



Slutrapport for projektet

Videreudvikling af et objektivt målesystem for ergonomiske arbejdseksponeringer i arbejdsmiljø- overvågningen

Nidhi Gupta, Elvira Schulze Vistisen, Rasmus Kildedal og Andreas Holtermann

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, marts 2026

Videreudvikling af et objektivt målesystem for ergonomiske arbejdseksponeringer i arbejdsmiljøovervågningen

Af Nidhi Gupta, Elvira Schulze Vistisen, Rasmus Kildedal og Andreas Holtermann

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, København 2026

NFA-rapport

Titel	Videreudvikling af et objektivt målesystem for ergonomiske arbejdseksposeringer i arbejdsmiljøovervågningen
Forfattere	Nidhi Gupta, Elvira Schulze Vistisen, Rasmus Kildedal og Andreas Holtermann
Udgiver	Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA)
Udgivet	Marts 2026
Finansiell støtte	Arbejdsmiljøforskningsfonden
ISBN	978-87-7904-456-2
Internetudgave	nfa.dk

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

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

Forord

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

Rapporten indeholder en beskrivelse af projektets tre arbejdsopgaver: (1) teknisk videreudvikling af systemet, (2) videreudvikling af brugervenligheden og (3) afprøvning af systemets gennemførlighed i arbejdsmiljøovervågningen. Rapporten afsluttes med forslag til de næste skridt mod at anvende systemet i arbejdsmiljøovervågning, samt et indblik i, hvordan *Motus* kan fungere som et forebyggende værktøj på arbejdspladsen.

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 Annemette Juul (DA), Annette Hoffmann (DI), Morten Bisgaard Andersen (NNF), Niels Sørensen (FHO), Signe Tønnesen Bergmann (Lederne), Ulrik Spannow (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 videreudviklingen og evalueringen af det objektive målesystem *Motus*. Dertil vil vi gerne takke de mange medarbejdere fra NFA, virksomheden SENS Innovation, Arbejdstilsynet og Danmarks Statistik, der alle har bidraget til projektet. Projektet blev gennemført fra januar 2024 til december 2025 på Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA) med støtte fra Arbejdsmiljøforskningsfonden.

God læselyst.

Marts 2026

Nidhi Gupta

Seniorforsker, projektleder

Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, Danmark

Indholdsfortegnelse

Forord	4
Indholdsfortegnelse	5
Sammenfatning	6
Summary	8
1.0 Indledning	10
1.1 Kortlægning af ergonomiske eksponeringer i arbejdsmiljøet	10
1.3 Formål	13
2.0 Metode og resultater	14
2.1 Arbejdspakke 1: Teknisk videreudvikling af Motus-systemet	15
2.2 Arbejdspakke 2: Videreudvikling af brugervenligheden af Motus-systemet	16
2.3 Arbejdspakke 3: Afprøvning af systemets gennemførlighed i arbejdsmiljøovervågningen	18
3.0 Perspektivering	22
3.1 Øget deltagelsesrate	22
3.2 Reduceret tab af bevægelsesmålere	23
3.3 Målesystemets anvendelighed i arbejdsmiljøovervågning	24
3.4 Motus som forebyggende værktøj på arbejdspladsen	24
4.0 Konklusion	26
Efterskrift	27
Referencer	28
Bilag 1	30
Bilag 2	31

Sammenfatning

Ny forskning tyder på, at et objektive målesystem kan forbedre vores viden om ergonomiske eksponeringer i arbejdsmiljøet. Et mere præcist og indgående billede af ergonomiske eksponeringer på arbejdspladser kan give et bedre grundlag for prioritering og målretning af indsatser, hvilket kan bidrage til at styrke forebyggelsen af muskelskeletbesvær (MSB) og fremme sundheden for arbejdstagerne i Danmark. Arbejdsmiljøovervågningen spiller her en central rolle, men den nuværende overvågning af det ergonomiske arbejdsmiljø er primært baseret på spørgeskemaer, som har flere velkendte begrænsninger.

For at gøre objektive målinger mulige at anvende i arbejdsmiljøovervågningen er det nødvendigt med et system, der er både brugervenligt, velfungerende og økonomisk gennemførligt i stor skala. Motus er et system, der anvender små, trådløse SENS-bevægelsesmålere, som kan sendes direkte til deltageren, bæres over flere døgn og automatisk overfører data til en sikker database via en mobilapp.

I det forudgående projekt (OM-MSB1) blev de overordnede trin for en sådan måleprocedure identificeret og delvist udviklet, men resultaterne fra projektet pegede samtidig på centrale udfordringer, herunder lav deltagelse og et betydeligt tab af bevægelsesmålere under forsendelse. Desuden er der fra flere aktører blevet efterspurgt at integrere måling af yderligere ergonomiske arbejds eksponeringer, som fx foroverbøjning af ryggen.

På baggrund af disse erfaringer havde dette projekt til formål at videreudvikle og afprøve Motus-systemet, hvilket krævede anvendelse af flere bevægelsesmålere placeret forskellige steder på kroppen. Samtidig skulle projektet imødekomme de centrale udfordringer identificeret i forrige projekt ved at forbedre rekrutteringen og minimere tab af bevægelsesmålere.

Videreudviklingen blev gennemført som et iterativt designforløb med hurtige prototyper og løbende brugertests. Vi tilføjede funktioner, der understøtter måling af arbejde med løftet arme, arbejde med bøjet ryg og knæliggende arbejde, samt at deltageren kan nemmere kan indtaste arbejdstider og søvn ved natarbejde. Derudover ændrede vi i måden, vi sendte og modtog udstyret på, og kommunikationen til deltagerne, for at forøge deltagelsen.

Afprøvningen blev gennemført blandt deltagere rekrutteret fra NOA-L 2025. Et udvalg af lønmodtagere (n = 8.797) blev inviteret via e-Boks, og 2.119 (24 %) tilkendegav interesse ved at tilmelde sig og give samtykke til at blive kontaktet. Deltagere blev herefter kontaktet telefonisk som

led i en mere proaktiv rekrutteringsstrategi, og der blev indhentet mundtligt samtykke fra 100 deltagere. Deltagerne modtog en pakke med fire bevægelsesmålere, plastermaterialer og instruktioner, og logistikken blev justeret med henblik på at reducere tab under forsendelse. Måleperioden varede syv døgn, hvor deltagerne dagligt registrerede arbejds- og søvntid i appen, mens data løbende blev krypteret og automatisk uploadet til en sikker server. Efter endt måling modtog deltagerne en individuel PDF-rapport med egne resultater samt et link til et valideret spørgeskema om tilfredshed, bekvemmelighed og systemets anvendelighed.

Undersøgelsen viser en markant fremgang i deltagelsesraten og et reduceret tab af måleudstyr, mens Motus fortsat har en høj brugervenlighed. Der var 24 %, der takkede ja til at deltage i OM-MSB2-undersøgelsen, hvilket er en klar stigning fra OM-MSB1, hvor kun 6 % tilmeldte sig. Der var et tab på omkring 2 % af det udsendte måleudstyr, hvor vi i den forrige undersøgelse mistede 20 % af udstyret. Det peger på både en styrket logistik og en højere grad af efterlevelse blandt deltagerne. Undersøgelsens resultater viser en høj brugervenlighed og teknisk funktionalitet. Størstedelen kunne gennemføre målingen uden vanskeligheder, herunder selv at downloade appen, påsætte bevægelsesmålere korrekt og registrere arbejds- og søvntider. Tidsforbruget blev oplevet som lavt af 92,7 % af deltagerne, med et gennemsnit på ca. én time i alt over hele måleperioden på 7 døgn.

Samlet set peger projektets resultater på, at de gennemførte forbedringer kan øge både motivationen for deltagelse og den faktiske deltagelse i objektive målinger. Dette er samtidig med, at tab af udstyr kan reduceres gennem forbedret kommunikation og logistik. Den mere personlige kontaktstrategi fremstår som en væsentlig forklaring på den forbedrede deltagelse, mens optimeret emballering og returprocedurer er sandsynlige forklaringer til lavere udstyrstab. Fremadrettet er der fortsat potentiale for at finjustere rekruttering og fastholdelse gennem supplerende kontaktformer og mere målrettede reminders. Med den videreudviklede løsning fremstår Motus som et mere anvendeligt system, der kan understøtte objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen og dermed bidrage til et stærkere grundlag for forebyggelse og prioritering af ergonomiske indsatser på tværs af brancher.

Motus er udviklet med henblik på national overvågning af ergonomiske eksponeringer. Samtidig kan Motus også bruges som et redskab i det forebyggende arbejdsmiljøarbejde på arbejdspladser. Objektive målinger kan give arbejdspladser et mere konkret og handlingsorienteret grundlag for at identificere, vurdere og reducere ergonomiske eksponeringer i det daglige arbejde. Hvis systemet viser sig brugbart i denne sammenhæng, kan objektive målinger fremover også blive et vigtigt redskab i det forebyggende arbejdsmiljøarbejde.

