennem et webbaseret system, hvor forskerne

kan følge med i målingen og se resultaterne (se figur 2b)[14]. Selvom disse bevægelsesmålere oprindeligt var designet til et andet formål, øjnede vi i dette projekt en mulighed for, at teknologien også kunne videreudvikles og potentielt bruges i arbejdsmiljøovervågningen.

Gennem dialog med centrale interessenter for arbejdsmiljøovervågningen i Danmark og teknologivirksomheden SENS identificerede vi følgende otte trin til, hvordan objektive målinger af ergonomiske arbejdseksposeringer kan gennemføres i praksis til arbejdsmiljøovervågningen i Danmark (se figur 3). Hvis hvert trin er muligt at eksekvere på, vil vi vurdere brugen af objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen som gennemførligt, nemt og billigt.

8 trin for gennemførelse af objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen



Figur 3. Otte trin for, hvordan objektive målinger af ergonomiske arbejdseksposeringer kan gennemføres i praksis i arbejdsmiljøovervågningen.

For at gennemføre hvert af disse otte trin var der behov for tekniske redskaber, der understøttede bevægelsesmåleren, som oprindeligt ikke var designet til at måle ergonomiske arbejdseksposeringer. Derudover tilføjede vi NFA's i forvejen anerkendte analysesoftware til det websystem [15], der i forvejen hørte til bevægelsesmåleren, så målingerne automatisk blev analyseret, mens deltagerne gik med bevægelsesmåleren. De tekniske redskaber bliver uddybet nærmere i afsnit 2 og består af alt fra en ny hjemmeside med informationer til deltagerne, en oprettelsesportal, hvor vi kunne indsamle deltageres kontaktinformationer, og tilpasninger af databaser, så det var nemmere at indsamle og administrere data i stor skala. Samlet kaldte vi det objektive målesystem for *Motus*, som er latin for bevægelse.

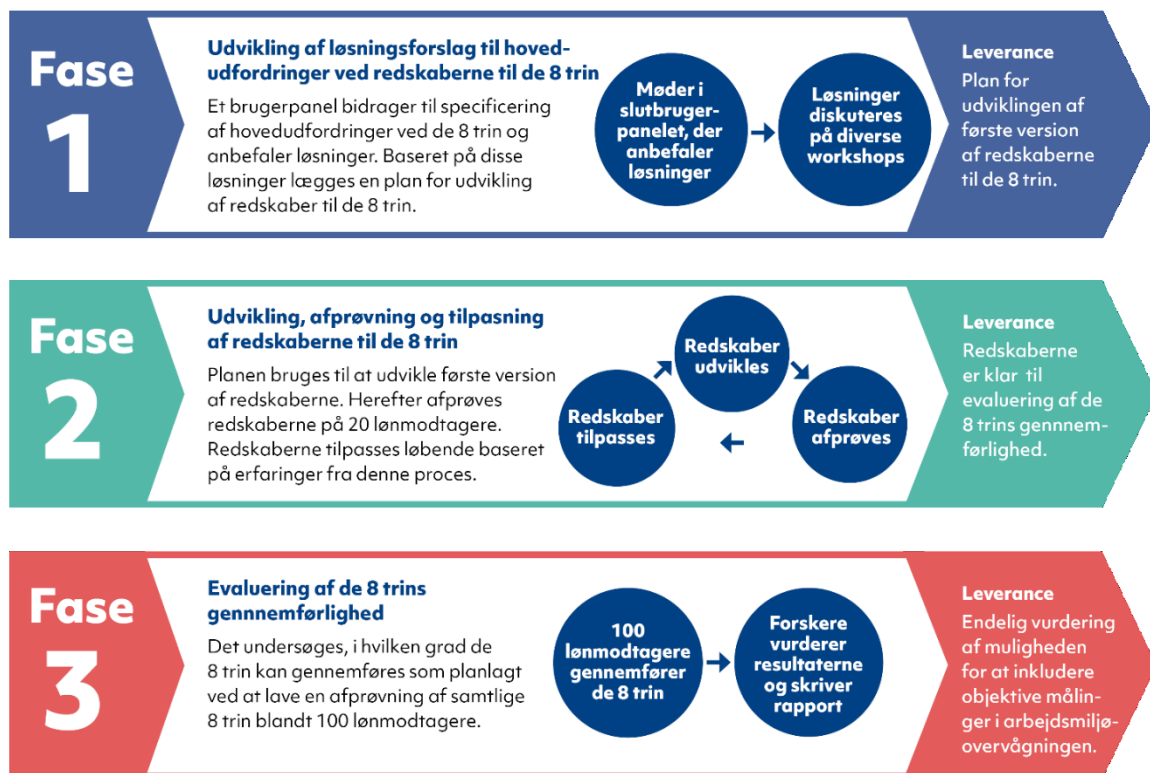
1.3 Formålet

Projektets formål var at undersøge, om det er muligt at udvikle et målesystem til objektive målinger af ergonomiske arbejdsseksponeringer i den danske arbejdsmiljøovervågning, der er gennemførligt og brugervenligt for både deltager og administrator, samtidig med at det er økonomisk overkommeligt.

Projektet bestod af tre faser med fokus på at 1) udvikle systemet, derefter 2) tilpasse og justere systemet gennem afprøvninger og til sidst 3) evaluere systemet for at vurdere, i hvilken grad det kan anvendes til praktisk og omkostningseffektiv overvågning af arbejdsmiljøet.

2.0 Metode og resultater

I dette afsnit gennemgår vi samlet metoderne og resultaterne for hver af de tre faser (figur 4), hvor vi fremhæver den udvikling og tilpasning, vi endte med at foretage efter hver fase, og hvordan vi fandt frem til disse løsninger [16].



Figur 4. Uddybende om projektets tre faser og deres leverancer.

2.1 Fase 1

Formålet ved fase 1 var at identificere alle potentielle udfordringer og løsninger i at udvikle et system, der kunne måle ergonomiske arbejdsponeringer ved brug af objektive målinger.

Ved projektets start blev der oprettet et ekspertpanel bestående af seks repræsentanter for de centrale brugere og interessenter af arbejdsmiljøovervågningen i Danmark. Dette brugerpanel inkluderede repræsentanter fra Fagbevægelsens Hovedorganisation (FH), 3F, Fødevarerforbundet NNF, Arbejdstilsynet (AT), Dansk Industri (DI), FOA og Dansk Arbejdsgiverforening (DA). Der blev også oprettet et internationalt videnskabeligt ekspertpanel, som bestod af fem repræsentanter fra ledende forskningsgrupper internationalt inden for brugen af objektiv måling af ergonomiske arbejdsponeringer. Dette brugerpanel inkluderede repræsentanter fra Curtin University (Australien), Norwegian University of Science and Technology (Norge), University of Sydney (Australien), Uppsala University (Sverige) og Københavns Universitet.

