

Vibrationsdämpande handskar – i teorin och i praktiken



Per Jonsson, yrkeshygieniker, med dr
Istvan Balogh, yrkeshygieniker, med dr
Fredrik Rassner, yrkeshygieniker

Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Göteborg, 2012-06-11

ISSN 1650-4321

ISBN 978-91-7876-137-1

Bildförklaring på försättsbladet:

Per Jonsson, Istvan Balogh och en operatör med vibrationsdämpande handske som gradar en motordetalj.

Förord

Företagshälsovården påträffar ofta besvär som kan relateras till användandet av vibrerande maskiner. Önskvärt vore att utveckla utrustning som skyddar användaren mot de skadliga vibrationerna.

Personlig skyddsutrustning är till för att skydda användaren mot skadliga effekter av sitt arbete. Det kan vara till exempel att skydda öronen mot buller eller ögonen mot svetslågor. Det är arbetsgivarens ansvar att skyddsutrustning finns tillgänglig samt att personalen är utbildad på denna. Skyddsutrustning skall alltid vara den sista utvägen och skall användas då det inte går att förändra arbetsmiljön så att den passar arbetstagaren. Personlig skyddsutrustning omfattas av Arbetsmiljöverkets regler (AFS 1996:7, Utförande av personlig skyddsutrustning) och utrustningen måste uppfylla kraven i föreskrifterna för att få introduceras på marknaden. Vibrationsdämpande handskar skall vara CE-certifierade och därmed uppfylla kraven enligt gällande standard (ISO 10819:1996).

Forskning är ett verktyg som kan validera de arbetsskydd som finns på marknaden och komma med synpunkter och förslag på förbättringar. Denna rapport beskriver hur vibrationsdämpande handskar fungerar och påverkar exponeringen från handhållna maskiner och är tänkt att kunna läsas av företagshälsovårdens personal och arbetsgivarens arbetsmiljöansvariga. Sammanfattningen är övergripande och befriad från tekniska begrepp. Huvudrapporten ger en mer ingående beskrivning medan hänvisningar till bilagor är tänkta att ge en fördjupad ingenjörsmässig bakgrund.

Rapporten är gjord i samarbete med Bengt-Göran Rengman, skyddsingenjör och Lars-Göran Josefsson, sjukgymnast, Volvo Aero, Trollhättan.

Rapporten är en del av projektet ”företagshälsovårdsmetodik – skyddsutrustning” och har finansierats av Forskningsrådet för Arbetsliv och Socialvetenskap (FAS) samt av Arbetsmarknadens Försäkrings-Aktiebolag (AFA).

Innehållsförteckning

Sammanfattning	6
Är vibrationsdämpande handskar lösningen på problemet med hand/arm-vibrationer?.....	6
Bakgrund.....	6
Genomförande	7
Resultat och Diskussion.....	7
Konklusion.....	8
Bakgrund och syfte.....	9
Vibrationer i yrkeslivet	9
Kravet på vibrationsdämpande handskar	10
Kommentarer till kraven på vibrationsdämpande handskar	12
Syften med rapporten.....	13
Material och metoder	14
Försökspersoner och aktuella maskiner i studien	14
Vibrationsdämpande handske	14
Frågeformulär för vibrationsdämpande handskar	15
Mätning av frekvensspektrum.....	16
Resultat	17
Självskattade vibrationer.....	17
Självskattad komfort, användbarhet och funktion	17
Uppmätta vibrationsnivåer.....	19
Uppmätta frekvensspektra för vibrationerna.....	20
Antagande av handskarnas dämpning.....	20
Diskussion.....	22
Metodologiska överväganden	22
Ger varvtalet dominerande vägd frekvens?	23
Självskattad dämpning och handens vibrationssinne.....	23
HALO- och Hawthorne-effekten	24
Kan de studerade maskinerna dämpas med handsken?	24
Andra vibrationsdämpande handskar.....	25
Varför ger vibrationsdämpande handskar så lite skydd ?	25
Rekommendation.....	26
Bilagor	27
Bilaga 1. Mätstandard för handskars vibrationsöverföring.....	27
Bilaga 2. Roterande fräs- och slipmaskiner och typiska användningstider	28
Bilaga 3. Uppmätta frekvensspektra	29
Bilaga 4. Vibrationsöverföring för fyra dämpande handskar.	31
Bilaga 5. Handens perceptions-tröskel.	32
Referenser.....	33

Sammanfattning

Är vibrationsdämpande handskar lösningen på problemet med hand/arm-vibrationer?

Vibrationer i handhållna maskiner är ett stort problem, i Sverige rapporterar cirka 400 000 att de utsätts för hand-/arm-vibrationer minst en fjärdedel av arbetstiden. Det är frestande att tänka sig en skyddande handske som kunde minska eller rentav eliminera problemet.

Forskning är ett verktyg som kan validera de arbetsskydd som finns på marknaden och komma med synpunkter och förslag på förbättringar. Denna rapport från Arbets- och miljömedicin i Lund och Göteborg beskriver hur vibrationsdämpande handskar upplevs, fungerar och påverkar exponeringen från handhållna maskiner.