Summary

New research suggests that an objective measurement system can improve our knowledge of ergonomic exposures in the working environment. A more precise and detailed picture of ergonomic exposures in workplaces can provide a better basis for prioritizing and targeting interventions, which may help strengthen the prevention of musculoskeletal disorders (MSDs) and promote the health of workers in Denmark. Occupational health surveillance plays a central role in this, but current surveillance of the ergonomic working environment is primarily based on questionnaires, which have several well-known limitations.

To make objective measurements feasible for use in occupational health surveillance, a system is needed that is user-friendly, well-functioning, and economically viable on a large scale. Motus is a system that uses small, wireless SENS motion sensors, which can be sent directly to the participant, worn for several days, and automatically transfers data to a secure database using a mobile app.

In the preceding project (OM-MSB1), the overall steps for such a measurement procedure were identified and partly developed, but the project results also pointed to key challenges, including low participation and a considerable loss of sensors during shipping. Several stakeholders requested the integration of measurements of additional ergonomic work exposures, such as bending of the back.

Based on these experiences, the aim of this project was to further develop and test the Motus system, which required the use of several sensors placed at different locations on the body. In addition, the project aimed to address the key challenges identified in the previous project by improving recruitment and minimizing the loss of sensors.

The further development was carried out as an iterative design process with rapid prototypes and ongoing user testing. We added functions that support the measurement of work with elevated arms, work with a bent back, and kneeling work, and also made it easier for participants who work at night to enter working hours and sleep hours. In addition, to increase participation, we changed the way equipment was sent to and returned from participants, as well as the communication material.

The testing was carried out among participants recruited from NOA-L 2025. A sample of employees ($n = 8,797$) was invited via e-Boks, and 2,119 (24 %) expressed interest by signing up and consenting to be contacted. Participants were then contacted by telephone as part of a more proactive recruitment strategy, and oral consent was obtained from 100 participants. The participants received a package containing four sensors, adhesive patches, and instructions, and the

logistics were adjusted with the aim of reducing losses during shipping. The measurement period lasted seven days, during which participants recorded their working and sleeping hours daily in the app, while data were continuously encrypted and automatically uploaded to a secure server. After the measurement period, participants received an individual PDF report with their own results, as well as a link to a validated questionnaire on satisfaction, convenience, and the usability of Motus.

The study shows a marked improvement in the participation rate and a reduced loss of equipment, while Motus continues to show high usability. Twenty-four percent agreed to participate in the OM-MSB2 study, which is a clear increase from OM-MSB1, where only 6 % signed up. There was a loss of around 2 % of the distributed measurement equipment, whereas in the previous study we lost 20 % of the equipment. This points to better logistics and a higher degree of compliance among participants. The study results show high usability and technical functionality. The majority were able to complete the measurement without difficulty, including downloading the app themselves, attaching the motion sensors correctly, and recording working and sleeping hours. The time required was perceived as low by 92.7 % of participants, with an average of approximately one hour in total over the entire seven-day measurement period.

Overall, the project results indicate that the improvements implemented can increase both the motivation to participate and actual participation in objective measurements. At the same time, equipment loss can be reduced through improved communication and logistics. The more personal contact strategy appears to be an important explanation for the improved participation, while optimized packaging and return procedures are likely reasons for the lower equipment loss. Going forward, there is still potential to fine-tune recruitment and retention through supplementary forms of contact and more targeted reminders. With the further developed solution, Motus appears to be a more useful system that can support objective measurements in occupational health surveillance and thereby contribute to a stronger basis for prevention and prioritization of ergonomic interventions across industries.

Motus has been developed with a view to national surveillance of ergonomic exposures. At the same time, it can also be used as a tool in preventive occupational health and safety work in workplaces. Objective measurements can provide workplaces with a more concrete and action-oriented basis for identifying, assessing, and reducing ergonomic exposures in daily work. If the system proves useful in this context, objective measurements may in future also become an important tool in preventive occupational health and safety work.

1.0 Indledning

Et godt ergonomisk arbejdsmiljø er vigtigt, da det kan medvirke til at reducere risikoen for muskel-skeletbesvær, forebygge langtidssygefravær, mindske tidlig tilbagetrækning fra arbejdsmarkedet samt understøtte et sundt og bæredygtigt arbejdsliv (1–3). Dette understreger behovet for at udvikle og styrke den forskningsbaserede viden om ergonomi på arbejdspladserne i Danmark.

Arbejdsmiljøovervågningen udgør her et centralt grundlag for at få en bred og dybdegående indsigt i arbejdsmiljøet i Danmark, og muliggør samtidig en systematisk opfølgning på ændringer over tid samt en evaluering af de indsatser og målsætninger, der implementeres. I følgende beskrives det, hvordan objektive målinger af medarbejderes arbejdseksponeringer kan bruges til at styrke den forskningsbaserede viden inden for ergonomisk arbejdsmiljø i Danmark.

1.1 Kortlægning af ergonomiske eksponeringer i arbejdsmiljøet

Arbejdsmiljøovervågningen indsamler viden, som vi bruger til at prioritere og forbedre arbejdsmiljøet på arbejdspladserne i hele landet. Den er derfor central i arbejdet med et sundt og bæredygtigt arbejdsmiljø.

Arbejdsmiljøovervågningen bidrager bl.a. med væsentlig viden om, hvilke brancher der står over for de største arbejdsmiljømæssige udfordringer. Den identificerer ligeledes de specifikke ergonomiske problemstillinger, som kendetegner de enkelte brancher, og belyser udviklingen i det ergonomiske arbejdsmiljø på tværs af brancher over tid. Denne indsigt er afgørende for at kunne vurdere, hvilke brancher der har størst behov for ergonomiske indsatser, samt til at kunne målrette indsatserne mod de mest relevante ergonomiske arbejdseksponeringer. Derudover bruges arbejdsmiljøovervågningen til at sætte mål for, hvordan det ergonomiske arbejdsmiljø kan forbedres, og til at vurdere, om indsatserne virker på tværs af forskellige brancher.

Den nuværende arbejdsmiljøovervågning i Danmark er primært baseret på spørgeskemaer, som hvert andet år sendes ud til tusindvis af lønmodtagere (4). Spørgeskemaerne er den primære informationskilde i arbejdsmiljøovervågningen, både til information om eksponeringer i arbejdsmiljøet og udviklingen af hhv. helbredsforhold (f.eks. smerter) og sygefravær (1,3,5,6).

Spørgeskemaer udgør en effektiv samt billig metode til indsamling af data fra et stort antal deltagere. Dette gør metoden særligt velegnet i forbindelse med arbejdsmiljøovervågningen. Denne metode er dog forbundet med en risiko for upræcise eller skæve vurderinger af de faktiske ergonomiske eksponeringer. Dette skyldes, at selvrapporterede ergonomiske informationer både kan

over- og undervurdere eksponeringer – både tilfældigt og systematisk - og samtidig overse vigtige nuancer i arbejdets ergonomiske eksponeringer (7–9). Der er derfor behov for mere forskningsbaseret viden baseret på objektive målinger, som kan bidrage til en mere præcis og dybdegående forståelse af ergonomiske arbejds eksponeringer.

Et alternativ til spørgeskemaer er at lave objektive målinger af de ergonomiske arbejds eksponeringer. Målingerne udføres ved at deltageren bærer små, trådløse bevægelsesmålere på kroppen, som kan indsamle data over flere dage (10). Objektive målinger er oplagte til at kunne fremvise mere præcise data om de ergonomiske eksponeringer til medarbejderne. Derudover giver objektive data mulighed for at identificere tendenser og sammenhænge i de ergonomiske arbejds eksponeringer, som ofte ikke kan afdækkes gennem spørgeskemabesvarelser. Objektive målinger kan dermed bidrage til et mere nuanceret og pålideligt grundlag for vurdering og forebyggelse af ergonomiske eksponeringer (7). For at bruge objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen har vi udviklet og testet et billigere og mere brugervenligt system, kaldet Motus. Motus kan måle forskellige ergonomiske eksponeringer, som tidligere har været svære for medarbejdere at rapportere selv og dyre at måle.

1.2 Objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen

SENS er en bevægelsesmåler, som er billig, lille, trådløs og har en lang batterilevetid. Brugen af



SENS-bevægelsesmålere bidrager til en nemmere dataindsamling af de objektive ergonomiske målinger, idet de kan sendes med posten direkte til deltageren. Derefter påsætter deltageren selv bevægelsesmåleren samt forbinder den med en tilhørende mobilapp. Efter opstart af målingerne vil data fra de trådløse bevægelsesmålere automatisk overføres til en sikker database, hvor forskerne via et webbaseret system kan følge med i de

løbende målinger samt se resultaterne (Figur 1a og 1b) (11).

