

Utveckling av ett användarvänligt sätt att behandla mätdata vid ergonomimätning med inklinometri

David Dashti (BME-15), Hoang Ngo (BME-15)

Sammanfattning—Med en ny generation av trådlösa inklinometrar öppnas nya möjligheter upp för mätning av ergonomi. Ett mått som tidigare varit beroende av kvalitativ bestämning. Utav 12000 arbetsskador år 2016 var 40 % attribuerade till ergonomiska belastningsskador, vilket visar på ett tydlig behov för kvantitativa mätningar av ergonomi. Trådlösa inklinometrar är smidiga och bekväma då de tar bort behovet för en stor mängd kablar på användaren. Databehandling av mätdata är däremot komplicerad och svårslärd. För att motverka detta och underlätta för övergången till trådlösa inklinometrar, har vi byggt om databehandlingsprogrammen. Genom att modifiera redan existerande Matlab kod för databehandling, integrera denna kod i Excel med hjälp av add-ins och skapa makron med VBA kod för att kalla på de kompilerade Matlab funktionerna, har vi byggt ett helt nytt användargränssnitt. Ett användargränssnitt som tillåter användare att utföra databehandling av mätvärden på ett smidigt och intuitivt sätt, med åtgärdsnivåer som enkelt kan jämföras med resultat från den egna mätningen. Eftersom allt sker i Excel, ett program många användare är vana vid, hoppas vi att denna nya produkt kommer underlätta marknaden att se hur smidigt det är att utföra ergonomiska mätningar. Med hjälp av denna teknik kan företag spara pengar från utgifter som är relaterade till arbetsskador och vi ser ett stort potentiellt nationellt/internationellt intresse när tekniken väl etablerat sig.

I. INTRODUKTION

UNDER mer än 20 år har Arbets- och miljömedicin Syd (AMM Syd) undersökt sambandet mellan fysisk belastning och risk att utveckla besvär i muskler och leder. De mest välkända riskerna är obehagliga arbetsställningar som hålls långvarigt eller ofta upprepas, arbete med lyft eller manuell hantering, kraftkrävande arbete, ensidigt repetitivt arbete och arbete med vibrerande verktyg. Exempel på obehagliga arbetsställningar kan vara arbete med armarna över axelhöjd vilket kan orsaka besvär i axlarna och arbete i böjda samt vridna positioner vilket kan orsaka besvär i nacke, skuldror samt ländrygg. Ensidigt repetitivt arbete leder till brist på återhämtning för muskulaturen, vilket i sin tur orsakar skador. Arbete med vibrerande verktyg är ett stort problem som ökar varje år. AMM Syd tar emot ca 100 patienter per år. De vanligaste skadorna från vibrerande verktyg är kärlkramp i fingrarna s.k. "vita fingrar" och nervskador som nedsatt känsel samt försämrad gripkraft i händerna. [1]

Enligt Arbetsmiljöverket anmäldes år 2016 ca 12000 arbetsskador, varav 40% orsakades av ergonomiska belastningsfaktorer [2]. Trots den stora andelen och de välkända riskerna saknas det reglering om hur ergonomi på arbetsplatser ska

bedömas. Bedömningen består idag av inspektioner från t.ex. fackombud och företagshälsovården, i form av observationer. Dessa är totalt subjektiva [1]. I arbetsmiljölagen står det att "arbetsgivaren ska vidta alla åtgärder som behövs för att förebygga att arbetstagaren utsätts för ohälsa eller olycksfall" [3]. För att arbetsgivaren ska kunna fullgöra sin plikt så räcker det inte med observationer. Det behövs en objektiv metod som ger ett mer konkret mått för hur förebyggande arbete ska kunna genomföras.

A. Inklinometer

AMM Syd har utvecklat en teknisk metod för att mäta arbetsställningar samt rörelser för huvud, nacke, rygg och armar. Den senaste generationen av denna metod är små inklinometrar (se figur 1) som är treaxliga accelerometrar med integrerat minne. De är både billiga och lättanvända. Inklinometrar fungerar så att de registrerar position i relation till ett internt koordinatsystem och lagrar värdena i en .csv fil. Filen hämtas genom att ansluta inklinometern till en dator via USB-kontakt. [4]

Personer som mätningen utförs på ska ha på sig dessa inklinometrar i minst en arbetsdag. 4 stycken inklinometrar ska fästas med dubbelläpplande tejp på kroppen. En på pannan, en på nacken och en på varje överarm.



Figur 1: Bild som visar hur och var inklinometrarna fästs på kroppen.

