

Mätrapport Helkroppsvibrationsmätningar med Axivity AX3

Adrian Gomez
Pasan Hettiarachchi
Peter Palm



AKADEMISKA
SJUKHUSET



UPPSALA
UNIVERSITET

Sammanfattning

Helkroppsvibrationer innebär en risk för ländryggsbesvär [1]. Yrkeshygieniska mätningar av helkroppsvibrationer med hjälp av gold standard vibrationsinstrument kan vara en relativt komplex och kostsam uppgift. Tidigare studier har visat att konsumentprodukter som Ipods fungerar i praktiken för insamling och bedömning av helkroppsvibrationer [2]–[4]. Ipods är dock inte tillräckligt robusta för att använda i olika miljöer och inte heller lämpade att sitta på. AX3 är en liten robust accelerometer med inbyggd logger som kostar ca 1400 SEK och som, i labbmiljö, har visat sig överensstämma väl gentemot ett golden standard mätsystem som uppfyller ISO standard. [2].

Vår intention är att vidare validera och testa mätsystemet i verkliga scenarion, med egenutvecklad programvara och jämföra resultat av helkroppsvibrationsmätningar genomförda med AX3 i fält med gold standard mätsystem.

Totalt genomfördes 16 st fältmätningar, där 4 st AX3 dataloggers var fastmonterade ovanpå SV106s sittplatta (Svantek Sp., Warsaw, Poland). Plattan lades över förarsätet i olika fordon: enduro; hjullastare; skotare; personbil; traktor, samt på arbetsstolar i lågvibrerande kontrollrum. Mättiden varierade mellan cirka 9 min och 40 min, med ett genomsnitt på cirka 29 min. AX3 registrerade med en samplingsfrekvens av 1600 Hz och +/- 16 g. Programvaran med vägningsfilter enligt ISO2631.1 utvecklades i Matlab för att bearbeta rådata från AX3 till Aw och VDV värden. Dessa jämfördes med motsvarande värden från Svantek systemet.

Vibrationsnivåerna avseende r.m.s. uppmättes mellan 0,00 - 3,88 m/s² och avseende VDV från 0,12 - 83,12 m/s^{1,75}. Korrelationen mellan AX3 och SV 106 var 0,99 eller mer för samtliga AX3 i alla riktningar, både för r.m.s. och VDV. Den största genomsnittliga skillnaden (bias) mellan AX3 och SV 106 avseende r.m.s. var 0,02 m/s² och avseende VDV för en 8 timmars period 0,56 m/s^{1,75}. För alla mätningar och alla fyra accelerometrar var den största absoluta skillnaden AX3 och SV 106 avseende r.m.s. mellan 0,11 m/s² och avseende VDV 2,31 m/s^{1,75}. I båda fall var det för enduromätningen och detta motsvarade en procentuell skillnad på mindre än 3 %.

Resultatet indikerar att AX3 kan vara ett tillräckligt tillförlitligt instrument vid riskbedömningar av helkroppsvibrationer i arbetet. För att helt säkerhetsställa att den fungerar i alla typer av situationer bör den testas i fler situationer med kraftigare stötar.

Nyckelord: Axivity, AX3, helkroppsvibrationer, yrkeshygieniska mätningar, AFS 2005:15

Bakgrund

Personer som exponeras för helkroppsvibrationer har en ökad risk att drabbas av ländryggsbesvär[1]. Även nack- skulderbesvär är vanligt i yrkesgrupper där helkroppsvibrationer förekommer [1]. Helkroppsvibrationer förekommer exempelvis bland yrkesförare, maskinförare inom skogs- och jordbruk och bygg- och transportverksamhet. Definitionen av helkroppsvibrationer (HKV) är enligt AFS 2005:15 ”Vibrationer som överförs till hela kroppen genom stödjande yta, exempelvis en stående persons fötter eller en sittande persons säte och medför risker för ohälsa och olycksfall, särskilt smärttillstånd i nedre ryggen och skador på ryggraden” [5].

Arbetsmiljöverkets föreskrift om vibrationer, AFS 2005:15 [5] är till för att förebygga besvär och skador på grund av vibrationer. Föreskriften gäller för verksamheter där någon kan utsättas för vibrationer i arbetet. Föreskriften innehåller regler om riskbedömning och när åtgärder behöver vidtas. Om det dagliga tidsmedelvärdet över en åtta timmars period för accelerationens effektinnehåll, $A(8)$ överskrider $0,5 \text{ m/s}^2$ ska åtgärder vidtas för att minska exponeringen. Dessutom ska personalen få utbildning i riskerna. Gränsvärdet som inte får överskridas är $1,1 \text{ m/s}^2$. Således är en essentiell del i det arbetet med att förebygga ohälsa på grund av helkroppsvibrationer att uppskatta den dagliga vibrationsexponeringen $A(8)$, där vibrationsmätningar mycket ofta behövs. För det ändamålet anger den internationella standarden SS-ISO 2631-1 [6] riktlinjer för hur mätning och utvärdering av helkroppsvibrationers inverkan på hälsan ska genomföras. Då exponeringen innehåller kraftiga stötar bör även ett vibrationsdos värde (VDV Värde) uppmätas i enlighet med svensk standard SS-ISO 2631-5. Insatsvärdet för VDV är $9,1 \text{ m/s}^{1,75}$ och gränsvärdet är $21 \text{ m/s}^{1,75}$.