I det tidligere forskningsprojekt OM-MSB1 identificerede vi, i samarbejde med centrale interessenter inden for arbejdsmiljøovervågningen og SENS, otte trin til gennemførelse af ergonomiske objektive målinger (se figur 2). For at understøtte disse trin udviklede vi Motus: et samlet målesystem, der kombinerer bevægelsesmåling med automatisk dataanalyse. Motus gør det nemt at indsamle og håndtere data i stor skala gennem en brugervenlig deltagerportal, informationsside og effektive databaser. Navnet Motus betyder “bevægelse” på latin (12).

Figur 2: Otte trin for, hvordan objektive målinger af ergonomiske arbejds eksponeringer kan gennemføres i praksis i arbejdsmiljøovervågningen.

8 trin for gennemførelse af objektive målinger i arbejdsmiljøovervågningen



Trin 1, 2 og 8 blev færdigudviklet i OM-MSB1, hvorimod trin 3, 4, 5, 6 og 7 krævede en videreudvikling for at kunne bruge objektive målinger som led i arbejdsmiljøovervågningen i Danmark. Resultaterne fra projektet viste bl.a. lav deltagelsesgrad (6 %), hvilket begrænser datamaterialets repræsentativitet og nøjagtigheden af arbejdsmiljøforholdene på tværs af brancher. Der var derudover et stort tab af bevægelsesmålere (20 %), hvor bevægelsesmålerne faldt ud af konvolutterne under forsendelsen eller hvor deltagerne ikke sendte dem retur igen. Dette er en stor økonomisk omkostning, og understreger et behov for en forbedret procedure i forbindelse med forsendelse af bevægelsesmålere til og fra deltagerne (13). Samlet set indikerer disse forhold et

behov for at gennemføre en ny undersøgelse med fokus på at øge deltagelsen, således at de objektive målinger kan baseres på et mere repræsentativt datagrundlag.

Centrale interessenter inden for arbejdsmiljø i Danmark har efterspurgt en videreudvikling af Motus, således at systemet kan måle flere ergonomiske arbejdseksponeringer. Det drejer sig blandt andet om arbejde med foroverbøjet ryg, arbejde med armene over skulderhøjde, samt knæliggende og hugsiddende arbejde. En sådan videreudvikling forudsætter anvendelse af flere bevægelsesmålere placeret på kroppen. Vi har derfor videreudviklet Motus for at imødekomme behovet. Samtidig kan det bidrage til at styrke arbejdsmiljøovervågningen, fordi objektive målinger giver et mere præcist og nuanceret billede af ergonomiske eksponeringer. Denne viden kan danne et styrket grundlag for prioritering af forebyggende indsatser og muliggøre anvendelse af systemet i den nationale arbejdsmiljøovervågning blandt lønmodtagere i Danmark.

1.3 Formål

På baggrund af de erfaringer, vi har fået gennem udviklingen af målesystemet Motus i OM-MSB1, er formålet at videreudvikle og afprøve Motus. Vi har videreudviklet systemet ved at inkludere måling af fire ekstra ergonomiske eksponeringer. Det har krævet, at vi anvender bevægelsesmålere, som vi placerer flere steder på kroppen. Projektet har derfor haft til formål dels at gennemføre en teknisk videreudvikling af systemet (så det kan understøtte målinger baseret på flere bevægelsesmålere på kroppen) og dels at afprøve og evaluere, om det videreudviklede system har en høj grad af brugervenlighed og praktisk gennemførlighed i en arbejdsmiljømæssig sammenhæng.

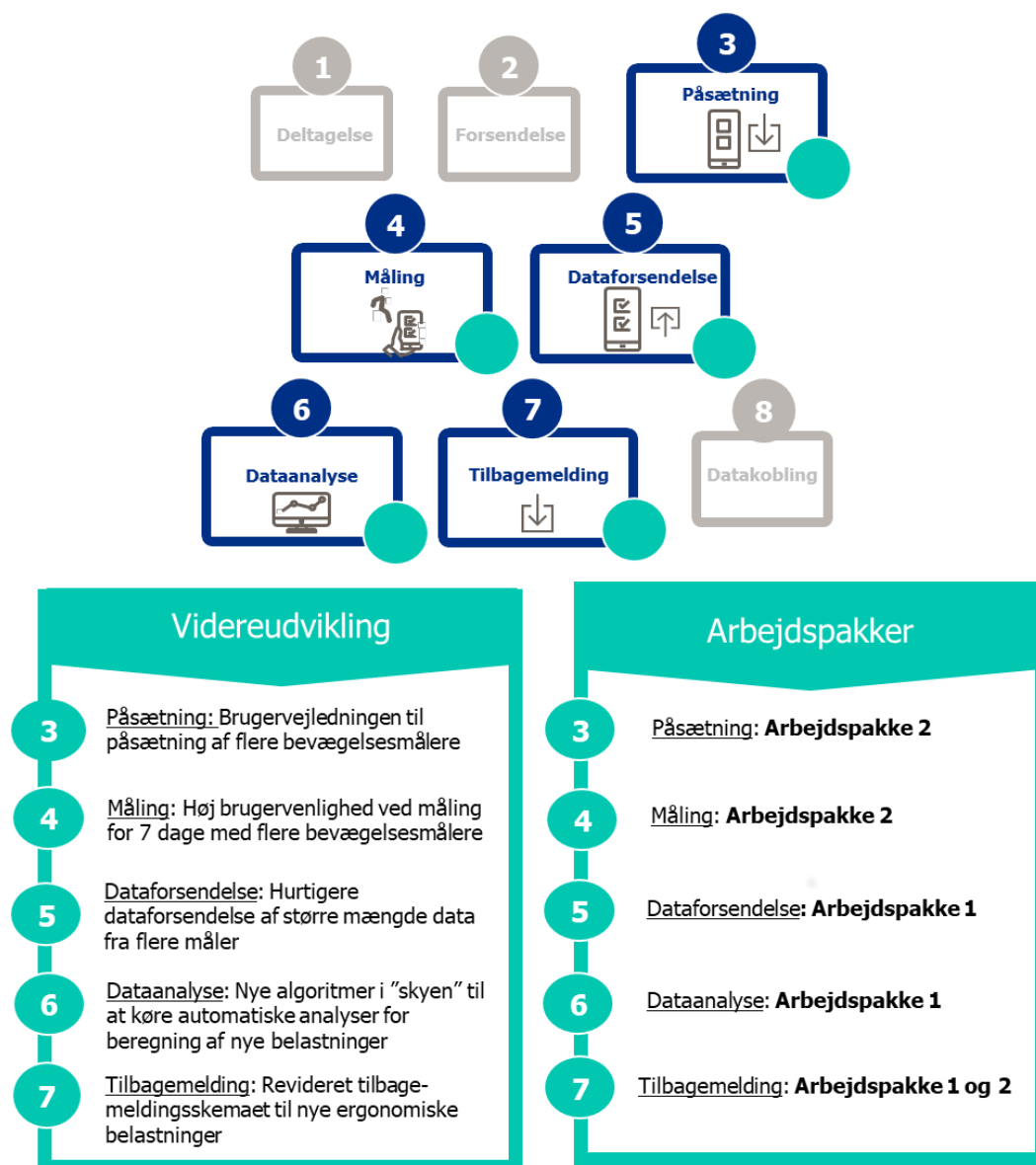
Figur 3: Formålet med OM-MSB2 projektet.



2.0 Metode og resultater

Følgende afsnit er en gennemgang af metoderne, vi har anvendt samt resultaterne fra projektet. Projektet blev afviklet i tre arbejdsplaner: (1) En teknisk videreudvikling, hvor vi opdaterede Motus-systemet, (2) forbedring af brugervenligheden, rekrutteringsmateriale og procedure, samt forsendelsesprocedurer og (3) dataindsamlingsfasen, hvor vi afprøvede alle otte trin (se Figur 4) blandt deltagerne i den danske arbejdsmiljøovervågning i 2025 (NOA-L 2025).

Figur 4: Videreudvikling af Motus-systemet i praksis trin for trin. Figuren viser de otte hovedtrin i Motus-systemet. Trin 1, 2 og 8 blev færdigudviklede i OM-MSB1, mens trin 3–7 videreudvikles i OM-MSB2. Figuren giver samtidig en kort beskrivelse af, hvad der arbejdes med i de enkelte trin.