Inlämnat den 5 juni 2018

E mejladress: {Dashti.dat@hotmail.com, hoaang.ngo@gmail.com}

Teknisk handledare: Henrik Enquist, Arbets- och Miljömedicin, Lund

Klinisk handledare: Inger Arvidsson, Arbets- och Miljömedicin, Lund

B. Åtgärdsnivåer

Med denna metod har AMM Syd registrerat arbetsbelastningen i många olika yrken och samtidigt kartlagt besvärsförekomsten i dessa grupper. Tekniska mätningar ger exakta värden i siffror, såsom grader för kroppsställningar t.ex. armvinklar, ryggböjningar relativt lodlinjen och grader per sekund för rörelser. Med hjälp av detta har forskningsgruppen på AMM Syd kunnat beräkna samband mellan arbetsbelastning och besvär i rörelseorgan. Med dessa samband har åtgärdsnivåer för fysisk belastning definierats. Det innebär att om dessa nivåer överskrids anses det att exponeringen är oacceptabelt hög och det föreligger hög risk för belastningsskada. Därmed krävs åtgärder för att minska belastningen. Åtgärdsnivåer delas in i två kategorier; medianbelastning och toppbelastning. Medianbelastning anger det högsta tillåtna värdet för halva arbetsdagen. Toppbelastning anger det högsta tillåtna värdet för en tiondel av arbetsdagen. [4]

C. Analysmetod (Expertsystemet)

Hittills har analysen av mätningarna skett med hjälp av två program vid namn "CSV to DatLog" och "INC". I denna rapport refereras de två programmen som "expertsystemet".

"CSV to DatLog" konverterar .csv fil till en .dat fil och en .log fil; .dat fil innehåller all mätdata och .log fil innehåller information om själva mätningen såsom serienummer, antal ingångar, samplingsfrekvens, antal sampel m.m. I "CSV to DatLog" kalibreras även mätdata.

I "INC" sker resten av analysen i ett antal steg. Först skapas det en .txt fil och en .v03 fil genom att användaren fyller i personrelaterade uppgifter och information för inklinationsregistreringen. Sådan information är t.ex. tid och datum för mätningens start. Sedan skapas det en .eve fil genom att användaren själv markerar tidsintervall på mätserien för referenser såsom när kroppsdelarna är i 0 grad och 90 grader relativt lodlinjen. Efteråt normaliseras mätdata. Resultatet av normaliseringen är en .nor fil som innehåller koordinattransformerade värden av mätdata. I nästa steg skapas det en till .txt fil genom att användaren fyller i start- och stopptider för olika arbetsuppgifter under mätningen samt kodbeteckningar för arbetsuppgifterna i fråga. Den skapade .txt filen används därefter i sista steget av analysen. Användaren får välja om hen vill eller inte vill generera plottar och spara dem som .png filer. Hen får även välja i vilket filformat resultatfiler ska vara t.ex. Matlab, Excel eller .csv. Användaren får även ut en stor mängd av resultatfiler med avseende på olika parametrar som AMM Syd mäter utöver arbetsställningar och kroppsörelser.

D. Beskrivning av signalbehandlingsterminologi

- **Vikning:** När en signal samplas, får man en rad sampelvärden efter varandra. Dessa sampel ger dock ingen information om vad för värden som ursprungligen fanns mellan dem. Man måste därför passa in en kurva för att kunna återge den ursprungliga signalen. Om kurvan som passas in har samma frekvens som samplingsfrekvensen, kommer den att passa in med sampelvärdena. Kurvor som

har multiplar av samplingsfrekvensen kommer däremot också att passa in till sampelvärdena. Det går således att återskapa den samplade signalen med flera olika kurvor som skiljer sig med multiplar av samplingsfrekvensen. Detta fenomen kallas vikning och är ett vanligt problem inom signalbehandling, då man självklart vill återskapa den samplade signalen med korrekt frekvens. För att motverka vikning används ofta olika typer av filter, beroende på vilken samplingsfrekvens som har valts. Genom att använda filter, filtrerar man bort frekvenser som är multiplar av samplingsfrekvensen och får på så sätt en korrekt bild av den samplade signalen. [7]

- **Butterworthfilter:** Ett bandpass filter d.v.s. att det filtrerar bort frekvenser som inte är inom ett givet intervall. Detta gör att vikning motverkas då frekvenser andra än samplingsfrekvensen inte ingår i intervallet. Vidare har Butterworthfiltret syftet att minimera brus i signalen. Eftersom Butterworthfiltret även fungerar som ett lågpasfilter filtreras högfrekvent brus bort och det som återstår är en signal med minimalt brus. [8]
- **Blackman 31 fönster:** En fönsterfunktion som sätter signal utanför ett givet intervall till noll och förstärker signalen mer ju närmare mitten av intervallet man kommer. Fönstret följer den matematiska formeln under där $N = 31$ i detta fall. [9]

$$w(n) = 0.42 - 0.5\cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0.08\cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right), \\ 0 \leq n \leq M-1$$