Gennem fokusgruppemøder blev brugerpanelerne aktivt involveret i at identificere de forventede udfordringer ved de otte trin, som uddybes i figur 3, samt at foreslå potentielle løsninger på disse udfordringer. For at gennemføre objektive målinger i praksis i arbejdsmiljøovervågningen er det afgørende at kunne gennemføre alle otte trin på en let og omkostningseffektiv måde. Brugerpanelerne blev således anvendt til at identificere både løsninger og udfordringer før udviklingen af den første prototype til Motus. Brugerpanelerne påpegede bl.a. behovet for at udvikle et brugervenligt system, som brugerne selv nemt kunne tilgå. For at muliggøre denne type måling på en nem og billig måde, var det samtidig afgørende at reducere byrden for administratorerne (i dette tilfælde forskerne) og give dem et mere omfattende overblik over hele måleprocessen. Det var samtidig også vigtigt at tage højde for alle typer af brugere. Systemet skulle altså opleves som nemt at bruge for alle deltagere uafhængigt af deres køn, alder, jobtype og uddannelsesniveau, og det skulle lede hver enkelt deltager igennem hele målingen uden behov for assistance fra en administrator.

Baseret på denne feedback blev der udarbejdet en plan for at imødekomme de påpegede behov og ændringer, hvilket uddybes nærmere i de følgende afsnit.

2.1.1 Delkonklusion

Vi besluttede, at der var behov for at udvikle et system, som automatisk kunne give et overblik over aktive deltagere, især hvis det skulle anvendes til dataindsamling i stor skala såsom ved arbejdsmiljøovervågning. Dette system skulle også være i overensstemmelse med GDPR-reglerne for online dataindsamling.

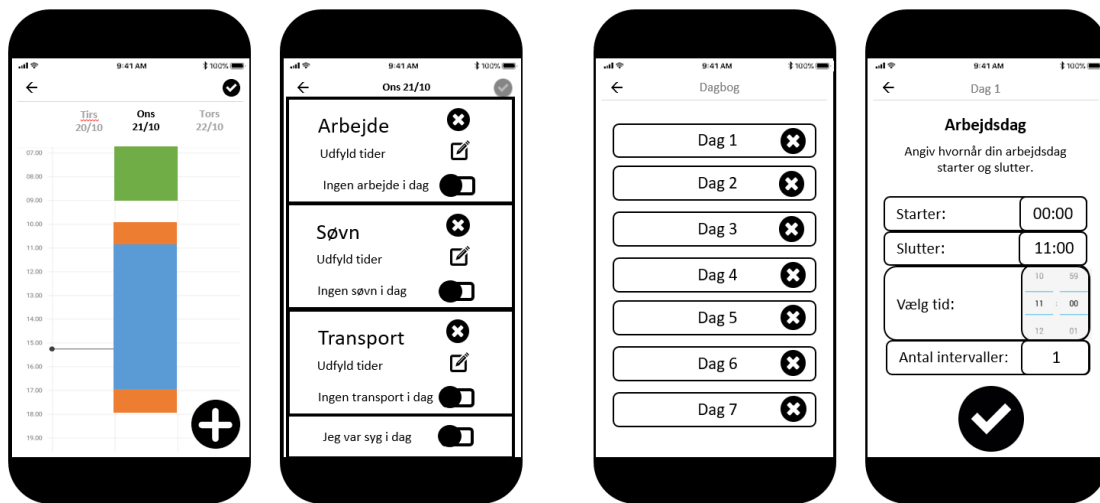
Desuden blev det tydeligt, at der var behov for at tilknytte en hjemmeside for at hjælpe med at rekruttere deltagere og give deltagerne den nødvendige information om projektet og deltagelsesproceduren. For at undgå manuelt arbejde ved registrering af nye deltagere blev der også oprettet en portal, hvor deltagere selv kunne registrere sig, hvilket derefter ville generere en kode. Denne kode blev brugt til at koble deres besvarelse i den nuværende spørgeskemaundersøgelse NOA-L (National Overvågning af Arbejdsmiljøet blandt Lønmodtagere) til deres objektive målinger. Derudover skulle der udvikles en app til deltagerne. Appen skulle give vejledning til korrekt påsætning af det objektive måleudstyr, mulighed for registrering af arbejds- og søvntider samt give personlig feedback på målingen efter afslutning af måleperioden.

2.2 Fase 2

Formålet ved fase 2 var at udvikle, afprøve og tilpasse de input, vi fik fra fase 1, til de mock-ups, der senere skulle danne grundlag for systemet Motus, hvilket uddybes i efterfølgende afsnit (2.2.1). Det var samtidig formålet at vurdere, hvornår brugervenligheden af skærmene i appen og på hjemmesiden var tilstrækkelig høj til, at det var værd at bygge den første prototype af Motus, hvilket uddybes i afsnittet derefter (2.2.2).

2.2.1 Motus som mock-up

Denne første version af appen og hjemmesiden blev afprøvet som mock-ups, der er de første skitser af, hvordan et digitalt redskab kan se ud (se eksempel på mock-up af mobilappen i figur 6). Vi testede med fire kvinder og tre mænd med varierende alder (gennemsnitligt 49 år) for at undersøge, hvordan de ville navigere gennem de skærbilleder, vi havde udviklet, og om de forstod de instruktioner, der blev præsenteret på skærmene undervejs. Forskerne indsamlede oplysninger om både positive og negative erfaringer med brugen af appen og hjemmesiden ved at observere anvendelsen og efterfølgende gennemføre semistrukturerede interviews med testdeltagerne.



Figur 5. Eksempel på mock-ups: Første tegninger af mobilappen, som blev brugertestet inden videreudvikling til en rigtig app.

Vi fandt ved brugertest af mock-up-versionen ud af, at teksten på hjemmesiden til registrering af deltagerne ikke altid blev gennemlæst af deltageren. Dette kunne give potentielle udfordringer, hvis deltagerne meldte sig til forskningsprojektet uden at have den fulde viden om og forståelse af, hvad de gav deres samtykke til. Det løste vi ved at lave en kort video på dansk og engelsk på hjemmesiden, som indeholdt de vigtigste informationer. Vi opdagede desuden, at registrering af arbejds- og søvntider i mobilappen var for kompliceret for deltagerne. Derfor ændrede vi i registreringsprocessen for deltagerne og skiftede til et mere simpelt design, inden selve mobilappen blev udviklet.