2.1 Arbejdspakke 1: Teknisk videreudvikling af Motus-systemet

Formålet med videreudviklingsfasen var at tilføje og justere funktioner i Motus, som vores første undersøgelse pegede på som nødvendige. Videreudviklingen tog udgangspunkt i trin 3–7 (på sætning, måling, dataforsendelse, dataanalyse og tilbagemelding, jf. figur 4). Udviklingsarbejdet blev organiseret i to arbejdspakker: (1) teknisk videreudvikling af systemet og (2) videreudvikling af brugervenligheden. Udviklingsarbejdet blev gennemført iterativt med løbende designjusteringer, hvor vi kombinerede hurtige prototyper (papir og digitale) med mindre brugertests, inden funktionerne blev implementeret i appen.

Tabel 1: Overblik over teknisk videreudvikling af Motus i projektet baseret på resultaterne og erfaringerne fra det forudgående projekt OM-MSB1.

Udfordring identificeret i OM-MSB1	Hvorfor var det vigtigt	Hvordan arbejdede vi med at forbedre det	Hvilke ændringer implementerede vi og produkter
Systemet kunne kun måle et begrænset antal ergonomiske arbejds eksponeringer	Begrænsede muligheder for at identificere og analysere relevante arbejds situationer	Vi videreudviklede systemet i samarbejde med SENS Innovation og integrerede nye algoritmer og bevægelsesmålere	Systemet kan nu måle flere ergonomiske arbejds eksponeringer (arme over skulderhøjde, foroverbøjning af ryg, knæliggende og hugsiddende arbejde)
Øget datamængde ved flere bevægelsesmålere udfordrede dataoverførsel	Risiko for langsommere eller ustabil dataoverførsel til skyen	Vi reducerede målingsfrekvensen og testede, at nøjagtigheden blev opretholdt	Stabil og hurtig dataoverførsel til skyen uden tab af datakvalitet
Algoritmer var ikke klar til integration i systemet	Uden algoritmer kunne nye eksponeringer ikke måles automatisk	Vi oversatte og tilpassede algoritmer fra Matlab til Python og integrerede dem i systemet	Fuld integration af algoritmer til måling af nye ergonomiske arbejds eksponeringer
Manglende automatisering af analyser	Krævede manuel behandling og gav ineffektive arbejds gange	Vi udviklede automatiske analyser og sammenlignede løbende med manuelle resultater for at sikre kvaliteten	Automatiske analyser i skyen, der identificerer ergonomiske arbejds eksponeringer
Begrænset feedback til deltagere	Mindre værdi for brugerne og lavere anvendelighed i praksis	Vi videreudviklede feedbacksystemet til også at omfatte de nye målinger	Automatisk feedback til deltagere om deres ergonomiske arbejds eksponeringer
Manglende understøttelse af korrekt opsætning og datakvalitet	Risiko for fejl i målinger og lavere datakvalitet	Vi tilføjede funktioner i appen og tydelig markering på bevægelsesmålere	Kalibreringsskærm, baggrundsspørgeskema i appen og tydelig markering af bevægelsesmålere

2.1.1. Delkonklusion

Samlet set har arbejdspakken resulteret i et teknisk velfungerende og mere anvendeligt Motus-system, som både kan måle flere ergonomiske arbejds eksponeringer og give automatisk feedback til deltagere. Systemet står dermed stærkere både som måleværktøj og som grundlag for videre anvendelse i praksis og større implementering.

2.2 Arbejdspakke 2: Videreudvikling af brugervenligheden af Motus-systemet

Formål: At gøre Motus lettere at forstå og anvende i praksis gennem brugerinddragelse og målrettede forbedringer af centrale brugerflows.

Proces og aktiviteter: Vi arbejdede efter en brugerinvolverende tilgang, hvor løsninger blev udviklet og justeret på baggrund af konkrete tilbagemeldinger fra brugere.

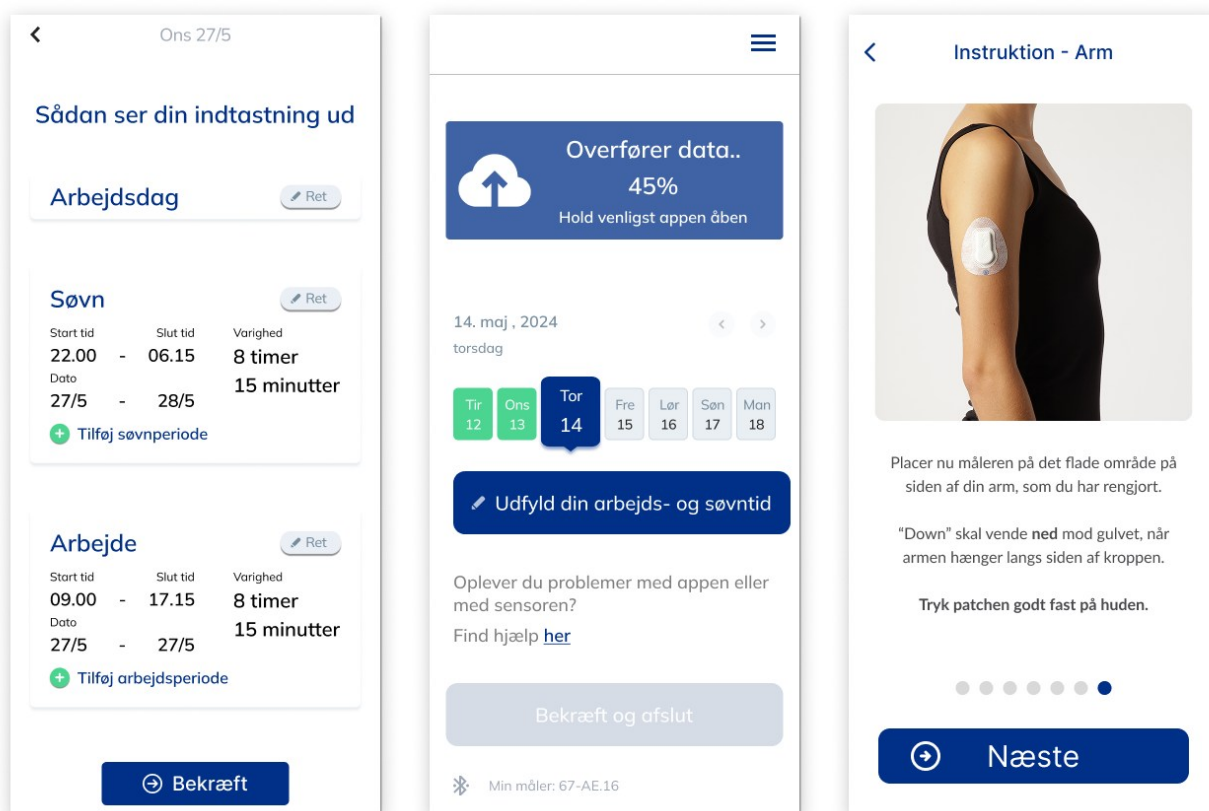
2a. Videreudvikling af registreringsflow ved natarbejde (trin 4): I første version af Motus havde deltagerne med nattevagter vanskeligt ved at registrere arbejds- og søvnperioder, fordi deres rytme ofte afveg fra en klassisk døgnstruktur. Vi udviklede derfor et nyt design til registreringsflowet, som skulle gøre registreringen mere intuitiv ved skiftende og natlige arbejdstider. Løsningen blev testet som Figma-prototype med tre sygeplejersker med nattevagter. På baggrund af feedback justerede vi sprog og rækkefølge af trin og gjorde løsningen klar til implementering.

2b. Videreudvikling af oversigtsskærm (trin 5–7): Vi reviderede oversigtsskærmen, så den blev mere overskuelig, især i forhold til status for dataoverførsel og forbindelse til bevægelsesmålere. Målet var, at deltagerne hurtigt kunne se, om målingerne blev overført som forventet, og om der var behov for handling. Ændringerne fokuserede på enklere visuel prioritering og tydelig statusinformation for at reducere usikkerhed og behov for support.

2c. Videreudvikling af påsætningsguides (trin 3): Da Motus blev udvidet til flere placeringer af bevægelsesmålere (overarm, øvre ryg og læg), udviklede vi nye påsætningsguides, så deltagerne selv kunne placere målerne korrekt. Vi startede med en papirversion, som blev testet på tre kontormedarbejdere for hurtigt at identificere uklare trin og misforståelser. Herefter udviklede vi en digital prototype i et format, der lignede den endelige app-oplevelse. Prototypen blev testet på tre personer fra et plejecenter, og på baggrund af testen præciserede vi formuleringer, forenkede trin og tydeliggjorde placering og orientering af bevægelsesmålerne, hvorefter guiderne blev implementeret.

Endeligt produkt af arbejdspakke 2: En videreudviklet Motus-app (se nye skærme i figur 5), der er lettere at forstå og anvende i de centrale trin fra påsætning til tilbagemelding.