- När mätdata samlas in i USB inklinoetrar skrivs informationen in i ett s.k. SD, Secure Device, minne där det permanent sparas för senare bruk. För att göra detta används ett buffertminne vilket är en temporär lagringsplats för informationen som ska skrivas in. Under en mätningens gång överförs sampel till buffertminnet som sedan skriver in informationen i SD minnet. Buffertminnet har dock begränsad lagringsplats och bortser från inkommande sampel när det är fullt. Detta leder till att sampel förloras under inskrivningen till SD minnet. Så fort sampel överförs till SD minnet kommer nya sampel in i buffertminnet och som regel har buffertminnet god överföringshastighet. [10]
- **Linjär interpolering:** Ett sätt att fylla ut tomrum i en mätserie där det saknas mätvärden. Detta för att skapa en kontinuitet i mätserien. Interpoleringen utförs genom att det bildas en rät linje mellan två kända mätvärden, därav namnet linjär interpolation. Operationen utförs i alla tomrum tills mätserien är kontinuerlig. Ju större avståndet är mellan de två kända mätpunkter desto större blir sannolikheten att felet blir stort då det är okänt vilka värden som mätserien egentligen skulle haft i tomrummet. [11]

E. Syfte

Expertsystemet har ansetts vara för avancerat för att branscher utanför forskningsvärlden ska kunna använda den. Dessutom ger den överflödigt med resultatfiler. Den användargruppen som är tänkt att få nytta av hela mätningen är exempelvis företagshälsovården. De vill egentligen bara få ut några värden som de kan jämföra med åtgärdsnivåer.

Syftet med detta projekt är att skapa en lättanvänd och användarvänlig analysmetod i form av Excel [12] Add-Ins, som använder sig av samma beräkningar som i expertsystemet med samma resultat. Med den lättanvända analysmetoden ska användaren slippa gå mellan olika användargränssnitt dvs. de två programmen "CSV to DatLog" och "INC", slippa trycka på många knappar och slippa välja olika inställningar. Analysmetoden ska alltså låta användare genomföra hela analysen i ett och samma ställe, från ifyllning av information till utskrivning av resultat. Resultatet som visas ska enbart vara några värden som är relevanta och lättolkade.

Rapporten kommer visa hur det går till att skapa en sådan lättanvänd analysmetod och vad resultatet blir. I avsnittet Metod beskrivs alla steg i analysen, från rådata till slutresultat samt motivering för varje steg. Därefter följer avsnittet Resultat, som visar hur det färdiga användargränssnittet ser ut. Under rubriken Diskussion diskuteras sedan användbarhet hos det färdiga användargränssnittet och problem samt framtida aspekter kring det.

II. METOD

Matlab-funktionerna [13] extraherades från koder i expertsystemet. Dessa funktioner modifierades sedan så att de kan hämta data och returnera resultat i Excel. Användargränssnittet skapades med Excels egna programmeringsspråk Visual Basic for Applications [14], "VBA". För att Matlab-funktioner ska fungera med VBA kompilerades de som Excel Add-Ins. När Matlab-funktionerna har kompilerats, utnyttjades makron i Excel för att skapa användarvänliga knappar för att kalla på dessa funktioner. Makron kodades i VBA vilket tillåter automatisering av processer som upprepas ofta. De makron som skapades kopplades sedan till varsin knapp. När en knapp trycks aktiverar makron en kompillerad Matlab-funktion d.v.s. Excel Add-Ins. Vidare returnerar denna makro output av en Matlab-funktion i en eller flera valda Excel-celler.

Tre olika makron skapades för att uppnå de tre olika funktionerna som behövs för en total analys. De tre funktionerna var val av datafil, analys av mätdata och plottning av resultat.

A. Val av datafil

Den första funktionens uppgift är att hämta information om .csv filen såsom namnet och sökvägen för filen. Det görs inte mycket i denna funktion. Syftet är att ge analysen av mätdata ett input.

För att hämta själva mätdata används en av matlabs egna funktioner vid namn "uigetfile", vilket skapar en dialogruta som tillåter användaren att välja en specifik fil i hårddisken. När filen är vald returneras två värden, sökvägen t.ex.

"C:\Data\Inc4\" och filnamnet t.ex. "50100_John_Doe.csv" för filen. Tillsammans bildar dessa en komplett sökväg för mätdata filen d.v.s. "C:\Data\Inc4\50100_John_Doe.csv" som används i nästa funktion. Denna kompletta sökväg visas även i en Excel cell för att ge återkoppling till användaren att rätt fil är vald.

B. Analys av mätdata

Denna funktions uppgift är att hantera all mätdata och göra de beräkningar som krävs för att få ut resultat från mätningen.

I expertsystemet skapades ett antal filer såsom .dat fil, .log fil, .eve fil, .v03 fil, .txt fil och .nor fil under analysens gång. När Excel används behöver inte alla dessa filer skapas. Det är på grund av att all information som användare fyller i ska ligga i Excelbladet och behöver därför inte sparas i någon annan fil. Enbart .dat fil och två stycken .nor filer som innehåller mätdata blir kvar eftersom analysen inte kan utföras utan dessa. En ny Excelfil skapas även som underlag för plottning av mätdata.