Riskbedömningen för helkroppsvibration är även, så som andra riskbedömningar, del i det systematiska arbetsmiljöarbetet som arbetsgivaren ska bedriva enligt AFS 2001:1 [7]. Men trots att lagstiftningen är tydlig, så ser vi på Arbets- och miljömedicinska patientmottagningen i Uppsala att det ofta saknas riskbedömningsunderlag, såsom uppskattningar av den dagliga vibrationsexponeringen baserat på yrkeshygieniska mätningar av helkroppsvibrationer.

En orsak till varför mätning av helkroppsvibrationer inte genomförs kan vara kostnaden och komplexiteten kopplad till traditionell mätutrustning. De mätsystem, som följer ISO standarder för vibrationsmätning (SS-ISO 2631-1 och SS-EN ISO 8041-1[8]) har accelerometrar och loggers av hög kvalitet och är därför ofta dyra. De involverar kabeldragning, behöver extern energikälla samt kan vara otympliga och tunga. För att få tillförlitliga värden behövs oftast flera upprepade mätningar vilket kan vara problematiskt då organisationer och företagshälsor har begränsad tillgång till den dyra utrustningen. Ofta måste utrustningen hyras in. Därför används i praktiken oftast istället deklarerade vibrationsemissionsvärden från maskintillverkare, i enlighet med EU:s maskindirektiv (direktiv 2006/42/EG, som ersätter direktiv 98/37/EG). Att använda deklarerade värden kan vara missvisande och underskatta den verkliga exponeringen vid t.ex. dåligt vägunderlag, eftersatt underhåll, fordonsslitage, eller om arbetstagaren har en körsstil som leder till mycket vibrationer m.m. Egna vibrationsmätningar, som genomförs i det faktiska arbetet, kan ha ett stort pedagogiskt värde när man ska utbilda personal i hur de kan minska exponeringen. Dessutom är specifika mätningar av det aktuella arbetet värdefulla för att följa upp effekten av interventioner för att minska exponering.

Tidigare studier har visat att konsumentprodukter så som Ipods och andra dataloggers med inbyggda accelerometrar fungerar i praktiken bra för insamling och bedömning av helkroppsvibrationer[2]–[4]. AX3 är en liten robust accelerometer med inbyggd logger som i lab studier har visat sig ha god mätöverensstämmelse med ett golden standard mätsystem enligt ISO standard i de frekvenser som normalt förekommer i arbetslivet, 2-30 Hz [2]. Men AX3 behöver vidare valideras och testas i verkliga scenarion i varav helkroppsvibration mätningar i fält behöver genomföras för olika fordon och professioner, inklusive där vibrationsinnehållet omfattar sporadiska kraftiga stötar.

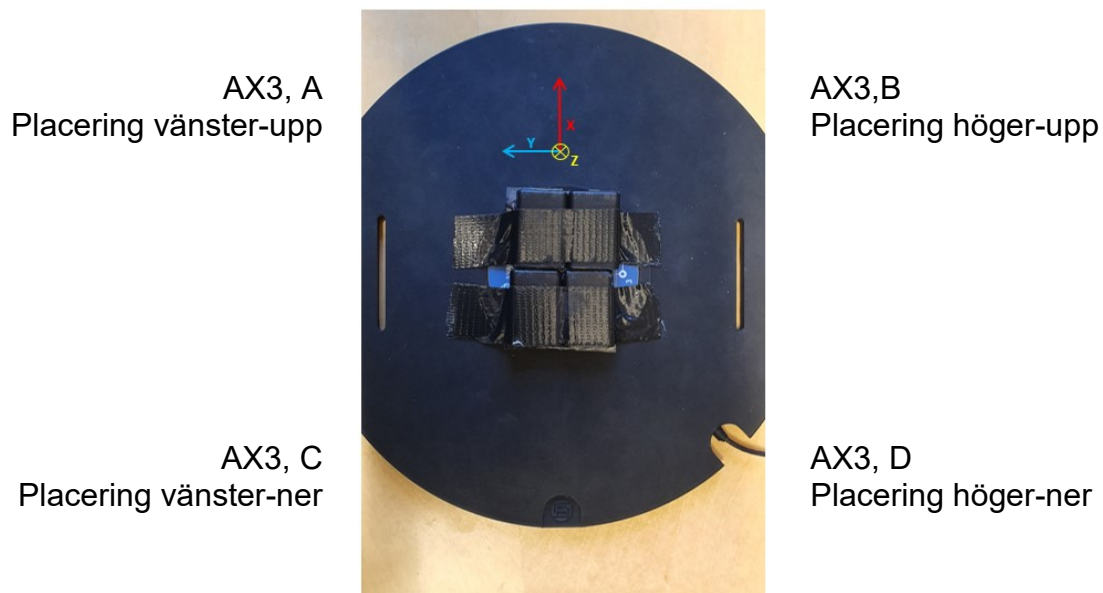
Syfte

Syftet med projektet var att undersöka hur väl helkroppsvibrationsmätningar genomförda med AX3 i fält överensstämmer med ett mätsystem som uppfyller ISO standard för helkroppsvibrations mätning.