2.2.2 Fra mock-up til prototype

Efter at have gennemført de nødvendige justeringer i appen og på hjemmesiden på baggrund af brugernes feedback og input til bl.a. førnævnte mock-ups stod vi over for en omfattende evaluering af vores næsten komplette system for objektive målinger. På baggrund af dette vurderede vi, at vi var klar til at afprøve den første prototype af Motus.

Denne version af systemet bestod fra deltagerens synspunkt af den første version af mobilappen, den færdige hjemmeside og en oprettelsesportal og levering af udstyret til hver deltager med begrænset kontakt. Vi havde desuden tilføjet NFA's anerkendte analysesoftware til det websystem, der i forvejen hørte til bevægelsesmåleren, så målingerne automatisk blev analyseret, mens deltagerne gik med bevægelsesmåleren. 12 deltagere blev inviteret til at teste systemet over en uge. Vi rekrutterede deltagere med forskellige køn, aldre, uddannelsesniveauer og jobtyper, herunder testdeltagere med natarbejde. De medarbejdere, der samtykkede i at deltage, var i gennemsnit 43 år (SD=11), og 57 % af dem var kvinder. De havde varieret uddannelsesniveau (33 % kort, 42 %

mellem, 25 % lang), 67 % arbejdede med mennesker, service og omsorg, og 33 % havde arbejde med nattevagter.

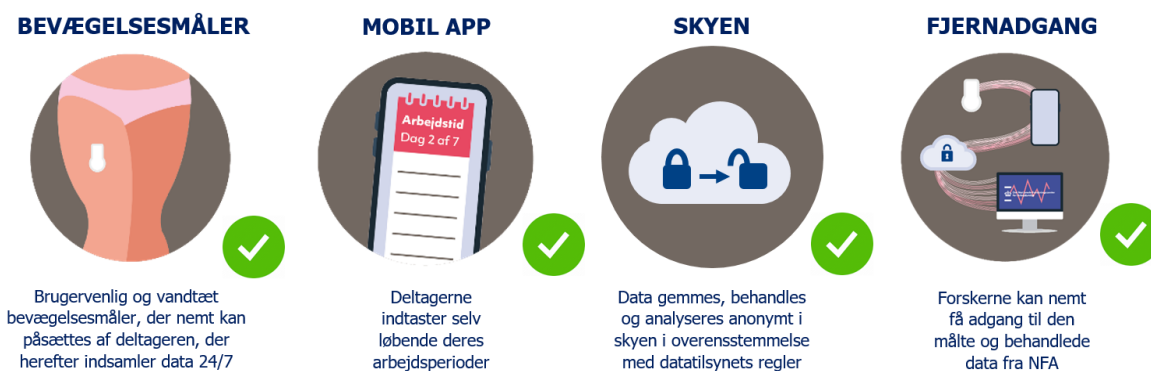
På den dag, hvor deltagerne startede deres måling, inviterede vi dem til et online individuelt interview med observation, hvor vi uden vores indblanding eller instruktion opfordrede dem til at gå igennem registreringsprocessen, fastgørelsen af bevægelsesmåleren på låret samt anvendelsen af den tilhørende app på deres mobiltelefon. Undervejs opfordrede vi dem til at udtrykke deres tanker højt for at opnå dybere indsigt i deres brugeroplevelse. Vi bad deltagerne om at gennemgå registreringsprocessen, fastgørelsen af bevægelsesmåleren og brugen af appen uden instruktion under et online interview. Deltagerne havde måleren på i syv dage og registrerede løbende deres arbejds- og søvnmønstre via mobilappen. Efter testperioden gennemførte vi individuelle interviews med hver deltager for at diskutere deres erfaringer og indsamle feedback. Vi evaluerede også systemets brugervenlighed ved hjælp af en bredt anvendt skala (System Usability Scale) til at vurdere brugervenligheden [14, 17].

Resultaterne af testen viste, at deltagerne let kunne registrere sig via hjemmesiden og oprettelsesportalen og navigere i mobilappen. De oplevede selv at kunne sætte bevægelsesmåleren på uden problemer, og de oplevede ingen større gener ved at bære den. Dog havde deltagere med natarbejde udfordringer med at registrere deres søvnperioder i appen. Samlet viste testen gode resultater, og evalueringen viste ifølge System Usability Scale, at systemet havde en meget høj brugervenlighed [14].

2.2.3 Delkonklusion

Vi skitserede således de første idéer til, hvordan skærmene til appen kunne se ud via en mock-up. Formålet var at tegne et hurtigt og 'ufærdigt' billede af appen og teste det på slutbrugere. På den måde sikrede vi en god forståelse for at navigere i appen, før vi brugte mange ressourcer på at udvikle selve appen. Vi sikrede også, at der kom bedre information og tilmeldingsmuligheder på hjemmesiden, og brugervenligheden blev optimeret.

Med udgangspunkt i disse oplysninger udviklede vi den endelige version af Motus samt de nødvendige komponenter til at gennemføre alle otte trin for at gennemføre objektive målinger i praksis i arbejdsmiljøovervågningen. Motus-systemet består af fire komponenter, som kan ses i figur 6.



Figur 6. Kerneelementerne i Motus.

Samlet viste testen, at Motus havde en meget høj brugervenlighed, hvilket åbnede for muligheden for at teste Motus i større skala og under mere realistiske forhold. Det primære formål med projektet var at udvikle et objektive målesystem, der på sigt kan gennemføres i praksis i arbejdsmiljøovervågningen. I det følgende vil vi uddybe denne proces yderligere.