1) *Inhämtning av data:* Första steget i arbetsflödet av analysen är att hämta information om vilken inklinometer som använts och dess mätdata. Den information som behövs om denna inklinometer är modellnummer och serienummer, vilket behövs till kalibreringen av mätdata. Sökvägen till filen med mätvärden läses in från Excelbladet som "uigetfile"-funktionen returnerat.

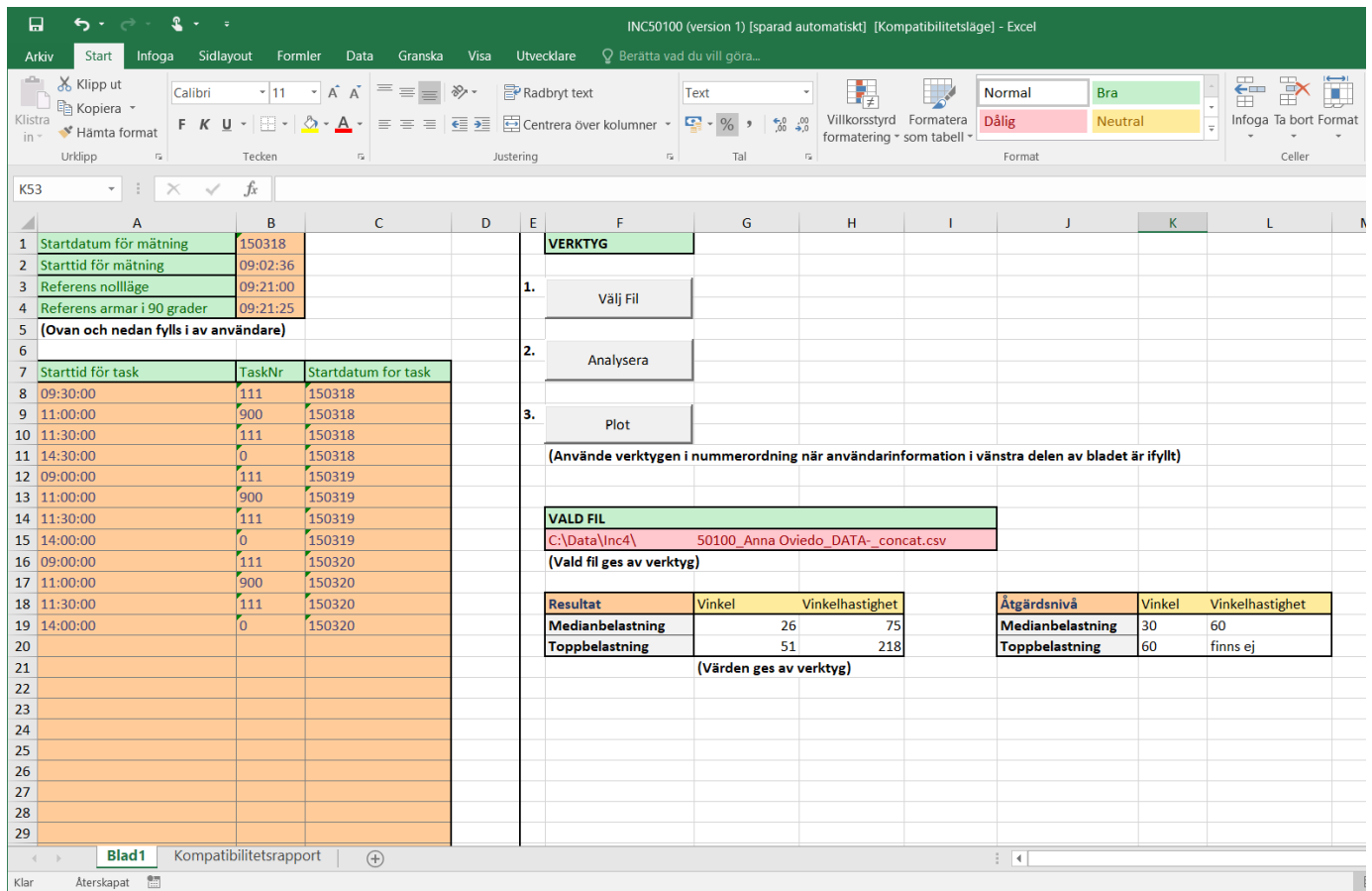
Under mätningens gång samlas mätvärden in med en standardinställning på 25 Hz som samplingshastighet. Vid analysen läses dessa mätvärden in i en datamatrix i Matlab. I detta steg används en samplingshastighet på 20 Hz eftersom det är den samplingshastigheten som traditionellt använts för databehandling på AMM Syd.