Metod

Fyra accelerometrar av modell AX3, (Axivity, Houtus Yard, UK) jämfördes med (Svante SV106, Warsaw, Poland) genom att 16 st fältmätningar av helkroppsvibrationer utfördes vid körning av olika fordon: enduro; hjullastare; skotare; personbil; traktor, samt på arbetsstolar i lågvibrerande kontrollrum. AX3 mäter acceleration i tre riktningar, har ett inbyggt batteri och minne för att spara data. Den har måtten 23 X 32,5 X 7,6 mm och väger 11g. Vid mätningarna ställdes samplingsfrekvensen för AX3 till 1600 Hz och maximal accelerationsnivå± 16g. Med denna inställning kan AX3 registrera och lagra data i 20 timmar.

Figur 1 visar hur 4 st AX3 monterades centralt ovanpå sittplatta SV 38V med inbyggd accelerometer som tillhör SV106s. Plattan lades på stolen/sadeln till de olika fordonen samt på stolen i kontrollrummet enligt ISO standard 2631-1. Mättiderna var i genomsnitt 29 min 02 sek, kortaste mätningen var 9 min 45 sek och längsta var 40 min 00 sek.



Figur 1, Placering för AX3

Efter mätning bearbetades rådata från AX3 till effektiv frekvensvägd acceleration (A_w) och vibrationsdos-värde (VDV) i en programvara som utvecklats i Matlab för att följa vägningsfilter enligt ISO2631-1. Uppmätta värden i X och Y riktning multiplicerades med en konstant 1.4 enligt AFS 2005:15. Eftersom VDV värdet är ett kumulativt mått som är beroende av hur lång mättiden är normerades dessa värden till en åttatimmars exponering, för varje riktning x, y och z, med hjälp av följande formel:

$$VDV_{exp} = VDV \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Där:

VDV är det uppmätta VDV värdet för varje riktning

T_{exp} är den dagliga varaktigheten av exponering från källan till helkroppsvibrationer (i detta fall 8 timmar), och

T_{meas} är den tid under vilken VDV mättes

Alla fyra AX3 (A-D) jämfördes var för sig mot SV106. Korrelationen mellan samtliga fyra AX3 och SV106 visualiserades i varsin graf i alla riktningar (X, Y och Z).

Skillnaden för varje AX3 och SV 106 för X, Y och Z riktning för samtliga mätningar beräknades. Den genomsnittliga skillnaden (bias), standardavvikelsen och konfidensintervallen (bias \pm 1,96 x standardavvikelsen) av skillnaderna beräknades.

Vid riskbedömning av helkroppsvibrationer utvärderas endast den dominerande riktningen enligt AFS 2005:15 och ISO2631-1. A priori limits för acceptabelt relativt fel på 10% mellan AX3 och SV106 ansågs vara acceptabelt då det bedöms vara en rimlig felmarginal vid riskbedömning av helkroppsvibrationer. Därför beräknades även den procentuella skillnaden mellan AX3 och SV106 i den dominerande riktningen och visualiseras i en graf för r.m.s. och en för VDV.