Figur 5: Eksempler på skærme fra Motus-appen til indtastning af arbejds- og søvntid (venstre), status på deltagernes måling og dataoverførsel (midterst) og påsætning af bevægelsesmåler (højre).



Videreudvikling af rekrutteringsmateriale

Parallelt med udviklingen af systemet justerede vi vores rekrutteringsmateriale. Vi samlede input fra interessenter og en spørgeskemaundersøgelse og reviderede materialet i samarbejde med NFAs kommunikationsafdeling. Formålet var at gøre budskaberne klarere og mere målrettede, så barrierer for deltagelse blev reduceret, og rekrutteringsraten kunne øges. En strategi var at integrere et direkte spørgsmål om deltagelse i dette studie i NOA-L. Det endelige rekrutteringsbrev er vedlagt som bilag 1.

2.2.1 Delkonklusion

Vi har videreudviklet Motus med fokus på brugervenlighed gennem tæt brugerinddragelse. Justeringer af registreringsflow, oversigtsskærm og påsætningsguides har gjort systemet mere intuitivt og lettere at anvende i praksis for medarbejderne. Samtidig har vi opdateret rekrutteringsmaterialet, så det tydeligere kommunikerer formålet og reducerer barrierer for deltagelse. Samlet set står Motus som en mere brugervenlig løsning.

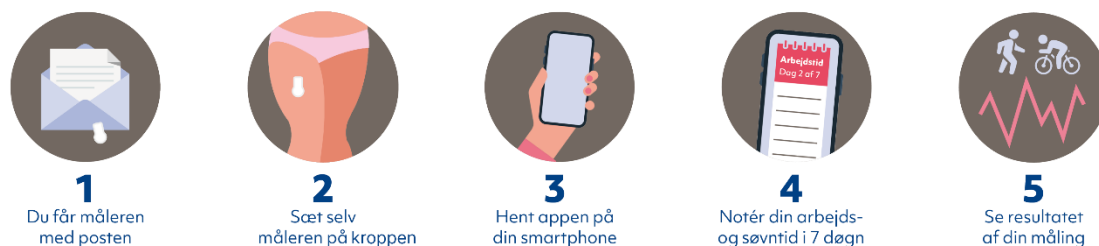
2.3 Arbejdspakke 3: Afprøvning af systemets gennemførlighed i arbejdsmiljøovervågningen

I forbindelse med rekrutteringen inviterede vi et udvalg af deltagere (n = 8.797) fra forskellige jobgrupper, som havde besvaret NOA-L 2025. Invitationen blev udsendt via e-Boks af NOA-Ls administrationsteam, som samtidig formidlede detaljeret information om projektets formål samt et link til tilmelding. I alt tilkendegav 2.119 personer interesse for at deltage ved at tilmelde sig via linket og give samtykke til at blive kontaktet. Det svarer til ca. 24 %, hvilket er en væsentlig forbedring sammenlignet med tidligere, hvor deltagelsesprocenten lå på 6 %.

Ud af de 2.119 personer fjernede vi to, som havde rapporteret allergi, og randomiserede derefter datasættet. I rekrutteringsprocessen kontaktede vi deltagere, som havde angivet specifikke tidsrum, hvor de ønskede at blive kontaktet. Formålet med opkaldene til deltagerne var at sikre, at de modtog tilstrækkelig information om projektet, således at de havde et klart grundlag for at forstå dets formål samt de forventninger, der var forbundet med deltagelse. Ved opkald foretaget mellem kl. 8 og 12 blev der således ringet til en del af de personer på den randomiserede dataliste, som enten havde tilvalgt dette tidsrum eller tilladt kontakt på et hvilket som helst tidspunkt mellem kl. 08-17. Ufuldstændige tilmeldinger blev desuden udeladt. Vi stoppede med at kontakte flere deltagere, da vi havde fået mundtligt samtykke fra 100 deltagere. Ud af de 100 deltagere var 44 % kvinder, 61,5 % var ældre end 50 år, med gennemsnitligt BMI på 26,3. Derudover havde størstedelen af deltagerne manuelt arbejde (45,8 %).

Efterfølgende blev der klargjort en pakke til hver enkelt deltager, bestående af fire bevægelsesmålere, hvoraf det fremgik, hvor hver bevægelsesmåler skulle sættes på kroppen. Vi lagde bevægelsesmålerne i en frankeret returkuvert, fordi vi fra det tidligere projekt ved, at de nemt kan glide ud på grund af den glatte overflade. I pakken var der derudover fire plastrer til påføring af bevægelsesmålerene, en desinfektionsserviet, ekstra klæbestrimler samt et introduktionsbrev med instruktioner om, hvordan appen downloades (Figur 6).

Figur 6: Oplevelsen af at bruge Motus-systemet fra deltagerens synspunkt.

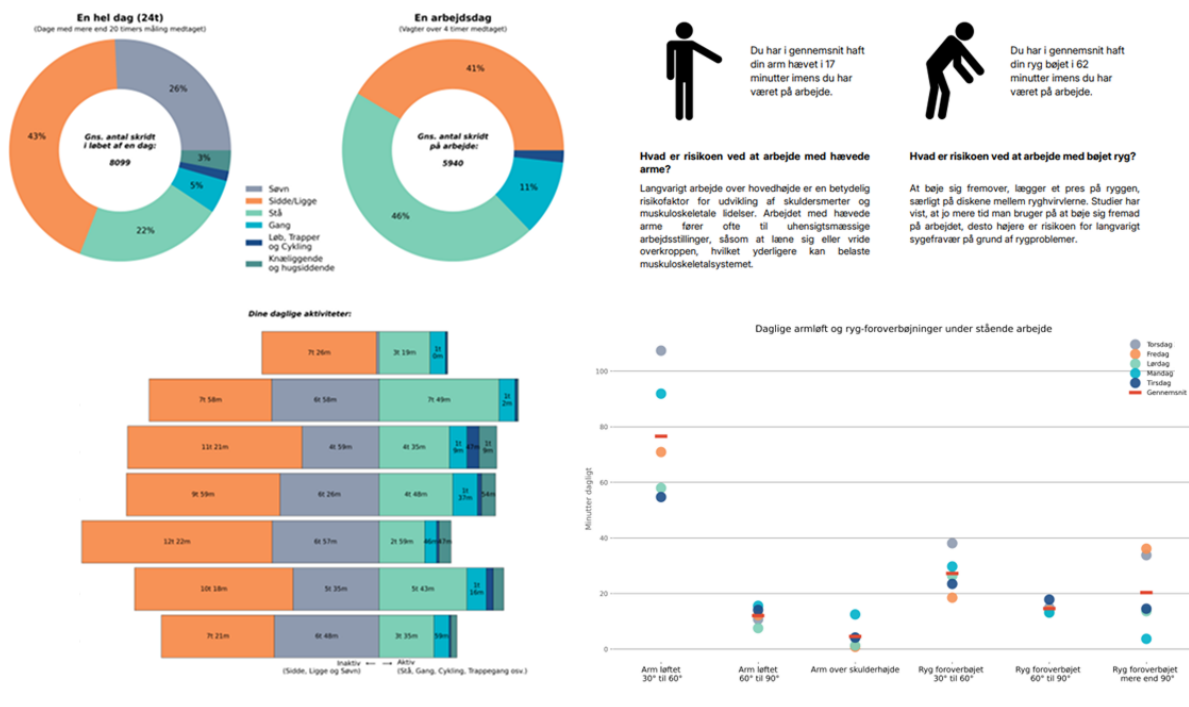


Deltagerne skulle i måleperioden på syv døgn indtaste deres arbejds- og søvntimer dagligt i appen. I den forbindelse blev data fra bevægelsesmålerne krypteret og uploadet til en sikker server. Efter målingerne var deltagerne blevet bedt om at sende bevægelsesmålerne retur i den vedlagte frankerede returkonvolut. Ud fra målingerne blev der til hver enkelt deltager genereret en rapport, hvoraf deres resultater fremgik. Denne rapport blev sendt til dem via e-mail. Figur 7 er et eksempel på tilbagemelding af egne målinger, som deltagerne modtog som PDF-rapport. Deltagerne fik i samme e-mail et link til et valideret spørgeskema, hvor vi bl.a. spurgte ind til deres tilfredshed, til hvor nemt det var at bruge målerne, og til hvordan de oplevede systemets anvendelighed.

Ud af de 100 deltagere modtog 99 pakken. Af disse gik 87 i gang med målingerne og påsatte mindst to af de fire bevægelsesmålere. De fleste gennemførte også forløbet, hvor 83 både havde bevægelsesmålerne på og registrerede søvn og arbejdstider i appen i de syv dage. Ser man på brugen af alle fire bevægelsesmålere, påsatte 80 deltagere dem alle. Heraf gennemførte 76 hele måleperioden, hvor de både bar bevægelsesmålerne og registrerede søvn og arbejdstider i appen. Der var desuden et meget lavt bevægelsesmålertab, idet kun otte bevægelsesmålere gik tabt, heraf fire under forsendelse og fire, som ikke blev returneret.