Vid samplingen skrivs mätvärden över till inklinometer SD minnet. Det används ett buffertminne som mellansteg. Ibland hinner inte alla sampel skrivas över från buffertminnet till SD minnet vilket innebär att nya inkommande sampel kastas. Detta betyder att det uppstår tomrum i mätserien som måste linjärt interpoleras då ett flertal funktioner i analysen utgår från en komplett mätserie.

I detta steg används också Butterworthfilter för att ta bort viking och brus.

2) *Kalibrering:* Mätdata måste kalibreras för att rätta till det interna koordinatsystemet hos inklinometrar. Värdena som används vid kalibreringen varierar mellan varje inklinometer. Därför framtas de individuellt av ergonomi gruppen vid AMM Syd och sparas i olika filer. Värden som tillhör inklinometrar med samma modell sparas i samma fil. Färdigskrivna kalibreringsfil läggs sedan in i inklinometer minnet för att finnas tillgängliga vid analys.

När mätdata kalibreras justeras alla mätvärden till att vara inom ett intervall från -1 till 1, där låga värden är närmare 0 och stora värden närmare +/- 1. För att göra detta divideras en koordinat med amplituden av signalen i filen för kalibrering för att sedan subtraheras med medelvärdet för mätserien.



Figur 2: En skärmbild av Excelbladet med alla funktionknappar och ifyllningsfält

3) *Konvertering*: För att analysen ska kunna genomföras måste antalet sampel i datamatrixen sluta i en hel minut. Om datamatrixen inte gör det fylls den på med nollor. Anledningen är att datamatrixen ska kunna vara kompatibel med koder från expertprogrammet.

För enkel datahantering i vidare analys omvandlas alla mätvärden till ett intervall där maximum är 4095 och minimum 1. Denna matris exporteras sedan till en .dat fil vilket innehåller alla mätvärden färdigbehandlade.

4) *Normalisering & Derivering*: Den skapade .dat filen läses in i detta steg. Normaliseringen består av två transformationer av koordinatsystem för mätvärdena. Den första transformationen är från det egna koordinatsystemet i inklinometer till koordinatsystemet av den kroppsdel som denna inklinometer är monterad på. Transformationen använder de två referens positionerna d.v.s. kroppsdelens vinkelrätt med golvet och kroppsdelens parallell med golvet. Kroppsdelens vinkelrätt mot golvet ger koordinatsystemet en referens för var nolläge är och kroppsdelens parallellt med golvet används för en kontroll av koordinatsystemets riktighet. Efter transformationen filtreras all data med ett Blackman 31 fönster för att ta bort toppar som oftast är felaktiga sampel i mätningen. Den andra transformationen är från kartesiskt koordinatsystem till sfäriskt koordinatsystem för att få position i vinklar. Detta gör underlag för resultatet då åtgärdsnivåerna är givna i vinkel och

vinkelhastighet. All normaliserad data sparas sedan i en .nor fil.

Efter normaliseringen, deriveras all data för att få vinkelhastighet av rörelser. Dessa sparas i en annan .nor fil. Resultatet av hela delmomentet blir två stycken .nor filer med mätdata som är normaliserat och uttryckt i vinklar, varav ena .nor filen även är deriverad för att ge vinkelhastighet och den andra enbart vinklar.

5) *Hämtning av data baserad på användarinformation*: Användarinformation om de olika arbetsuppgifter och motsvarande tider används här för att skapa en matris. Matrisen innehåller med andra ord information om start sampel och stopp sampel för olika arbetsuppgifter. Denna matris används sedan på data från de två .nor filerna för att skapa två slutmatriser som innehåller data för en specifik arbetsuppgift. Detta innebär att alla sampel som ligger utanför intervallet för den specifika arbetsuppgiften sätts till NaN vilket står för "Not a Number". Dessa sampel har alltså inget värde.

Slutmatriserna sparas sedan i en ny Excelfil vid namn "result" som används senare vid plottning av resultat. Detta beror på att plot-funktionen är en separat funktion. När plot-funktionen körs, kan den inte hämta en datamatrix som skapats under analys-funktion. Ytterligare innan slutmatriserna sparas sätts alla NaN värde till 0 på grund av att Matlab inte tar med NaN värden vid plottning.

6) *Percentil beräkning*: Sista steget av analysen är att beräkna 50:e och 90:e percentilen av data. 50:e percentilen motsvarar medianbelastningen och 90:e percentilen motsvarar toppbelastningen. Beräkningen utförs med hjälp av en av Matlabs egna funktioner vid namn "prctile". Därefter skrivs dessa värden in i Excelbladet som användaren interagerar med. Nu kan resultatet jämföras med åtgärdsnivåerna för att dra slutsats.

C. Plottning av resultat

Denna funktion hämtar data från Excelfilen "result" för att plotta vinklar och vinkelhastigheter med avseende på tiden. För att undvika onödig påfrestning på användarnas hårdvara och fortfarande få ut samma kvalitet på plotten, väljs endast var 20:e sampel i datamatrixen att plottas. Varje fönster visar 30 minuter av datamatrixen och det finns en slider som hjälper användarna att navigera i hela mätserien. Andra standardfunktioner som ingår i alla plottar i Matlab såsom "spara" eller "zooma" finns också med.