Resultat

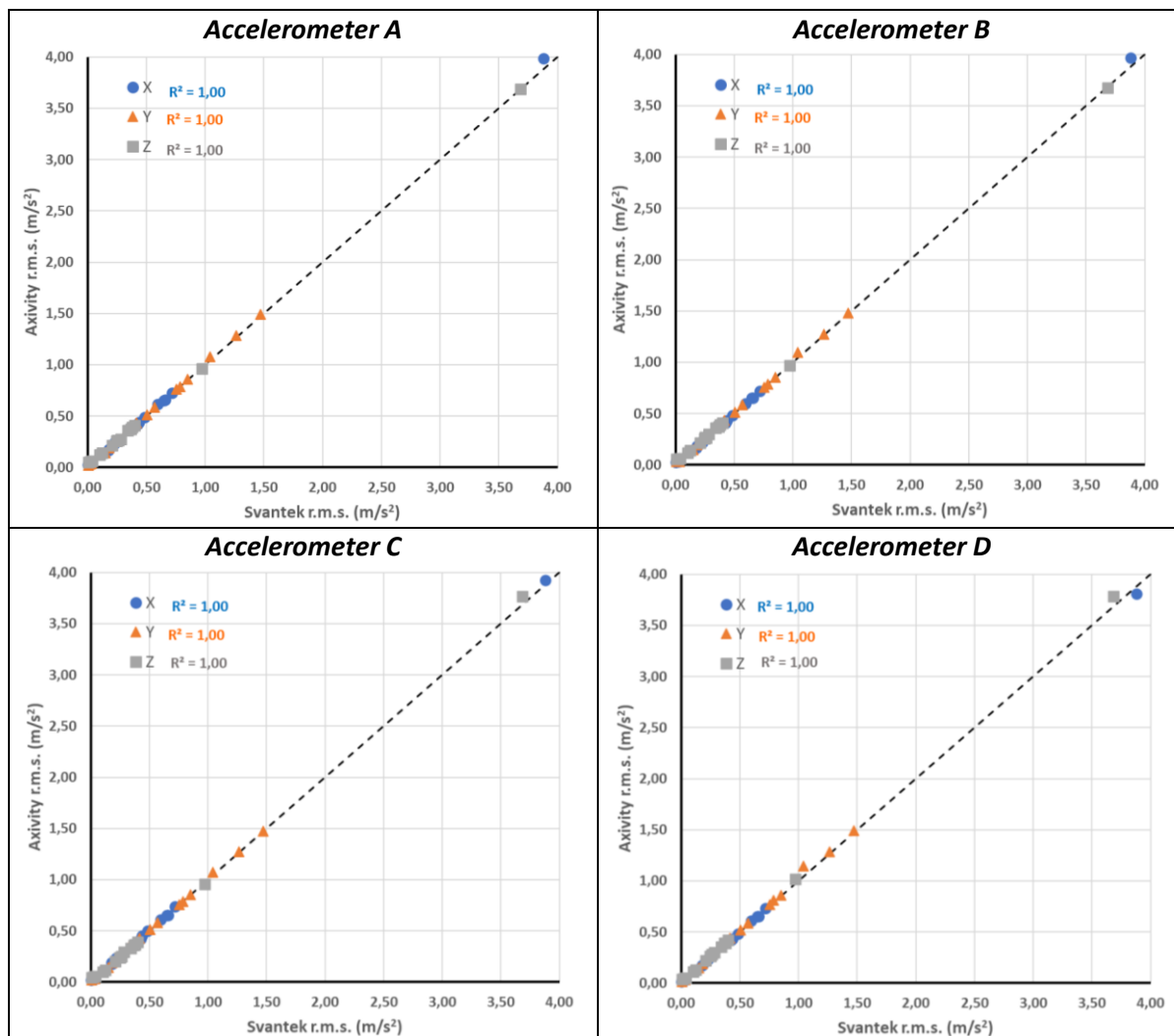
Av de 16 genomförda mätningar var det en VDV mätning som föll bort på grund av tekniska problem (Tabell 1). Vibrationsnivåerna avseende r.m.s. varierade från 0,00 - 3,88 m/s^2 och avseende VDV från 0,12 - 83,12 $m/s^{1,75}$.

Tabell 1. Resultat av uppmätta vibrationsnivåer med SV 106. Dominerande riktning är markerad med fet stil.