2.3 Fase 3

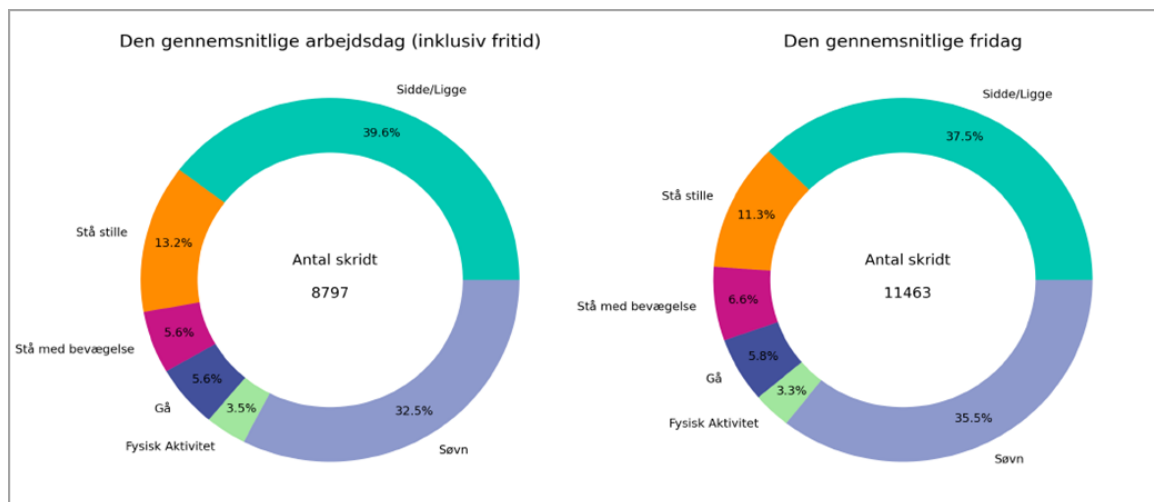
Formålet i fase 3 var at evaluere gennemførligheden af de otte trin (fra figur 3) der skal til, for at objektive målinger fremover kan gennemføres i praksis i arbejdsmiljøovervågningen. Det er især afgørende, at alle otte trin i figur 3 kan gennemføres på en let og billig måde. Indtil videre har vi fokuseret på den løbende evaluering og udvikling af Motus via brugerinddragelse, mock-ups og brugertests af prototyper. Dog har vi endnu ikke uddybet, hvordan det færdige system kan implementeres i en større skala, der ligner arbejdsmiljøovervågningens omfang. Denne evaluering blev foretaget i så realistiske scenarier som muligt og uddybes nedenfor.

Vi inviterede et udvalg af deltagere (n=7.735) fra forskellige jobgrupper, som havde svaret på den danske arbejdsmiljøovervågningen i 2021 (NOA-L 2021). Deltagerne blev inviteret af NOA-L's eget administrationsteam gennem e-Boks, som i den sammenhæng delte uddybende viden om projektet samt sendte link til deltagelse. Deltagere, der tilmeldte sig via linket og gav deres samtykke, modtog et brev med bevægelsesmåleren og et informationsbrev, der guidede dem til at downloade Motus-appen på deres egen mobiltelefon (se figur 7). I appen blev de instrueret i, hvordan måleren virkede, og hvordan de skulle sætte den på deres lår.



Figur 7. Guide til at bruge Motus-systemet fra deltagerens synspunkt.

I løbet af måleperioden på syv døgn skulle de indtaste deres arbejds- og søvntimer dagligt i appen, og data blev krypteret og uploadet til en sikker server. Efter prøveperioden blev deltagerne opfordret til at sende bevægelsesmåleren retur. Ved prøveperiodens afslutning modtog de en simpel oversigt over deres fysiske aktivitet, stillesiddende adfærd og søvn i appen samt en detaljeret tilbagemelding i form af en rapport (se figur 8) via e-mail. Rapporten dannes automatisk i Motus-systemets analyseprogram. Deltagerne udfyldte derefter et spørgeskema vedrørende deres tilfredshed, komfort og anvendelighed [18] ved brugen af systemet for at vi kunne få en grundig viden om deltagerne brug af systemet. Derudover holdt vi interviews med 20 af deltagerne for at få et grundigere indblik i deres brugeroplevelse.

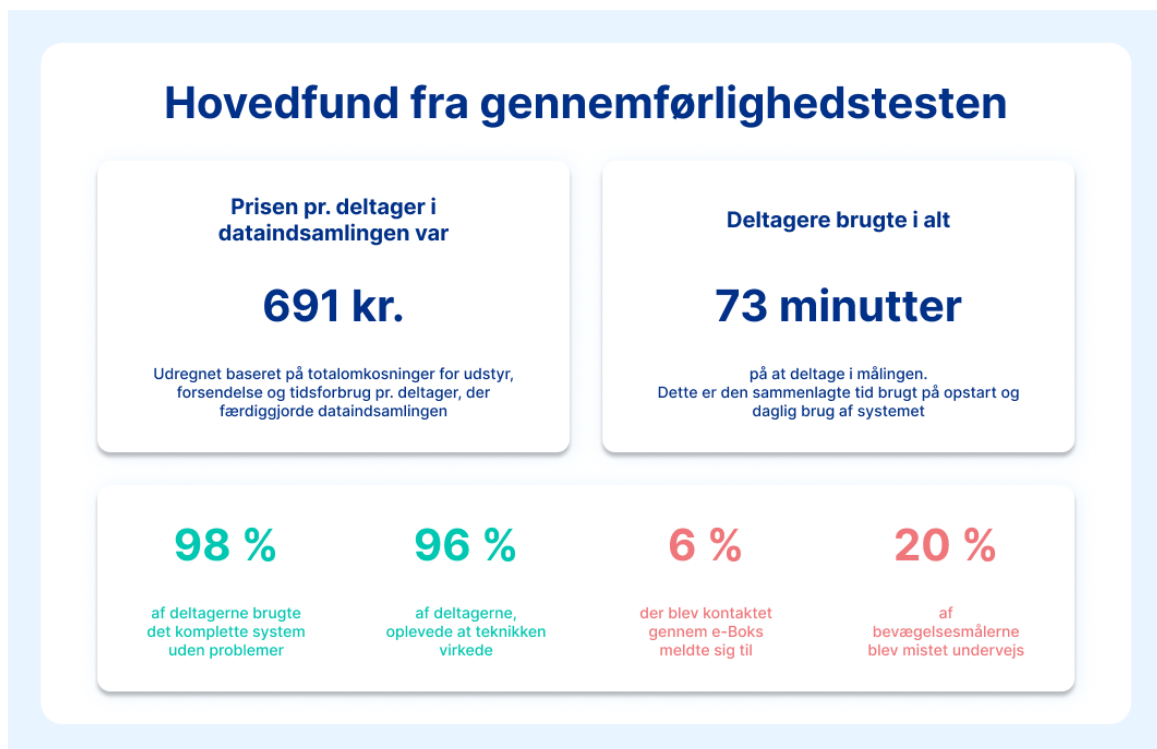


Figur 8. Et eksempel på tilbagemelding på egne målinger som PDF-rapport, som deltagerne modtog via e-mail.