III. RESULTAT

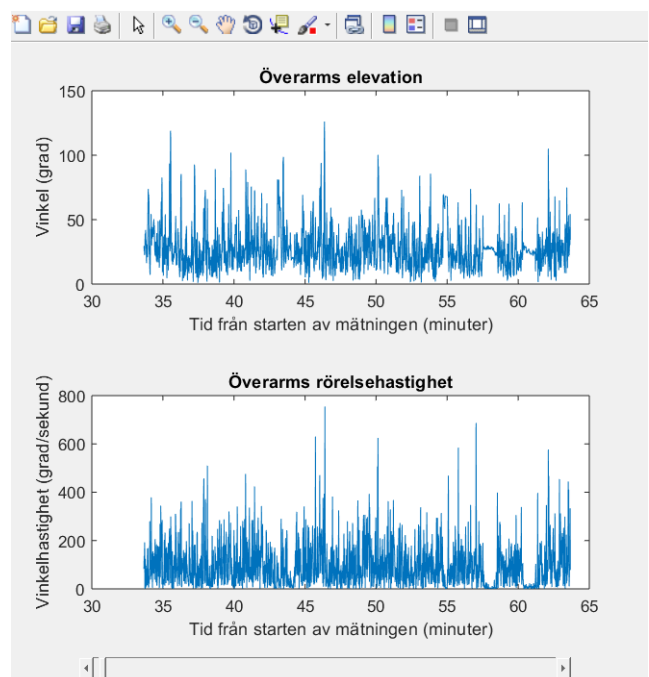
Resultatet är en Excelfil som finns med i varje inklinometer. Layouten i excelbladet ser ut som i figur 2. Till vänster om excelbladet fyller användarna i relevant information. För att ha kunskap om vad som ska noteras, hur inklinometern ska hanteras och hur mätningen utförs, utbildas alla användare i dessa moment på AMM Syd i Lund. För att användare ska kunna köra Excel Add-Ins på sina datorer som inte har Matlab installerat, måste användare installera ett s.k. Matlab Runtime. [15]

A. Information från användaren

- Startdatum och starttid för inklinometern: Startdatum ges i formen YYMMDD (år, månad och dag) och starttid i formen HH:MM:SS (timme, minut och sekund).
- Referenstid för nolläge av mätningen: Referenstiden ges i formatet HH:MM:SS och är tidpunkten då användaren står upp rakt med armarna avslappnade parallellt med sidan av kroppen.
- Referenstid för armarna i 90 grader: Denna referenstid ges i HH:MM:SS och är när användaren har armarna parallellt med golvet.
- Tid för uppgift, uppgiftsnummer och datum: Tid för uppgift ges i HH:MM:SS och noterar vilken vid vilken tid en viss typ av uppgift påbörjas. Uppgiftsnummer ges i XXX, där X är ett positivt heltal och noterar vilken typ av uppgift som utförs t.ex. 900 för vila. Datum för uppgift ges i YYMMDD.

B. Funktionsknappar

- *Välj fil* knapp: Trycker användaren på knappen i excel tas hen till en dialogruta där användaren väljer sin fil med mätdata. När användaren har valt sin fil returneras sökvägen för filen till Excelbladet. Det kommer även upp en dialogruta som instruerar användaren att granska sökvägen för vald fil, för att garantera att användaren verkligen kontrollerar att rätt fil är vald.
- *Analysera* knapp: När användaren interagerar med denna knapp hämtas mätdata från den valda csv-filen och kombineras med användarinformation från excel. Informationen behandlas och returnerar resultat i ett designat område. Resultaten är median samt toppbelastning. I fältet "åtgärdsnivåer" hittar man referensnivåer för dessa belastningar och kan enkelt jämföra om man överskrider dessa. Under hela analysens gång visas det en förloppsmätare som ger återkoppling till användaren.
- *Plot* knapp: Detta är en extra funktion till de användarna som är intresserade att se mer än bara några värdesiffror. När användaren trycker på denna knapp kommer en interaktionsruta upp där mätningen är plottad i två grafer. Det övre grafen visar vinkelförändring. Den nedre grafen visar vinkelhastighetsförändring. Interaktionsrutan har en slider som användaren kan använda för att fokusera på de delarna av mätningen hen är intresserad av.



Figur 3: Exempel på hur en plot ser ut. Slider finns längst ner i interaktionsrutan.

IV. DISKUSSION

A. Användbarhet

Expertsystemet var svårt att utbilda eftersom det innehöll ett flertal delmoment. När användare lärde sig hela processen med analys av mätdata var det inte ovanligt att delmoment var förvirrande och processen blev på så sätt onödigt ansträngande. Expertsystemet var något helt nytt för användaren och det var troligtvis roten till förvirringen. Eftersom produkten som vi utvecklat är baserad på Excel är användaren redan i en bekant miljö när utbildningen påbörjas. Att arbeta i en miljö som användaren känner igen sig i skapar en trygghet och förenklar inlärningsprocessen. Detta borde minska utbildningstiden markant vilket innebär en effektivare utbildningsprocess för både utbildare och användare.