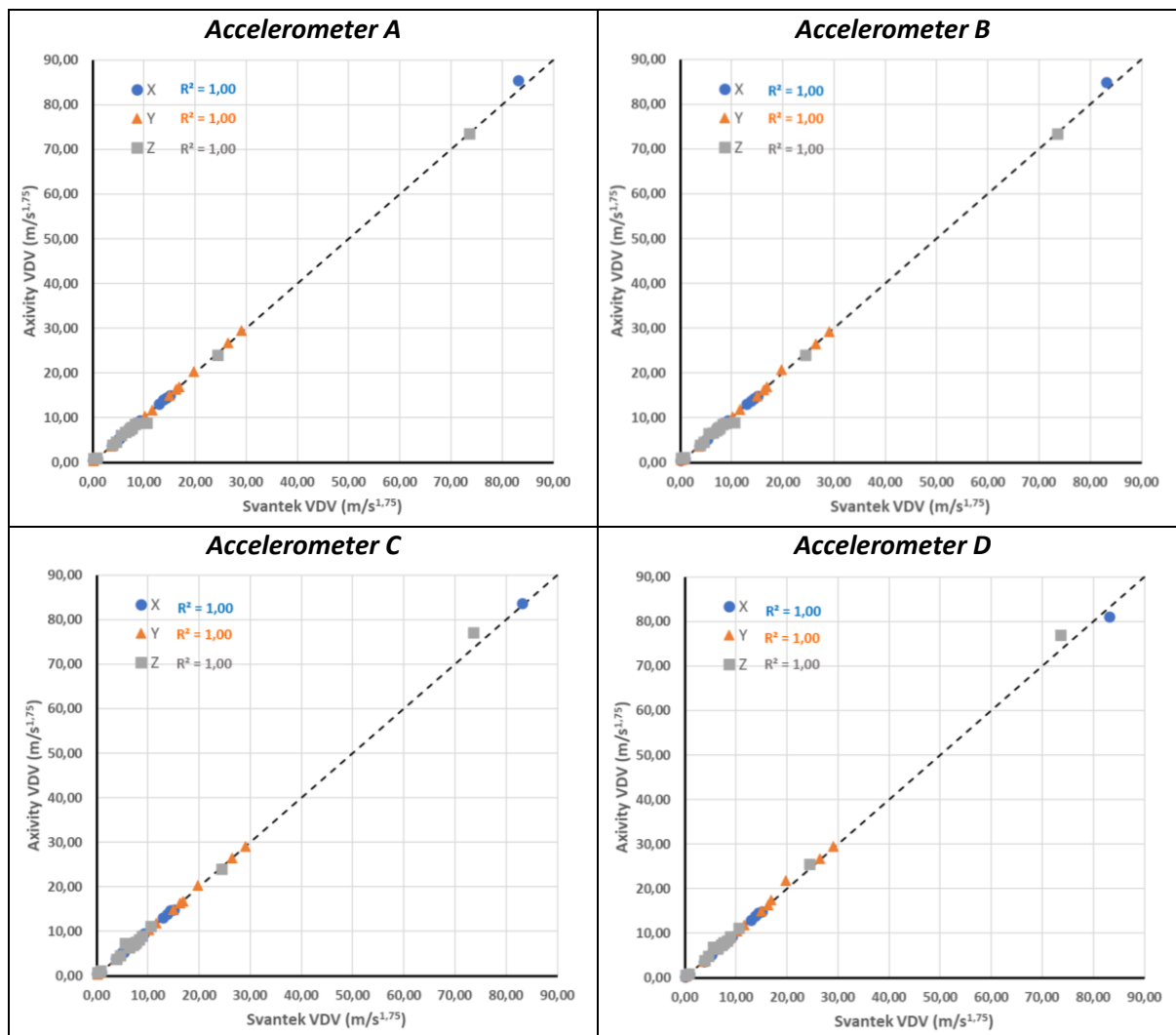
Uppgift	Uppmätt tid (mm:ss)	Awx* (m/s ²)	Awy* (m/s ²)	Awz (m/s ²)	VDVx* (m/s ^{1,75})	VDVy* (m/s ^{1,75})	VDVz (m/s ^{1,75})
Konstorstol 1 i lågvibrerande kontrollrum	20:00	0,03	0,03	0,03	-	-	-
Konstorstol 2 i lågvibrerande kontrollrum	20:00	0,03	0,03	0,04	0,84	0,76	0,81
Golv i lågvibrerande kontrollrum	20:00	0,00	0,01	0,01	0,12	0,16	0,20
Körning och lastarbete med hjullastare L180H HL 2016	25:00	0,43	0,57	0,37	8,92	11,65	8,94
Körning och lastarbete med hjullastare L180G 2013	40:00	0,23	0,41	0,26	5,11	8,65	5,60
Mer körning och lastarbete med hjullastare L180G 2013	35:00	0,23	0,38	0,21	4,89	8,34	4,63
Körning med skotare Eco Log 594d på risat underlag, med dämpningsfunktion på	33:53	0,72	1,47	0,38	14,35	29,10	7,69
Körning med skotare Eco Log 594d på risat underlag, med dämpningsfunktion av	38:58	0,65	1,27	0,34	12,96	26,38	7,36
Kranarbete (lastning & lossning) med skotare Eco Log 594d	36:21	0,22	0,33	0,12	5,15	6,58	8,31
Kranarbete (lastning & lossning) med skotare John Deere 1910	32:47	0,18	0,15	0,10	3,79	3,63	3,86
Körning med skotare John Deere 1910 på orisat, med dämpningsfunktion av	31:47	0,49	0,85	0,25	9,29	16,27	6,37
Körning med skotare John Deere 1910 på risat, med dämpningsfunktion av	32:29	0,44	0,76	0,25	8,61	14,93	10,51
Fräsning av plantering med traktor BM-Volvo T 600	12:00	0,66	0,50	0,40	15,07	10,24	7,60
Terrängkörning med Pickup Ford Ranger 2007	29:00	0,60	0,79	0,98	13,75	16,90	24,45
Körning i landsväg och mindre skogsväg med personbil BMW 320d	33:00	0,13	0,18	0,29	5,28	4,68	7,07
Körning med enduro	09:45	3,88	1,04	3,69	83,12	19,71	73,63

* Värden för X och Y riktning är multiplicerade med 1,4 enligt ISO2631-1.

Korrelationen mellan AX3 och SV 106 var 0,99 eller mer för samtliga AX3 i alla riktningar, både för r.m.s. och VDV (Figur2 och Figur3).



Figur 2. Korrelation mellan de fyra olika accelerometrarna A-D och SV 106 avseende r.m.s. Värderna för X och Y riktning är multiplicerade med 1,4 enligt ISO2631-1.



Figur 3. Korrelation mellan de fyra olika accelerometrarna A-D och SV 106 avseende VDV, normerat till en 8h exponering. Värderna för X och Y riktning är multiplicerade med 1,4 enligt ISO2631-1.

Den största genomsnittliga skillnaden (bias) avseende r.m.s. mellan AX3 och SV 106 var 0,02m/s² för accelerometer D i Z-riktning (Tabell 2). För alla mätningar och alla fyra accelerometrar var den största absoluta skillnaden avseende r.m.s. mellan AX3 och SV 106 0,11 m/s² för enduomätningen. Vilket motsvarar ett procentuellt fel på 2,85%.