Samlet set viste resultaterne, at langt størstedelen af deltagerne kunne gennemføre målingen med Motus uden vanskeligheder. De kunne eksempelvis selv downloade appen, påsætte to eller flere bevægelsesmålere uden hjælp, samt registrere arbejds- og søvntider korrekt i mobilappen i måleperioden på syv dage. Resultaterne viser en meget høj teknisk funktionalitet af både bevægelsesmålerne og appen. Firehalvfems procent af deltagerne rapporterede ingen fejl med bevægelsesmålerne, mens ingen deltagere rapporterede problemer med appen under måleperioden.

Figur 7: Eksempel på en PDF-rapport over opgørelse af resultater til en deltager, som Motus-systemet har lavet automatisk.



Størstedelen af deltagerne angav, at de i høj grad var i stand til at følge instruktionerne (92,5 %), påsætte bevægelsesmålerne korrekt (95,0 %) og registrere informationerne i appen (97,5 %). Tilsvarende rapporterede 97,5 %, at de kunne håndtere eventuelle udfordringer undervejs, og resultaterne indikerer en høj grad af brugervenlighed og gennemførlighed. Deltagerne rapporterede desuden, at Motus generelt var nemt at anvende, stort set alle var tilfredse med systemet, var villige til at deltage i en lignende måling igen, og ville også anbefale brugen af Motus til kollegaer.

Syvoghalvfjerds procent oplevede ingen hudirritation, og 67 % rapporterede ingen problemer med plastrene. Når der opstod irritation eller ubehag i forhold til bevægelsesmåleren, var det især ved bevægelsesmåleren på ryggen (21 %), som blev rapporteret. Omvendt rapporterede deltagerne flest udfordringer med selve plastrene på lår og læg. Selvom disse placeringer måske giver mindre egentlig hudirritation, kan de være mere udsatte for friktion fra tøj, sved eller bevægelse, hvilket kan påvirke, hvor godt plastrene sidder fast. Det kan også tænkes, at plastrene lettere løsner sig disse steder, hvilket kræver justeringer undervejs i måleperioden.

Størstedelen (92,7 %) af deltagerne rapporterede et lavt tidsforbrug forbundet med projektet. I gennemsnit brugte deltagerne 62,2 minutter i alt (SD = 27,5), fordelt med et gennemsnit på 23,1 minutter den første dag og 39,1 minutter til de efterfølgende daglige registreringer. Projektgruppen brugte i gennemsnit 23,2 minutter pr. deltager. Tiden fordelte sig på rekruttering, opfølgning undervejs samt håndtering af retur og logistik, hvor særligt de logistiske opgaver var de mest tidskrævende. Sammenholdt med tidligere resultater, hvor administratorene brugte cirka 15 minutter pr. deltager, ses der således en stigning i tidsforbruget. En væsentlig forklaring på denne forskel er, at der er flere bevægelsesmålere pr. deltager, som øger kompleksiteten i flere led af processen, herunder klargøring af udstyr, pakning, kvalitetssikring samt håndtering efter retur. Denne øgede kompleksitet har også betydning for omkostningerne pr. deltager. I OM-MSB1 blev prisen estimeret til 691 kr. pr. deltager. Med flere bevægelsesmålere må det forventes, at både materiale- og håndteringsomkostninger stiger, da der er flere bevægelsesmålere, som skal klargøres, sendes og håndteres efterfølgende. Disse omkostninger vil i praksis kunne skaleres med antallet af bevægelsesmålere pr. deltager.

2.3.1 Delkonklusion

Rekrutteringen via NOA-L viste en solid interesse for deltagelse, hvor 2.119 personer aktivt tilmeldte sig, og det lykkedes at inkludere det planlagte antal (100 deltagere) med mundtligt samtykke. Herefter gennemførte langt de fleste målingerne.

Resultaterne viser en høj brugervenlighed og teknisk funktionalitet. Størstedelen kunne gennemføre målingen uden vanskeligheder, herunder selv downloade appen, påsætte bevægelsesmålere korrekt og registrere arbejds- og søvntider. Selvom brugen af flere bevægelsesmålere har øget kompleksiteten og ressourceforbruget på administratorsiden, er dette ikke gået ud over deltagernes oplevelse. Tidsforbruget blev rapporteret som lavt af 92,7 % af deltagerne, med et gennemsnit på ca. én time i alt over hele måleperioden. Dette adresserer en kendt barriere fra vores tidligere studie, hvor manglende tid var en væsentlig årsag til frafald. Samtidig rapporterede størstedelen høj tilfredshed, villighed til at deltage igen og til at anbefale systemet til kolleger, hvilket peger på en høj accept af metoden. Derudover var bevægelsesmålertabet meget lavt og væsentligt forbedret sammenlignet med tidligere studier, hvilket understøtter, at de implementerede tiltag har haft en positiv effekt på både deltagelse og returnering af udstyr.

3.0 Perspektivering

Motus er gennem de seneste to udviklingsprojekter blevet testet og justeret i praksis, og resultaterne peger samlet set på et system, der fungerer teknisk og er anvendeligt for deltagerne. Erfaringerne viser, at både brugervenlighed og gennemførlighed er på plads, og at systemet kan implementeres i en virkelig arbejds kontekst.

Det giver et solidt udgangspunkt for at flytte fokus fra udvikling til anvendelse. I det følgende diskuteres derfor centrale resultater fra den seneste dataindsamling med henblik på at vurdere, hvor systemet er blevet forbedret, og hvilke forhold der fortsat er vigtige at arbejde videre med, hvis Motus skal anvendes i større skala. Derudover er det relevant at se nærmere på, hvordan systemet konkret kan bruges, både i den nationale arbejdsmiljøovervågning og som et mere praksisnært redskab i det forebyggende arbejdsmiljøarbejde på arbejdspladser.

3.1 Øget deltagelsesrate

Undersøgelsen viser en markant fremgang i deltagelsen. Fireogtyve procent tilmeldte sig via NOA-L, hvilket er en klar stigning fra OM-MSB1, hvor kun 6 % tilmeldte sig. Denne forbedring skyldes primært bedre procedurer før dataindsamlingen, hvor rekrutteringsmaterialet var mere målrettet, der blev tilføjet spørgsmål i NOA-L, og tidsrummet mellem NOA-L og invitationen til studiet var kortere, så deltagerne bedre kunne huske, hvad de havde sagt ja til. Den telefoniske kontakt har været vigtig i forhold til både rekruttering og fastholdelse. Vi brugte opkaldene til at sikre, at deltagerne faktisk ønskede at deltage. Dette reducerer "loss to follow-up" og bidrager til en højere reel deltagelse blandt dem, der inkluderes. Timing og personlig kontakt er derfor centrale faktorer for at styrke rekruttering og fastholdelse i denne type studier.

Samtidig ser det ud til, at et lavere tidsforbrug også spiller en rolle ift. fastholdelse undervejs. Når det er blevet hurtigere og nemmere at deltage, føles det mindre besværligt og dermed lettere at gå fra at ville deltage til rent faktisk at gøre det. Det er bemærkelsesværdigt, at tidsforbruget er reduceret fra 73 til 62 minutter, selvom deltagerne i denne dataindsamling skulle håndtere flere bevægelsesmålere. Tidligere så vi, at tidsforbruget afholdt nogle fra at gennemføre målingerne, men ændringerne i denne runde har sandsynligvis gjort det mere overskueligt og bidraget til, at flere gennemfører.

Selvom udviklingen er positiv, er der stadig plads til forbedring. Telefonopkald ser ud til at være en effektiv strategi, men det er værd at undersøge, hvordan rekruttering kan styrkes yderligere. Man kunne f.eks. afprøve andre kontaktformer, give endnu tydeligere information om undersøgelsens formål eller sørge for flere og anderledes reminders til deltagerne. Derudover kan det være relevant at analysere mere systematisk, præcis hvilke dele af kontaktstrategien deltagerne reagerer bedst på. Den viden kan bruges til at finjustere indsatsen og øge deltagelsen endnu mere i fremtidige dataindsamlinger.