Undervejs registrerede de relevante forskere i projektgruppen, hvor meget tid de brugte på at udføre dataindsamlingen. Dette blev gjort ved at tage tid fra start til slut, hver gang der for eksempel blev sendt udstyr til deltagere, analyseret data, var kontakt til deltagere og alle andre opgaver, der var forbundet med indsamlingen af data med Motus-systemet. Vi brugte disse tider og den gennemsnitlige lønsats for forskerne samt prisen på udstyret og forsendelse i post til at regne ud, hvor meget dataindsamlingen kostede pr. deltager.

Vi indsamlede desuden procesdata på, hvordan deltagerne brugte systemet, som fx hvor mange brugte vores app, hvor mange, der oplevede problemer undervejs, og hvor mange, der sendte bevægelsesmåleren retur.

De personer, der samtykkede i at deltage, var i gennemsnit 47 år (SD=11,7), 43 % af dem var kvinder, og 57 % arbejdede med at bearbejde, producere eller flytte ting. Vi evaluerede deltagerne spørgeskemabesvarelser og vores beregning af omkostninger samt det indsamlede procesdata. Hovedresultaterne fra gennemførlighedstesten er præsenteret i figur 9. Gennemførlighedstesten bestod af en gennemgang af alle de otte trin, hvor vi startede med at kontakte de 7.735 lønmodtagere, hvoraf 352 endte med at deltage i målingen. Yderligere specifikke resultater præsenteres i bilag 1.



Figur 9. Seks hovedfund baseret på resultater fra spørgeskema, beregning af omkostninger og procesdata.

2.3.1 Delkonklusion

Generelt fandt vi, at 98 % af deltagerne kunne gennemføre brugen af Motus-systemet uden problemer. For eksempel kunne de selv downloade appen, montere bevægelsesmåleren på eget lår uden hjælp og udfylde arbejds- og søvntider korrekt i mobilappen. I løbet af måleperioden på syv

dage havde mindre end 2 % hudirritation grundet plasteret til bevægelsesmåleren. Deltagerne rapporterede, at det generelt var meget nemt at bruge Motus. De fleste var tilfredse med systemet, var villige til at deltage igen og ville også anbefale brugen af Motus til deres kolleger.

Deltagerne indrapporterede i gennemsnit at bruge 73 minutter i alt på anvendelse af systemet i løbet af måleperioden, hvoraf 49 af minutterne blev brugt på overførsel af data via appen, mens administratorerne (projektgruppen) brugte 15 minutter pr. deltager på at udføre alle aktiviteter (fx oprette deltagere, forsendelse af bevægelsesmålere, løse problemer for deltagere mv.). Den samlede omkostning ved at bruge Motus i arbejdsmiljøovervågningen i dette set-up blev beregnet til 691 kr. pr. deltager.

Den største udfordring med brugen af Motus i arbejdsmiljøovervågningen var den lave deltagelsesprocent. I alt sendte vi invitationer ud til 7.735 lønmodtagere via e-Boks, og 482 af dem (6,2 %) gav samtykke til at deltage i undersøgelsen via vores oprettelsesportal. Af de i alt 482 deltagere, der gav deres samtykke, endte 352 (73 %) med at bruge systemet. Størstedelen af frafaldet skyldtes, at deltagere ikke havde interesse i at deltage alligevel. De afslog primært at deltage med besvarelserne ”Jeg har ikke tid” (32,4 %) eller ”Jeg ved allerede, hvordan jeg bevæger mig til daglig, så jeg behøver ikke deltage i projektet” (21,4 %).

En anden hovedudfordring var tabet af bevægelsesmålere ved afsendelse eller returnering med post. Af de samlede bevægelsesmålere mistede vi 93 (20 %) enten i posten (n=47, især på grund af problemer med returkuverten), ved at deltagere enten mistede bevægelsesmåleren eller glemte at returnere den (n=31) eller på grund af andre årsager (n=15).

Produktet fra fase 3 er denne slutrapport. I de følgende afsnit vil vi perspektivere gennemførligheden af at udføre objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer i praksis i arbejdsmiljøovervågningen, og vi vil give anbefalinger til fremtidige skridt for potentiel videreudvikling og implementering af Motus i arbejdsmiljøovervågningen i Danmark.

3.0 Perspektivering

Det overordnede formål i projektet var at udvikle og evaluere et system til objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer til fremtidig anvendelse i arbejdsmiljøovervågningen. Projektet er det første i verden, vi kender til, hvor et system for objektiv måling af ergonomiske arbejdseksponeringer i arbejdsmiljøovervågning er blevet udviklet og evalueret. Der var derfor en god mulighed for læring i processen, og vi har således tilegnet os meget viden siden projektets begyndelse.

Gennem tre faser udviklede og evaluerede vi et målesystem bestående af en mobilapp og automatiske analyseegenskaber kombineret med et web-system og en bevægelsesmåler (SENS Innovation). Vi gav målesystemet navnet Motus, som betyder bevægelse på latin. Evalueringen af Motus i et realistisk scenarie til anvendelse i arbejdsmiljøovervågningen viste, at Motus fungerede efter hensigten og hovedsageligt var gennemførligt ud fra vores opstillede kriterier (bilag 1). Evalueringen gjorde det dog tydeligt, at der er brug for forbedringer af Motus, før det kan anbefales til bred anvendelse inden for arbejdsmiljøovervågningen i Danmark. Dette gælder særligt rekrutteringsstrategien, forsendelsen af udstyret og måden, hvorpå deltagerne rapporterer arbejds- og søvntid i mobilappen.

I de følgende afsnit gennemgår vi dels, hvor der er behov for forbedringer (afsnit 3.1), dels behovet for fremtidigt at sætte fokus på tidsforbrug og de økonomiske omkostninger ved at bruge Motus (afsnit 3.2) samt dels hvad det næste skridt for muligheden for at anvende objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen i Danmark er (afsnit 3.3).

3.1 Fremtidig brug af Motus i arbejdsmiljøovervågningen

Motus har vist sig at være et brugervenligt system, der er gennemførligt for deltagerne. Det fremgik bl.a. af projektets fase 3, hvor vi så, at hele 98 % af testdeltagerne succesfuldt kunne navigere gennem alle trin i Motus (se figur 3 for de otte trin). De tekniske problemer med systemet undervejs var minimale og blev hurtigt håndteret af projektgruppen, efterhånden som de opstod. Disse resultater fremhæver systemets overordnede gennemførlighed med hensyn til, om deltagerne fulgte systemet med minimale tekniske problemer.