Den största genomsnittliga skillnaden (bias) avseende VDV, för en 8 timmars period, mellan AX3 och SV 106 var 0,56 m/s^{1.75} för accelerometer D i Z-riktning (Tabell 2). För alla mätningar och alla fyra accelerometrar var den största absoluta skillnaden avseende VDV mellan AX3 och SV 106 2,31 m/s^{1.75} för enduomätningen. Vilket motsvarar ett procentuellt fel på 2,78%.

Tabell 2. Den genomsnittliga skillnaden (bias) mellan AX3 och SV 106 för alla 16 mätningar i X, Y och Z-riktning enligt ISO2631.1

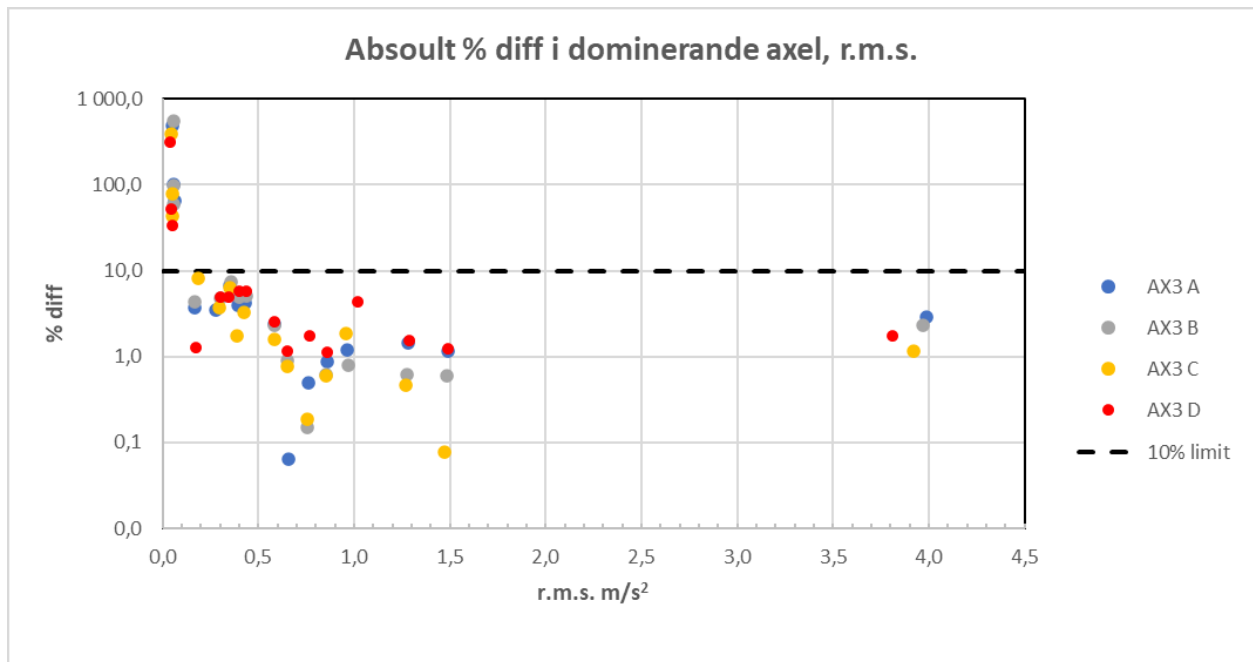
		RMS (m/s^2), $n=16$ ¹				VDV ($m/s^{1,75}$), $n=15$ ^{1,2}			
Riktning	Accelerometer	Bias	SD	± 95% konfidensintervall		Bias	SD	± 95% konfidensintervall	
X	A	0,01	0,03	-0,04	- 0,06	0,26	0,56	-0,84	- 1,36
	B	0,01	0,02	-0,04	- 0,05	0,13	0,47	-0,80	- 1,05
	C	0,01	0,01	-0,01	- 0,03	0,17	0,17	-0,16	- 0,51
	D	0,00	0,02	-0,04	- 0,03	-0,10	0,53	-1,13	- 0,93
Y	A	0,01	0,01	-0,01	- 0,03	0,14	0,17	-0,19	- 0,47
	B	0,01	0,01	-0,01	- 0,04	0,17	0,25	-0,32	- 0,66
	C	0,01	0,01	-0,01	- 0,03	0,12	0,15	-0,18	- 0,41
	D	0,02	0,02	-0,03	- 0,07	0,35	0,50	-0,62	- 1,32
Z	A	0,01	0,01	-0,01	- 0,04	0,01	0,54	-1,04	- 1,06
	B	0,01	0,01	-0,01	- 0,04	0,06	0,54	-0,99	- 1,11
	C	0,00	0,03	-0,05	- 0,05	0,37	0,97	-1,53	- 2,26
	D	0,02	0,02	-0,02	- 0,06	0,56	0,84	-1,08	- 2,21

¹Värden för X och Y riktning är multiplicerade med 1,4 enligt ISO2631-1.

²VDV är normerat till en 8h exponering

Den procentuella skillnaden mellan AX3 och SV106, för alla 16 mätningar och alla AX3 (A-D) var i genomsnitt avseende r.m.s. i den dominerande riktningen 37,79 %.