3.2 Reduceret tab af bevægelsesmålere

En anden væsentlig forbedring i denne dataindsamling er det markant reducerede tab af måleudstyr. Returraten er steget betydeligt sammenlignet med den tidligere runde, hvor op mod 20 % af udstyret gik tabt. I denne runde drejer det sig om 2 %. Forbedringen hænger sandsynligvis sammen med flere konkrete ændringer. Dels er instruktionen til deltagerne blevet tydeligere, både hvad angår brug og returnering af udstyret. Dels har den telefoniske kontakt spillet en vigtig rolle. Tidligere studier viste, at mange af dem, der ikke returnerede bevægelsesmålerne, var personer, som havde sagt ja til at deltage, men som alligevel ikke deltog og dermed blev "lost to follow-up". Ved at ringe deltagerne op og bekræfte deres deltagelse har vi i højere grad sikret, at de inkluderede deltagere var motiverede, hvilket kan forklare både den højere deltagelsesrate og den forbedrede retur af bevægelsesmålere. Personlig kontakt fremstår dermed som en effektiv strategi til både at styrke rekruttering og øge efterlevelse.

Der er dog en vis usikkerhed om, hvorvidt den nuværende løsning kan fortsætte, eller om der bliver behov for nye måder at håndtere forsendelsen på. Det gør det relevant at forholde sig til, hvor robust den nuværende model egentlig er. Særligt er det centralt, om de opnåede forbedringer kan fastholdes ved et leverandørskifte, og hvilke krav det i så fald vil stille til logistik, økonomi og en stabil drift.

Samlet set viser resultaterne, at de gennemførte tiltag har haft en tydelig effekt. Samtidig understreger de behovet for at tænke fremad og sikre, at returprocedurerne også fungerer stabilt under ændrede rammevilkår.

3.3 Målesystemets anvendelighed i arbejdsmiljøovervågning

Resultaterne viser, at medarbejdere uden større vanskeligheder kan bruge bevægelsesmålerne, at datakvaliteten er tilfredsstillende, og at de udviklede procedurer kan gennemføres i praksis.

Samtidig vurderer deltagerne, at systemet er acceptabelt at anvende i arbejdssituationen. Samlet peger resultaterne derfor på, at målesystemet har nået et niveau, hvor det kan overvejes til implementering i større skala som led i national overvågning af ergonomiske eksponeringer.

En væsentlig styrke ved Motus er, at det kan bidrage med objektive målinger af ergonomiske eksponeringer. I dag er overvågningen af ergonomiske arbejdsmiljøeksponeringer i Danmark i høj grad baseret på selvrapporterede spørgeskemadata. Sådanne data kan være påvirket af usikkerhed, f.eks. fordi medarbejdere kan have svært ved præcist at vurdere eller huske deres arbejdsstillinger og bevægelser. Objektive målinger kan derfor supplere de eksisterende metoder ved at give mere præcise og sammenlignelige data om arbejdsstillinger, bevægelser og ergonomiske eksponeringer på arbejdet.

Objektive målinger kan samtidig bidrage til et bedre grundlag for forebyggende arbejdsmiljøindsatser. Systematiske data om ergonomiske eksponeringer kan gøre det lettere at identificere arbejdsopgaver og brancher med høj eksponering. De kan også bruges til at følge udviklingen over tid og til at vurdere effekten af forebyggende tiltag. På den måde kan målesystemet understøtte en mere målrettet prioritering af arbejdsmiljøindsatser både på virksomheds- og samfundsniveau.

Som det næste vil vi indgå i dialog med centrale interessenter, herunder myndigheder og arbejdsmarkedets parter, for at afklare mulighederne for at integrere systemet i den nationale arbejdsmiljøovervågning. I den forbindelse vil vi se nærmere på organisatoriske, økonomiske og metodiske forhold, herunder hvordan dataindsamling, databehandling og databeskyttelse kan håndteres i en større skala. Det vil også være vigtigt at vurdere, hvordan systemet kan spille sammen med de eksisterende overvågningssystemer, så de indsamlede data kan udnyttes bedst muligt.

3.4 Motus som forebyggende værktøj på arbejdspladsen

I dette projekt er systemet udviklet med henblik på national overvågning af ergonomiske arbejdseksponeringer. Vores erfaringer fra øvrige projekter viser, at det også kan bruges som et redskab i det forebyggende arbejdsmiljøarbejde på arbejdspladser. Objektive målinger kan

potentielt give arbejdspladser et mere konkret og handlingsorienteret grundlag for at identificere, vurdere og reducere ergonomiske eksponeringer i det daglige arbejde.

Forskning på tværs af forskellige brancher og jobgrupper viser, at objektive målinger kan styrke det ergonomiske forebyggelsesarbejde på flere måder. Målingerne kan for eksempel synliggøre arbejdssituationer og eksponeringer, som ellers kan være svære at opdage gennem observationer eller selvrapporterede oplysninger. Mange ergonomiske eksponeringer optræder i korte eller forskellige arbejdsopgaver i løbet af arbejdsdagen og kan derfor være vanskelige at identificere systematisk uden tekniske målemetoder. Objektive målinger kan derfor give et mere nuanceret billede af de faktiske ergonomiske arbejdseksponeringer.

Objektive data kan også skabe et fælles og mere konkret grundlag for dialog mellem medarbejdere, arbejdsmiljøorganisation og ledelse. Når eksponeringer dokumenteres gennem målinger, kan dialogen om arbejdsmiljø i højere grad tage udgangspunkt i fælles data frem for individuelle vurderinger. Det kan gøre det lettere at finde løsninger og prioritere relevante forebyggende tiltag.

Derudover kan målinger bruges aktivt, når arbejdspladser udvikler og afprøver nye løsninger. Arbejdspladser kan for eksempel bruge målinger til at undersøge effekten af ændringer i arbejdsprocesser, tekniske hjælpemidler eller organiseringen af arbejdet. På den måde kan målinger bidrage til en mere systematisk tilgang til ergonomisk forebyggelse.

Indtil videre er sådanne målinger dog primært blevet brugt i forskningsprojekter, hvor forskere har haft en central rolle i planlægning, dataindsamling og analyse. Der er derfor stadig begrænset viden om, hvordan målemetoderne fungerer, når arbejdspladser selv anvender dem som en del af deres arbejdsmiljøarbejde, og hvilken værdi de i så fald skaber i praksis.

Da målesystemet nu fremstår teknisk modent og anvendeligt i praksis, åbner der sig imidlertid nye muligheder for, at arbejdspladser i højere grad selv kan anvende systemet. Hvis systemet viser sig brugbart i denne sammenhæng, kan objektive målinger fremover blive et vigtigt redskab i det forebyggende arbejdsmiljøarbejde. Systemet kan dermed være med til at gøre ergonomiske eksponeringer mere synlige, understøtte dialog og beslutninger på arbejdspladsen samt skabe et bedre grundlag for målrettede og effektive forebyggelsesindsatser.

4.0 Konklusion

Projektets formål var at videreudvikle og afprøve Motus på baggrund af erfaringerne fra det forudgående projekt OM-MSB1. Konkret blev systemet udvidet til at kunne måle flere ergonomiske eksponeringer ved brug af flere bevægelsesmålere placeret på kroppen. Samtidig har projektet haft fokus på at vurdere, om det videreudviklede system fortsat er brugervenligt og praktisk gennemførligt i en arbejdsmiljømæssig kontekst.

Resultaterne viser, at den tekniske videreudvikling er lykkedes. Systemet kan nu håndtere målinger fra flere bevægelsesmålere uden, at det i væsentlig grad går ud over brugervenligheden. Deltagerne har i høj grad kunnet anvende systemet uden vanskeligheder, og de udviklede procedurer har vist sig at kunne gennemføres i praksis. Det peger på, at udvidelsen af målekapaciteten ikke har kompromitteret systemets anvendelighed.

Samtidig viser projektet, at centrale driftsparametre er blevet forbedret. Deltagelsesraten er øget markant, og tabet af måleudstyr er reduceret til et minimum. Disse forbedringer understøtter, at systemet ikke blot fungerer teknisk, men også organisatorisk og logistisk i en større dataindsamlingskontekst.

På den baggrund fremstår den nuværende version af Motus som et modent system, der kan anvendes til objektive målinger af ergonomiske eksponeringer i større skala. Projektet viser, at det er muligt at kombinere avancerede målinger med høj brugervenlighed og praktisk gennemførlighed.

Samlet set viser resultaterne, at Motus er en teknisk velfungerende, brugervenlig og gennemførlig løsning, som kan anvendes i større arbejdsmiljøundersøgelser, samtidig med at de tidligere identificerede barrierer er reduceret.

Efterskrift

Vi ønsker at takke Arbejdsmiljøforskningsfonden for deres 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 arbejdsmarkedets partnere for deres samarbejde og støtte gennem hele processen og vores internationale følgegruppe af forskere. En særlig tak til forskerteamet på NFA for deres ekspertise og dedikation, herunder Christian Uttenreitter, Christian Tolstrup Wester, Tonje Pedersen Ludvigsen, Jon Roslyng Larsen og til SENS Innovation for deres tekniske systemudvikling, samt Arbejdstilsynet og Danmarks Statistik for sparring og samarbejde omkring undersøgelsen. Endelig takker vi kommunikationsteamet fra NFA for deres værdifulde bidrag til projektets succes.