Der var dog også nogle udfordringer med anvendelsen af systemet. Vi identificerede tre hovedproblemer, som vi skal løse, før Motus er klar til at blive anvendt i arbejdsmiljøovervågningen. Disse tre hovedproblemer var 1) lav deltagelsesprocent, 2) tab af bevægelsesmålere undervejs, samt 3) registrering af arbejds- og søvntid for natarbejdere.

Udfordringerne og potentielle løsninger vil blive beskrevet yderligere i de kommende afsnit.

3.1.1 Lav deltagelsesprocent

Den generelle deltagelsesprocent i vores undersøgelse var kun 6 %, hvilket er markant lavere end den seneste gennemsnitlige deltagelsesprocent på 47,5 % i arbejdsmiljøovervågning for 2021

(NOA-L), der stadig er baseret på spørgeskemaer. Denne lave deltagelsesprocent udgør en betydelig udfordring i arbejdsmiljøovervågningen, da det er afgørende at opnå repræsentative data for at kunne give et nøjagtigt billede af arbejdsmiljøet på tværs af forskellige brancher i Danmark.

Problemet med en lav deltagelsesprocent forstærkes yderligere af selektions-bias, som er særligt udtalt blandt medarbejdere beskæftiget med manuelt arbejde. Denne gruppe viste sig at have en endnu lavere rekrutteringsrate, hvilket forstærker risikoen for, at de indsamlede data ikke er repræsentative for den brede målgruppe af medarbejdere. For at modvirke dette valgte vi at overrepræsentere denne demografiske gruppe blandt vores deltagere ved at inkludere flere medarbejdere fra denne gruppe. Desværre resulterede dette tiltag i en yderligere nedgang i den samlede rekrutteringsrate.

På baggrund af disse problemer identificerede vi et behov for at forbedre rekrutteringsmaterialet. Vi mener, at klarere information og incitamenter såsom præmier kan gøre det mere attraktivt for potentielle deltagere at melde sig til studiet, hvilket potentielt kan forbedre rekrutteringsraten og dermed sikre indsamlingen af mere brugbare målinger i fremtiden.

3.1.2 Tab af bevægelsesmålere

Tabet af 20 % af bevægelsesmålerne under dataindsamlingen repræsenterer en stor økonomisk byrde ved gennemførelse af denne type undersøgelse. Det vil derfor være relevant at forsøge at nedbringe tabet.

Interessant nok skyldtes dette tab ikke, at konvolutterne ikke nåede frem til deltagerne og tilbage igen, men derimod at bevægelsesmålerne faldt ud af konvolutterne. Årsagen til dette var de glatte overflader på målerne, som under forsendelsen kunne lave huller i siden på konvolutterne og dermed slippe ud.

Efter at have identificeret dette problem forsøgte vi at afhjælpe det ved at forstærke siderne af konvolutterne med tape. Denne løsning viste sig at være effektiv, men desværre opdagede vi problemet for sent i processen, og vi mistede derfor en betydelig del af målerne.

For at imødekomme dette problem og reducere det økonomiske tab planlægger vi at anvende stærkere og mere modstandsdygtige konvolutter til forsendelse af bevægelsesmålere i fremtiden. Denne ændring forventes at nedbringe tabet af udstyr betydeligt, hvilket ikke kun vil mindske de økonomiske udfordringer ved gennemførelsen af denne type undersøgelser, men også forbedre gennemførligheden af dem ved at sikre, at flere målere når sikkert frem til og fra deltagerne.

3.1.3 Registrering af arbejds- og søvntid

Indsamlingen af søvn- og arbejdstider via appen var særligt udfordrende for natarbejdere. Problemet opstod, fordi appens oprindelige design var baseret på en konventionel daglig rytme, hvilket gjorde det vanskeligt for natarbejdere at indtaste deres unikke arbejds- og søvntider korrekt.

Denne udfordring fremhæver et tydeligt område, hvor appen kan forbedres for at imødekomme behovene hos alle brugere, herunder dem med atypiske arbejdstider.

Årsagen til denne udfordring er appens grundlæggende antagelse om, at brugerne følger en standard daglig rytme, hvilket ikke er tilfældet for natarbejdere. Deres unikke arbejds- og søvnmønstre passer ikke inden for de foruddefinerede rammer, hvilket resulterer i unøjagtigheder i de indsamlede data og potentielt vanskeliggør en præcis analyse af søvn- og arbejdstider hos natarbejdere.

For at adressere dette problem og sikre, at vores app er inklusiv og brugervenlig for alle arbejdstyper, har vi planer om at gennemføre væsentlige ændringer i appens design. Ved at tilpasse appen til at rumme en bredere vifte af søvn- og arbejdsrytmer, herunder dem for natarbejdere, forventer vi at forbedre brugeroplevelsen markant. Dette vil ikke blot lette registreringsprocessen for natarbejdere, men også øge nøjagtigheden af de data, vi indsamler. I sidste ende vil disse forbedringer gøre det nemmere for os at udføre en detaljeret og præcis analyse af resultaterne, hvilket er afgørende for kvaliteten af vores forskning.

3.2 Tidsforbrug og omkostninger

Når vi undersøger anvendelsen af Motus til ergonomisk arbejdsmiljøovervågning, er det centralt at vurdere de potentielle udfordringer, som brugerne kan støde på. Det gør vi ved at sætte fokus på tidsforbruget og de økonomiske omkostninger ved brugen af Motus. Deltagerne rapporterede et samlet tidsforbrug på i alt 73 minutter, fra at de modtog måleren, til de fik den afsluttende feedback i appen. En stor andel af denne tid blev brugt på dataoverførsel, som kun kræver, at de holder mobilappen åben uden indblanding fra brugeren. Årsagen til, at dette ikke er vurderet som en hovedudfordring, er, at vi har implementeret en ny type bevægelsesmåler efter afslutningen af dette projekt, der næsten har halveret den tid, det tager at overføre data. Samlet peger dette på et lavt tidsforbrug ved at bruge Motus-systemet sammenlignet med tidligere anvendte metoder til objektiv bevægelsesmåling.

I forhold til omkostningerne ved brug af Motus viste det sig, at prisen per deltager var 691 kr. Dette beløb anses for at være forholdsvis lavt sammenlignet med andre objektive metoder til måling af ergonomiske arbejdseksposeringer. Det indikerer, at Motus ikke kun er en tidsbesparende, men også en omkostningseffektiv løsning til overvågning af arbejdsrelaterede eksposeringer.