Det är onekligen en stor fördel att använda Excel Add-Ins som användargränssnitt. Det beror på att de flesta användare redan har Excel installerat på sina datorer. Detta ökar produktens tillgänglighet. Dessutom underlättar det för arbetsminnet att allting görs i ett och samma Excelblad. Användaren kan se alla steg samtidigt samt kan hela tiden kontrollera om hen har skrivit fel någonstans utan att gå fram och tillbaka mellan olika ställen.

Därutöver ger layouten på Excelbladet ledtrådar för användaren om hur interaktion med produkten ska ske. De ställen där information ska fyllas i är markerade med färger och alla tre knappar är stora och tydliga. Den naturliga mappningen utnyttjas även här, man börjar längst upp från vänster och fortsätter nedåt till höger.

Ytterligare finns det återkoppling vid varje knapptryck. Det är antingen en dialogruta eller en förloppsmätare. Dessa hjälper användaren att förstå att någonting händer och att man ska vänta eller göra det som beskrivs i dialogrutan. Återkoppling är speciellt viktig när användaren inte är van vid människa-teknik interaktionen.

Som helhet kan produkten anses uppnå många användbarhetsmål. Den är ändamålsenlig att använda genom att den ger lika trovärdiga resultat som expertsystemet. Den är effektiv att använda genom att den sparar tid för användare vid användning och inläring. Den är säker att använda genom att den är ett väldigt enkelt och lättolkat system som är svårt att göra fel i.

B. Kompatibilitetsproblem

Ett stort problem med Excel Add-Ins är kompatibilitetsproblem. Även om Matlab Runtime är installerat kan olika mjukvarukomponenter saknas i operativsystemet för att få Add-Ins att fungera. Det är svårt att isolera vilka komponenter det är som saknas och det varierar mycket mellan olika versioner av operativsystem. T.ex. kan Add-Ins fungera för Windows 10 men inte Windows 7. Det går inte heller att utgå från att alla användare har samma operativsystem eller att de har alla nödvändiga uppdateringar installerade. För att ta reda på exakt vilka komponenter som måste vara installerade måste man pröva Excel-filen på alla operativsystem. Detta är enormt tidskrävande och ofta utförs av grupper av mjukvaruutvecklare. Vi har därför inte utfört kompatibilitetskontrollen utan överlämnat denna uppgift till vår handledare enligt instruktion.

Om vi hade fått mer tid att utföra projektet skulle kontrollen självklart kunnat utföras. Målet var dock inte att få fram en fungerande modell på alla typer av operativsystem, utan enbart att få fram en fungerande Excelfil på ett operativsystem. Det är helt enkelt en för stor uppgift för vår arbetsgrupp under given tid.

C. Server-klient lösning

En av de ursprungliga lösning modellerna för detta projekt var att en server med Matlab-funktioner skulle sättas upp, tillsammans med en hemsida som klient. Användaren skulle gå in på hemsidan med sin webbläsare och ladda upp filen med mätvärden. Därefter hanterade servern all beräkning samt analys av mätvärden och skickade tillbaka ett resultat till hemsidan för användaren att granska. Det fanns en rad fördelar med denna typ av modell. Installation av Matlab Runtime skulle inte behövas då alla Matlab funktioner skulle varit implementerade i servern. Servern skulle även ha mer processorkraft jämfört med användarens dator vilket betyder att alla beräkningar hade skett snabbare. Modellen hade dock krävt tillgång till internet av användaren. Visserligen är det inte ett så stort krav på användaren då många har internet-tillgång i dagsläget, men den lösningsmodell som används nu fungerar helt utan internet. Licens för server hade även behövt införskaffas av AMM Syd samt hårdvara. Matlab kräver nämligen licens för att köra deras mjukvara på servrar. En annan viktig aspekt att ta i hänsyn hade även varit den nya dataskyddsförordningen då användarinformation hade lagrats på servern. Med den Excel baserade lösningen är detta inte ett problem eftersom användaren själv lagrar denna information.

D. Framtida aspekter

Även om användargränssnittet som har skapats i Excel både är färgkodad och har förklarande kommentarer har denna produkt inte testats i fält. Det betyder att vi egentligen inte vet hur intuitivt systemet är för en användare som aldrig bemött det. Givet att fälttester skulle utföras så hade feedbacken från ett sådant test kunnat vara grunden för vidare designutveckling. Sådana tester låg inte inom arbetsuppgifterna givna från AMM Syd men det är tillika ett stort och relevant steg för att produkten ska evolvera. Rent konceptuellt fanns det till och med planer på att implementera mer funktioner såsom knappar för att rensa resultat och användarinformation. Knapparna skulle i så fall tillåta användaren till att rensa filen för återanvändning på ett smidigt sätt. Det finns egentligen mycket som skulle kunna vidareutvecklas men begränsningar var tvungna att göras p.g.a. brist på tid.