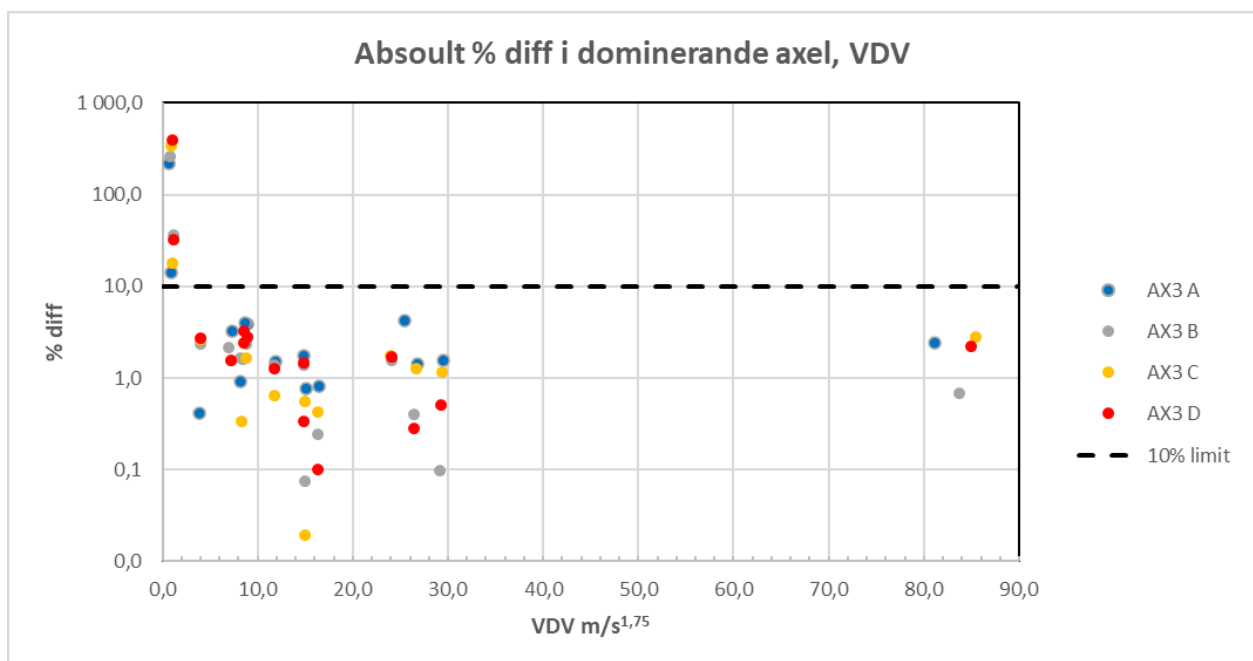
Motsvarande procentuella skillnad mellan AX3 och SV106 när samtliga tre mätningar som understeg 0,10 m/s^2 exkluderades blev 2,61% (SD 2,10). Den procentuella skillnaden för samtliga mätningar och accelerometrar presenteras i Figur 4 (r.m.s.).



Figur 4. Den procentuella skillnaden mellan AX3 och SV106, för alla mätningar och alla AX3 (A-D) i den dominerande riktningen. Skalan på Y-axeln är logaritmerad och beskriver skillnaden i absolutvärden. X-axeln beskriver uppmätt r.m.s. vibrationsnivå.

Den procentuella skillnaden mellan AX3 och SV106, för alla 15 mätningar och alla AX3 (A-D) var i genomsnitt avseende VDV i den dominerande riktningen 23,29%.

Motsvarande procentuella skillnad mellan AX3 och SV106 när de 2 mätningar som understeg 1,50 m/s² exkluderades blev 1,55% (SD 1,07). Den procentuella skillnaden för samtliga mätningar och accelerometrar presenteras i Figur 5 (VDV).



Figur 5. Den procentuella skillnaden mellan AX3 och SV106, för alla mätningar och alla AX3 (A-D) i den dominerande riktningen. Skalan på Y-axeln är logaritmerad och beskriver skillnaden i absolutvärden. X-axeln beskriver uppmätt VDV värde.

Diskussion och slutsats

I denna studie jämfördes enkla accelerometrar med inbyggda loggers (AX3) med ett mätsystem som uppfyller ISO standard för helkroppsvibrationsmätning (SV 106). Det procentuella mätfelet mellan AX3 och SV106 då vibrationsnivån överskred $0,1\text{m/s}^2$ (RMS) och $1,5\text{ m/s}^{1,75}$ VDV, normerat till 8 timmars exponering, var i genomsnitt 2,6% avseende RMS och 1,6 % avseende VDV. För samtliga mätningar som överskred $0,1\text{m/s}^2$ (RMS) och $1,5\text{ m/s}^{1,75}$ (VDV) var mätfelet mindre än 10% vilket vi anser kan vara ett acceptabelt mätfel då riskbedömning av helkroppsvibrationer ska genomföras.

Den största genomsnittliga absoluta skillnaden var för en av AX 3 i Z riktning $0,02\text{ m/s}^2$ RMS och $0,56\text{ m/s}^{1,75}$ VDV för en 8 timmars exponering. Så små skillnader bedöms vara försumbara vid yrkeshygienisk exponeringsbedömning av helkroppsvibrationer.