Referencer

1. Andersen LL, Pedersen J, Sundstrup E, Thorsen SV, Rugulies R. High physical work demands have worse consequences for older workers: prospective study of long-term sickness absence among 69 117 employees. *Occup Environ Med.* november 2021;78(11):829–34. doi:10.1136/oemed-2020-107281 PubMed PMID: 33972376; PubMed Central PMCID: PMC8526881.
2. Pedersen J, Schultz BB, Madsen IEH, Solovieva S, Andersen LL. High physical work demands and working life expectancy in Denmark. *Occup Environ Med.* august 2020;77(8):576–82. doi:10.1136/oemed-2019-106359 PubMed PMID: 32398291; PubMed Central PMCID: PMC7402449.
3. Andersen LL, Vinstrup J, Sundstrup E, Skovlund SV, Villadsen E, Thorsen SV. Combined ergonomic exposures and development of musculoskeletal pain in the general working population: A prospective cohort study. *Scand J Work Environ Health.* 1. maj 2021;47(4):287–95. doi:10.5271/sjweh.3954 PubMed PMID: 33749799; PubMed Central PMCID: PMC8091072.
4. Arbejdstilsynet. National Overvågning af Arbejds miljøet blandt Lønmodtagere 2021 og 2023 [Internet]. 2023. Tilgængelig hos: <https://at.dk/arbejds miljoe-i-tal/national-overvaagning-af-arbejds miljoeet-blandt-loenmodtagere/>
5. Thorsen SV, Flyvholm MA, Pedersen J, Bültmann U, Andersen LL, Bjorner JB. 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.* januar 2021;78(1):46–53. doi:10.1136/oemed-2020-106554 PubMed PMID: 32907881; PubMed Central PMCID: PMC7803903.
6. Sundstrup E, Thorsen SV, Rugulies R, Larsen M, Thomassen K, Andersen LL. Importance of the Working Environment for Early Retirement: Prospective Cohort Study with Register Follow-Up. *Int J Environ Res Public Health.* 17. september 2021;18(18):9817. doi:10.3390/ijerph18189817 PubMed PMID: 34574740; PubMed Central PMCID: PMC8472036.
7. Gupta N, Wilstrup NM, Jacobsen SS, Holtermann A. Sammenhængen mellem objektivi t målte ergonomiske arbejds krav og langtidssygefravær. 2022. Report No.
8. Koch M, Lunde LK, Gjulem T, Knardahl S, Veiersted KB. Validity of Questionnaire and Representativeness of Objective Methods for Measurements of Mechanical Exposures in Construction and Health Care Work. *PLoS One.* 2016;11(9):e0162881. doi:10.1371/journal.pone.0162881 PubMed PMID: 27649499; PubMed Central PMCID: PMC5029916.
9. Neupane S, Karstad K, Hallman DM, Rugulies R, Holtermann A. Objectively measured versus self-reported occupational physical activity and multisite musculoskeletal pain: a prospective follow-up study at 20 nursing homes in Denmark. *Int Arch Occup Environ Health.* april 2020;93(3):381–9. doi:10.1007/s00420-019-01495-4 PubMed PMID: 31760469; PubMed Central PMCID: PMC7078130.
10. Jørgensen MB, Gupta N, Korshøj M, Lagersted-Olsen J, Villumsen M, Mortensen OS, m.fl. The DPhacto cohort: An overview of technically measured physical activity at work and leisure in blue-collar sectors for practitioners and researchers. *Appl Ergon.* maj 2019;77:29–39. doi:10.1016/j.apergo.2019.01.003 PubMed PMID: 30832776.
11. Crowley P, Kildedal R, Vindelev SO, Jacobsen SS, Larsen JR, Johansson PJ, m.fl. A Novel System for the Device-Based Measurement of Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep (Motus): Usability

Evaluation. JMIR Form Res. 17. november 2023;7:e48209. doi:10.2196/48209 PubMed PMID: 37976096; PubMed Central PMCID: PMC10692873.

12. Kildedal R, Gupta N, Wilstrup NM, Holtermann A. Objektive målinger af ergonomiske arbejdseksposeringer i arbejdsmiljøovervågningen. 2024. Report No.
13. Gupta N, Eghøj M, Pedersen Ludvigsen T, Larsen JR, Wester CT, Kildedal R, m.fl. A Feasibility Study of the “Motus” System for Wearable-Based Movement Behaviors at Scale. J Phys Act Health. 1. oktober 2025;22(10):1244–55. doi:10.1123/jpah.2024-0832 PubMed PMID: 40436376.

Bilag 1



Kære [indsæt navn]

Du er udvalgt til at deltage i et vigtigt forskningsprojekt, der undersøger, hvordan dit arbejde påvirker måden, du bevæger dig på – for eksempel hvor meget du arbejder med foroverbøjet ryg, hvor meget du står op, og hvor meget du bruger arme og skuldre.

Formålet med projektet er at få viden, der kan bruges til at forebygge smerter og langtidssygefravær i din og andre brancher.

Måske det allerede lyder bekendt?

Projektet bygger nemlig videre på dine tidligere bidrag i NOA-L-spørgeskemaundersøgelsen om arbejdsmiljøet i Danmark, som fandt sted i februar måned.

Hvorfor deltage?

1. Hjælp dit eget "hold"

Du bidrager til at skabe bedre forhold og styrke arbejdsmiljøet i netop din branche.

2. Forskning med betydning

Resultaterne bruges til at skabe samfundsrelevante løsninger, der fremmer sundhed og trivsel på tværs af arbejdspladser.

3. Personlig indsigt

Du modtager værdifuld og konstruktiv feedback om, hvordan du bevæger dig på arbejde.

Tilmeld dig her

Hvad kræver det at deltage?

- Du vil blive udstyret med fire bevægelsesmålere og fire plastre, som du selv skal sætte på din krop og bære i én uge. Det tager omkring 20-30 minutter at komme i gang. Bevægelsesmålerne er små (2x4 cm flad brik), vandtætte og kan påsættes under tøjet.
- Du skal hente vores mobilapp og bruge den til at indtaste, hvornår du sover og hvornår du er på arbejde. Dette gøres dagligt og tager 2-3 minutter.
- Efter måleugen modtager du en personlig rapport, der giver dig unikke indsigter i, hvordan dine arbejdsopgaver påvirker måden, du bevæger dig.
- Til sidst bedes du udfylde et kort spørgeskema om dine oplevelser (ca. 10-15 minutter).

Ønsker du ikke at deltage?

Vi vil gerne vide hvorfor! Klik her for at svare på et enkelt spørgsmål: [\[Indsæt link\]](#)

Bilag 2. Resultater fra de fire overordnede gennemførlighedsparametre, der blev evalueret gennem spørgeskemabesvarelser og procesdata.

	N	%
Overholdelse		
Kunne påsætte ≥ 2 bevægelsesmålere (n=99)	87	88
Indtastede søvn- og arbejdstid i 7 dage (n=87)	83	95
Bar bevægelsesmåleren i 7 dage (n=87)	84	97
Kunne overføre data via appen (n=87)	84	97
Teknisk acceptabilitet		
Oplevede ingen fejl med bevægelsesmålere (n=99)	93	94
Oplevede ingen tekniske fejl under testen (n=99)	99	100
Social acceptabilitet		
Sagde ja til at deltage	2119	24
Var tilfredse (n=40)	40	100
Var villige til at deltage igen (n=40)	38	95,0
Ville anbefale en ven at deltage (n=40)	40	100
Følte sig selvsikker i sin deltagelse (n=40)	39	97,5
Praktisk acceptabilitet		
Oplevede ingen hudirritation (n=43)	33	76,7
Plasteret til bevægelsesmåleren forblev intakt (n=43)	29	67,4
Oplevede det var nemt at		
Følge instruktioner i appen (n=42)	41	97,6
Påsætte bevægelsesmåleren på arm (n=42)	42	100
Påsætte bevægelsesmåleren på ryggen (n=42)	33	78,6
Påsætte bevægelsesmåleren på låret (n=42)	42	100
Påsætte bevægelsesmåleren på læggen (n=42)	41	97,6
Indtaste søvn- og arbejdstid i appen (n=42)	42	100
Tage bevægelsesmåleren af igen (n=42)	38	90,5
Returnere bevægelsesmåleren (n=42)	42	100
Havde ingen problemer med at overføre data (n=42)	42	100
Bevægelsesmålere modtaget retur (n=400)	392	98
Målere mistet under forsendelse	4	
Målere mistet af deltagere	4	
Målere mistet af anden årsag	0	