Förhoppningen för framtiden är att denna typ av mätningar får både nationellt och internationellt intresse. Det är ett helt nytt sätt att mäta arbetsmiljön och det enda som egentligen hållit denna typ av mått från att vara industristandard, är att det inte varit praktiskt att utföra med trådbundna inklinometrar. Genom att skapa denna produkt kommer förhoppningsvis trådlösa inklinometrar att bli standard för ergonomi mätning vilket i sådant fall öppnar upp för marknaden att tillämpa tekniken. Det ligger onekligen i företags intressen att minska kostnader för arbetsskador och denna teknik ger dem möjligheten att göra just det.

V. SLUTSATSER

En lättanvänd och användarvänlig analysmetod för mätning av ergonomi har tagits fram i form av Excel Add-Ins. Den låter användaren fylla i nödvändig information till analysen samt få tillbaka svaret på ett och samma ställe. Den lättanvända analysmetoden använder exakt samma beräkning som i expertsystemet. Dessutom visas endast de resultaten som är relevanta och lättolkade för den tänkta användargruppen, vilket är företagshälsovården. Plottning av resultat funktionen ingår även som en extra funktion och är för användare som vill studera mätningen ytterligare. Förhoppningsvis kommer denna lättanvända analysmetod kunna sprida AMM Syds teknik till en större mängd användare med olika tekniska nivåer.

VI. EFTERORD

Vi skulle vilja tacka vår tekniska handledare Henrik Enquist som har hjälpt oss otroligt mycket med allting genom hela projektets gång, speciellt med programmering i Matlab. Vi skulle även vilja tacka vår kliniska handledare Inger Arvidsson som har gett oss massvis med material om ergonomi för att vi ska kunna förstå och sätta igång med projektet. Sist vill vi tacka alla i ergonomigruppen på AMM Syd som har varit extremt trevliga under den tiden som vi har spenderat på AMM Syd och vår kursansvarige Tomas Jansson, som hjälpte oss att hitta ett riktigt bra projekt till sist trots problemet med första projektet som vi valde.

REFERENSER

- [1] Inger Arvidsson, 2018, *Belastningsergonomi*, föreläsninganteckning, Arbets- och miljömedicin Syd, gavs 2018-02-28.
- [2] Arbetsmiljöstatistik Rapport 2017:1, *Arbetssskador 2016, Occupational accidents and work-related diseases*, 2017, Arbetsmiljöverket. Tillgänglig: <https://www.av.se/globalassets/filer/statistik/arbetssskador-2016/arbetsmiljostatistik-arbetssskador-2016-rapport-2017-1.pdf> [2018-05-13].
- [3] Arbetsmiljölagen (AML) 1977:1160, Arbetsmarknadsdepartementet ARM.
- [4] Inger Arvidsson, Camilla Dahlqvist, Henrik Enquist, Catarina Nordan, Rapport nr 18/2017, *Åtgärdsnivåer mot belastningsskada*, 2017, Arbets- och miljömedicin Syd. Tillgänglig: <http://fhvmetodik.se/wp-content/uploads/2015/01/C383E28A6tg383C2A4rdsnivC383C2A5er-mot-belstningsskada.pdf> [2018-05-13].
- [5] CSV to DatLog. (2018). Arbets- och miljömedicin Syd.
- [6] INC. (2018). Arbets- och miljömedicin Syd.
- [7] 'Convolution', John G. Proakis och Dimitris G. Manolakis, Digital Signal Processing, 4th edition: Principles, Algorithms, and Applications (New Jersey: Prentice Hall, 1996), pp. 72-82.
- [8] Giovanni Bianchi och Roberto Sorrentino, Electronic Filter Simulation & Design, (McGraw-Hill Professional, 2007), pp. 17-20.
- [9] Mathworks MATLAB Documentation, "Blackman window". Tillgänglig: <https://se.mathworks.com/help/signal/ref/blackman.html> [2018-06-05]
- [10] Henrik Enquist, teknisk handledare, Arbets- och miljömedicin, intervju 2018-05-07.
- [11] Pedro L. D. Peres, Ivanil S. Bonatti, Walter C. Borelli, The Linear Interpolation Method: A Sampling Theorem Approach, (Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003).
- [12] Microsoft Excel. (2016). Microsoft.
- [13] MATLAB. (2017). The MathWorks, Inc.
- [14] Visual Basic for Applications. (2013). Microsoft.
- [15] Mathworks MATLAB Documentation, "MATLAB Runtime". Tillgänglig: <https://se.mathworks.com/help/compiler/deployment-process.html> [2018-05-18]