Tidigare studier har påpekat problematiken med tillgänglighet och otymplighet med nuvarande mätsystem som uppfyller ISO standard. Billigare och mindre dataloggers med inbyggda accelerometrar i konsumentprodukter såsom iPods har visats kunna fungera för insamling och bedömning av helkroppsvibrationer [7], [8]. Även AX3 skulle kunna vara ett alternativ för att samla in större mängder av data med mindre resurser, både i form av mindre kostnad för mätsystem och möjlighet att göra många heldagsmätningar utan att vara närvarande under hela mättiden.

Den här studien styrker resultat från tidigare studier, att AX3 ger tillförlitliga resultat med en genomsnittlig skillnad (bias) på $\pm 0,1\text{m/s}^2$ r.m.s. eller mindre [6] för vibrationsamplituder typiska för helkroppsvibrationer.

Tidigare studie, som har utvärderat AX3 för att bedöma helkroppsvibrationer, har genomförts i laboratorium [6]. Aktuell studie har genomförts i fält. En skillnad i att genomföra mätningar i labbmiljö jämfört med fält är att vid fältmätningar har man inte full kontroll om accelerometern skulle hamna snett på underlaget. De små skillnaderna vi såg mellan AX3 och SV 106 kan eventuellt bero på mindre variationer i orientering av accelerometrarna mot underlaget.

En annan skillnad jämfört mot tidigare studie är att vibrationsmagnitud samt frekvensinnehåll varierade stort i den aktuella studien, allt från lågfrekventa och lågvibrerande helkroppsvibrationer från ett kontrollrum till endurokörning med kraftiga stötar.

En begränsning med AX3 är att den inte uppfyller ISO standardens specifikationer om samplingsfrekvens. I teorin innebär det att väldigt höga impulser skulle kunna missas. Trots detta fick vi god överensstämmelse i VDV mätningarna i endurokörning som vi bedömer vara av stötinnehållande karaktär. Det går dock inte utifrån denna studie att med säkerhet säga om AX3 ger tillförlitliga resultat vid ännu kraftigare stötar.

En fördel med att använda AX3 jämfört med iPod, som har använts i andra fältstudier [7], [8], är att samplingsfrekvens och maximal accelerationsnivå kan sättas till 1600 Hz och $\pm 16g$, som är mer i linje med ISO standard jämfört med iPod Touch (100 Hz och $\pm 2g$), och ändå ha minne och batteri för att mäta upp till en hel dag.

Sammanfattningsvis visar resultatet av detta försök att fältmätningar med AX3 kan vara ett tillräckligt tillförlitligt instrument vid riskbedömningar av helkroppsvibrationer i arbetet. Om arbetet består utav helkroppsvibrationer med mycket kraftig stötkaraktär bör ytterligare utvärdering göras innan AX3 används.

Referenser

- [1] L. Burström, T. Nilsson, och J. Wahlström, ”Arbete och helkroppsvibrationer – hälsorisker”, *Rapport 2011:8*, s. 52.
- [2] B. Pierson, P. Faestel, J. T. Spector, och P. Johnson, ”Preliminary comparison of vibration measurement accuracy between a low cost, portable acceleration measurement unit and a gold-standard accelerometer system”, *Applied Ergonomics*, vol. 90, s. 103268, jan. 2021, doi: 10.1016/j.apergo.2020.103268.
- [3] R. Wolfgang och R. Burgess-Limerick, ”Using consumer electronic devices to estimate whole-body vibration exposure”, *J Occup Environ Hyg*, vol. 11, nr 6, s. D77-81, 2014, doi: 10.1080/15459624.2014.888073.
- [4] R. Wolfgang, L. Di Corleto, och R. Burgess-Limerick, ”Can an iPod Touch be used to assess whole-body vibration associated with mining equipment?”, *Ann Occup Hyg*, vol. 58, nr 9, s. 1200–1204, nov. 2014, doi: 10.1093/annhyg/meu054.
- [5] ”AFS 2005:15 - Vibrationer”. Arbetsmiljöverket, mar. 17, 2005.
- [6] ”Standard - Vibration och stöt - Vägledning för bedömning av helkroppsvibrationers inverkan på människan - Del 1: Allmänna krav SS-ISO 2631-1”. /produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/vibration-med-avseende-pa-manniskor/ssiso26311/ (åtkomstdatum dec. 07, 2020).
- [7] ”AFS 2001:1 - Systematiskt arbetsmiljöarbete”. Arbetsmiljöverket, feb. 15, 2001.
- [8] ”Standard - Vibrationers inverkan på människan - Mätinstrument - Del 1: Kombivibrationsmätare (ISO 8041-1:2017) SS-EN ISO 8041-1:2017”. /produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/vibration-med-avseende-pa-manniskor/ss-en-iso-8041-12017/ (åtkomstdatum dec. 07, 2020).

Rapport från Arbets- och miljömedicin 1/2021

Mätrapport - Helkroppsvibrationsmätning med Axivity AX3

Akademiska sjukhuset, 751 85 Uppsala
www.amm uppsala.se