For yderligere at forbedre Motus og gøre teknologien endnu mere tilgængelig og praktisk i fremtiden understreger vi behovet for detaljerede drøftelser med relevante interessenter, arbejdere, producenter og forskere. Målet med disse drøftelser vil være at indsamle dybdegående feedback på brugernes oplevelser med tidsforbruget og omkostningerne ved at bruge Motus. Denne indsigt vil være afgørende for at identificere muligheder for at minimere eventuelle byrder yderligere og øge anvendeligheden af Motus i forskellige arbejdsmiljøer.

3.3 Det næste skridt

Med systemet Motus blev Danmark og NFA de første i verden til at udvikle objektive målinger til brug i arbejdsmiljøovervågningen. Dette projekt har således opnået et betydeligt gennembrud ved succesfuldt at udvikle et system, der kan implementeres i arbejdsmiljøovervågningen allerede fra 2025.

Før Motus kan implementeres direkte i arbejdsmiljøovervågningen, er det dog vigtigt fortsat at sætte fokus på at forbedre systemet og udvikle strategier for at undgå ovenstående udfordringer som fx tab af bevægelsesmålere, begrænset deltagelse og lignende udfordringer, der kan gøre systemet mindre billigt. Vi er allerede i et tæt samarbejde med interessenter, brugere og forskere i gang med arbejdet med at finde på de bedste løsninger til optimering af Motus. En måde bl.a. at imødekomme den lave deltagerprocent kan fx være at sende påmindelser om invitationerne til deltagelse og anvende et mere tiltalende rekrutteringsmateriale [19]. Denne – og mange flere strategier – er afgørende for at optimere gennemførlighed og brugervenligheden af Motus-systemet, så det i fremtiden kan bruges i arbejdsmiljøovervågningen i Danmark.

I lyset af dette har en lang række centrale arbejdsmiljøaktører i Danmark vist stor interesse i Motus, herunder bl.a. arbejdsmarkedets parter som fx FH og DA. De efterspørger en fortsat videreudvikling af systemet, der kan måle flere ergonomiske arbejdseksposeringer objektivt, deriblandt arbejde med foroverbøjet ryg, arme over skulderhøjde samt knæliggende og hugsiddende arbejde. Den nuværende version af Motus-systemet kan dog ikke måle disse arbejdseksposeringer. For at imødekomme denne efterspørgsel har vi siden dette projekt opnået finansiering fra Arbejdsmiljøforskningsfonden til videreudvikling af Motus-systemet (OM-MSB2). Formålet med OM-MSB2 er at videreudvikle og evaluere Motus, så det objektivt kan måle flere relevante bevægelser som

fx de ovenstående efterspurgte arbejdseksponeringer (se figur 10). OM-MSB2 giver mulighed for at finde og udvikle løsninger til potentielle udfordringer, indarbejde målinger af flere eksponeringer (der dog vil indebære flere målere på følgende kropsdele) og evaluere det i et realistisk scenarie for arbejdsmiljøovervågningen.



Figur 10. I det nyligt finansierede projekt OM-MSB2 sigter vi mod at videreudvikle det objektive målesystem, så det kan måle 1. arbejde med foroverbøjet ryg 2. arm-arbejde over skulderhøjde 3. knæliggende og 4. hugsiddende arbejde.

Trepartsaftalen og de Nationale Mål for Arbejdsmiljøindsatser 2020 efterlyser også mere viden og forskning på baggrund af objektive målinger om sammenhængen mellem ergonomiske arbejdseksponeringer og helbredsrisici. Arbejdet med at videreudvikle Motus dækker denne efterspørgsel på et 'videnshul' om objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer. Vi kan ved hjælp af Motus med tiden udvikle en helt unik databank, der giver information om objektive målte ergonomiske arbejdseksponeringer og deres helbredsrisici i en lang række jobs i Danmark og derved dække det nuværende 'videnshul' om objektive målte ergonomiske arbejdseksponeringer.

4.0 Konklusion

Projektet havde til formål at undersøge, om det var muligt at udvikle et brugervenligt og billigt system til objektive målinger af ergonomiske arbejdseksponeringer i den danske arbejdsmiljøovervågning.

I starten af projektet blev det klart, at systemet ikke bare skulle være brugervenligt og omkostningseffektivt, men også nemt tilgængeligt for brugerne uden hjælp fra administrator. Interessenter blev inddraget for at få de bedste input til at imødekomme disse behov.

Baseret på interessenternes input begyndte vi at skitsere de indledende ideer til appens skærmbillede gennem en mock-up. Dette gjorde vi for at sikre, at skærmbillederne fungerede, inden vi investerede tid og ressourcer i udviklingen af appen. Det viste sig, at systemet havde en betydelig

høj brugervenlighed, hvilket muliggjorde en udvidet test af Motus i større skala og under mere realistiske forhold.

Herefter blev systemet testet i større skala for at illustrere en mere realistisk integration af objektive målinger i arbejdsmiljøovervågning. Et udvalg af deltagere fra forskellige jobgrupper, der deltog i arbejdsmiljøovervågningen i 2021 (NOA-L), blev inviteret gennem e-Boks til at deltage i en gennemførlighedsevaluering af Motus-systemet. Generelt kunne 98 % af deltagerne bruge Motus uden problemer. De fandt det nemt at bruge og var tilfredse, og i gennemsnit brugte deltagerne 73 minutter i alt på at gennemføre målingen, mens administratorerne brugte 15 minutter pr. deltager, hvilket resulterede i en omkostning på 691 kr. pr. deltager.

Motus viste lovende muligheder under en dataindsamling i større skala inden for arbejdsmiljøovervågning. Dog er strategier til at minimere tab af bevægelsesmålere og øge rekrutteringsraten afgørende, før det kan betragtes som en realistisk løsning til overvågning af ergonomiske arbejds-eksponeringer. Vi er med støtte fra Arbejdsmiljøforskningsfonden på nuværende tidspunkt også i gang med at udvide systemet, så det kan måle på flere ergonomiske arbejds-eksponeringer. Med yderligere forfinelse og udvikling har Motus potentiale til at revolutionere tilgangen til at overvåge og vurdere eksponeringer på tværs af forskellige jobkategorier. Som følge heraf forventer vi at bidrage betydeligt til opfyldelsen af de nationale mål, som er fastlagt i trepartsaftalen om arbejdsmiljø. Dette vil styrke forebyggende foranstaltninger inden for det ergonomiske arbejdsmiljø i Danmark.

Efterskrift

Vi ønsker at takke Arbejdsmiljøforskningsfonden for deres uvurderlige støtte til denne undersøgelse, som har gjort projektet muligt. Vi er taknemmelige over for alle deltagerne, hvis engagement har været afgørende for at indsamle data og opnå resultaterne i denne rapport. Desuden vil vi takke vores sociale partnere for deres samarbejde og støtte gennem hele processen. En særlig tak til forskerteamet for deres ekspertise og dedikation og til SENS Innovation for deres tekniske support. Endelig takker vi kommunikationsteamet fra NFA for deres værdifulde bidrag til projektets succes.

Referencer

1. Andersen, L.L., et al., High physical work demands have worse consequences for older workers: prospective study of long-term sickness absence among 69 117 employees. *Occupational and Environmental Medicine*, 2021. **78**(11): p. 829.
2. Pedersen, J., et al., High physical work demands and working life expectancy in Denmark. *Occupational and Environmental Medicine*, 2020. **77**(8): p. 576.
3. Andersen, L.L., et al., Combined ergonomic exposures and development of musculoskeletal pain in the general working population: A prospective cohort study. *Scand J Work Environ Health*, 2021.
4. Arbejdstilsynet, NOA-L 2021: National Overvågning af arbejdsmiljøet blandt Lønmodtagere, Arbejdstilsynet, Editor. 2022.
5. Thorsen, S.V., et al., Associations between physical and psychosocial work environment factors and sickness absence incidence depend on the lengths of the sickness absence episodes: a prospective study of 27 678 Danish employees. *Occup Environ Med*, 2021. **78**(1): p. 46-53.
6. Sundstrup, E., et al., Importance of the Working Environment for Early Retirement: Prospective Cohort Study with Register Follow-Up. *Int J Environ Res Public Health*, 2021. **18**(18).
7. Arbejdstilsynet. National Overvågning af Arbejdsmiljøet blandt Lønmodtagere 2021 og 2023. 2023; Available from: <https://at.dk/arbejdsmiljoe-i-tal/national-overvaagning-af-arbejdsmiljoet-blandt-loenmodtagere/>.
8. Neupane, S., et al., Objectively measured versus self-reported occupational physical activity and multi-site musculoskeletal pain: a prospective follow-up study at 20 nursing homes in Denmark. *Int Arch Occup Environ Health*, 2020. **93**(3): p. 381-389.
9. Clays, E., et al., Objectively measured occupational physical activity in blue-collar workers: What is the role of job type, gender and psychosocial resources? *Appl Ergon*, 2020. **82**: p. 102948.
10. Gupta, N., Wilstrup N.M., Jacobsen, S.S., Holtermann, A., Sammenhængen mellem objektivi målte ergonomiske arbejdskrav og langtidssygefravær. 2022.
11. Koch, M., et al., Validity of questionnaire and representativeness of objective methods for measurements of mechanical exposures in construction and health care work. *PLOS ONE*, 2016. **11**(9): p. e0162881.
12. Jørgensen, M.B., et al., The DPhacto cohort: An overview of technically measured physical activity at work and leisure in blue-collar sectors for practitioners and researchers. *Applied Ergonomics*, 2019. **77**: p. 29-39.
13. Gupta, N., et al., Are we ready for wearable-based global physical activity surveillance? *Br J Sports Med*, 2024.
14. Crowley, P., et al., A Novel System for the Device-Based Measurement of Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep (Motus): Usability Evaluation. *JMIR Form Res*, 2023. **7**: p. e48209.
15. Skotte, J., et al., Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *Journal of physical activity & health*, 2014. **11**(1): p. 76-84.
16. Crowley, P., et al., The Surveillance of Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep: Protocol for the Development and Feasibility Evaluation of a Novel Measurement System. *JMIR Res Protoc*, 2022. **11**(6): p. e35697.
17. Lewis, J.R., The System Usability Scale: Past, Present, and Future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2018. **34**(7): p. 577-590.
18. Skivington, K., et al., A new framework for developing and evaluating complex interventions: update of Medical Research Council guidance. 2021. **374**: p. n2061.
19. Eghøj, M., M., SR., Kildedal, R., Rasmussen, M., Petersen, MB., Gupta, N., Ekholm, O., Christensen, AL., Petersen, CB., Fysisk aktivitet, stillesiddende adfærd og søvn: Resultater fra monitorering med accelerometre i Danskernes sundhed 2023. 2024.

Bilag 1. Resultater fra de fire overordnede gennemførlighedsparametre, der blev evalueret gennem spørgeskemabesvarelser og procesdata.

Overholdelse	N	%
Kunne downloade appen (n=365)	364	99,7
Kunne påsætte bevægelsesmåleren (n=364)	338	92,9
Indtastede søvn- og arbejdstid i 7 dage (n=338)	334	98,8
Bar bevægelsesmåleren i 7 dage (n=338)	334	98,8
Kunne overføre data via appen (n=338)	334	100,0
Samlet score (%)		98,0
Teknisk acceptabilitet		
Oplevede ingen fejl med bevægelsesmåleren (n=365)	336	92,1
Havde en kompatibel smartphone (n=365)	364	99,7
Oplevede ingen tekniske fejl under testen (n=364)	348	95,6
Samlet score (%)		95,8
Social acceptabilitet		
Sagde ja til at deltage	482	6,2
Var tilfredse (n=331)	302	91,2
Var villige til at deltage igen (n=332)	324	97,6
Ville anbefale en ven at deltage (n=332)	311	93,7
Følte sig selvssikker i sin deltagelse (n=331)	315	95,2
Samlet score (%)		76,8
Praktisk acceptabilitet		
Oplevede ingen hudirritation (n=342)	331	96,8
Plasteret til bevægelsesmåleren forblev intakt (n=343)	309	90,4
Oplevede det var nemt at		
Følger instruktioner i appen (n=331)	314	94,9
Påsætte bevægelsesmåleren selv (n=331)	320	96,7
Indtaste søvn- og arbejdstid i appen (n=331)	324	97,9
Tage bevægelsesmåleren af igen (n=331)	324	97,9
Returnere bevægelsesmåleren (n=331)	328	99,1
Havde ingen problemer med at overføre data (n=343)	334	97,4
Bevægelsesmåleren modtaget retur (n=472)	379	80,3
Målere mistet under forsendelse	47	
Målere mistet af deltagere	31	
Målere mistet af anden årsag	15	
Samlet score (%)		94,8