Bakgrund

Idag säljs handskar som vibrationsdämpande, till exempel utlovas dessa ”minska vibrationen 40 %”. För att få marknadsföras som vibrationsdämpande handske skall den vara CE-märkt (certifierad) och därmed uppfylla kraven som finns i standarden ISO 10819:1996. Kraven gäller endast dämpningen i handflatan, i många arbetssituationer överförs vibrationen även till fingrarna. Redan i standarden påpekas att dämpande handskar ger otillräcklig försvagning av vibrationer med låga frekvenser. Sådana vibrationer är vanligt förekommande i många handhållna maskiner inom industri och hantverk till exempel från slipmaskiner. Vissa vanliga skyddshandskar kan till och med ge en förstärkning av låga frekvenser men kan då inte godkännas enligt standarden. Generellt sett stör all skyddsutrustning arbetet mer eller mindre. Att arbeta utan hjälm, skyddsmask, hörselskydd och skyddskläder föredras i de flesta situationer. Vidare kan tillgången till handskar som uppges vara vibrationsdämpande ge upphov till ett etiskt dilemma: Användaren kanske kommer att använda maskinerna intensivare och längre tid i tron att handen är skyddad mot vibrationsskador. Men håller dessa löften och hur fungerar sådana handskar i praktiken? Upplevs handskar dämpa? I vilken omfattning stör handskar? Hur mycket dämpning kan förväntas vid användning av lågvarviga respektive högvarviga slipmaskiner? Dessa frågor behandlas i den fullständiga rapporten.

Genomförande

Nio personer, vars arbetsuppgift var att grada och slipa flygmotordetaljer, fick testa en viss vibrationsdämpande handske under mer än 3 månader. De arbetade med olika roterande luftdrivna och vibrerande maskiner och alla hade lång erfarenhet av detta arbete. Användningstiderna för de enskilda maskinerna varierade mellan ½ och 4 timmar/dag. Sammanlagt kunde användningstiderna överskrida 4 timmar/dag. De mest använda maskinerna roterade med höga varvtal, 100 000 varv/minut, medan andra hade låga varvtal, 500 varv/minut.

Endast en modell av vibrationsdämpande handske testades. Ovansidan bestod av porös polyester och greppsidan av ett tätare elastiskt syntetmaterial. Ett cirka 7 mm tjockt skumgummiliknande skikt fanns inbyggt i handflata, tumgrepp och fingrarnas greppside. Handsken var CE-märkt och uppges uppfylla gällande standard ISO 10819. Efter att testpersonerna provat handsken mer än 3 månader, besvarades ett frågeformulär med 14 frågor där bland annat handtemperatur, greppvänlighet, fingerkänslighet och vibrationsdämpning självskattades.

I syfte att bedöma nyttan med den vibrationsdämpande handsken uppmättes vibrationsnivå och vibrationsfrekvensen i de av testpersonerna använda maskinerna. En van operatör utförde vid mätningen så kallad ”gradning” på typiska föremål ur produktionen.

Resultat och Diskussion

Komforten avseende handtemperaturen skattades som medelmåttig. Greppvänligheten skattades som bra rörande medan fingerkänsligheten skattades lågt. Vid så kallat ”penngrepp” av små maskiner är handskarna obekväma men fungerar bra med större maskiner.

Majoriteten, åtta av de nio personerna, svarade att handsken ger bra vibrationsdämpning.

När man bedömer självskattad vibrationsdämpning bör man veta att handens förmåga att uppfatta vibrationer varierar med vibrationsfrekvensen. Möjligheten att självskatta huruvida en handske är vibrationsdämpande eller ej beror alltså i hög grad på hur bra man kan uppfatta frekvensen hos den aktuella maskinen. För en högvarvig maskin, låt

oss säga 50000 varv per minut, är känseln ganska dålig och därmed förmågan att självskatta handskens dämpande egenskaper. Handens vibrationssinne avspeglar dessutom inte alls den enligt Arbetsmiljöverkets föreskrift uppmätta hand/arm-vägda vibrationsnivån.

För vibrationer uppmättes stora skillnader mellan de olika maskinerna, hand/arm-vägda nivåer enligt föreskriften låg mellan 0,8 och 8,3 m/s². Högvarviga maskiner, 55 000 varv/minut eller mer, gav de lägsta vägda vibrationsnivåerna. Maskinens varvtal visade sig orsaka den dominerande vibrationsfrekvensen men höga frekvenser från högvarviga maskiner förhöjer inte den hand/arm-vägda exponeringsnivån.

Konklusion

Många av maskinerna i denna studie, vilka används långa tider vid gradningsarbete, kommer att dämpas i viss omfattning. Det är inte självklart att denna dämpning vare sig kan upplevas, ge en minskad daglig vibrationsexponering enligt föreskriften eller minska risken för vibrationsskador i händerna. Så kallade ”vibrationsdämpande handskar” ger generellt sett ingen tillräcklig minskning av exponeringen. Detta framgår redan av texten i standarden för CE-certifiering av vibrationsdämpande handskar. För att en sådan handske skulle fungera vid vanligt förekommande låga vibrationsfrekvenser hade den behövt vara alltför tung och tjock för att vara praktisk att använda.

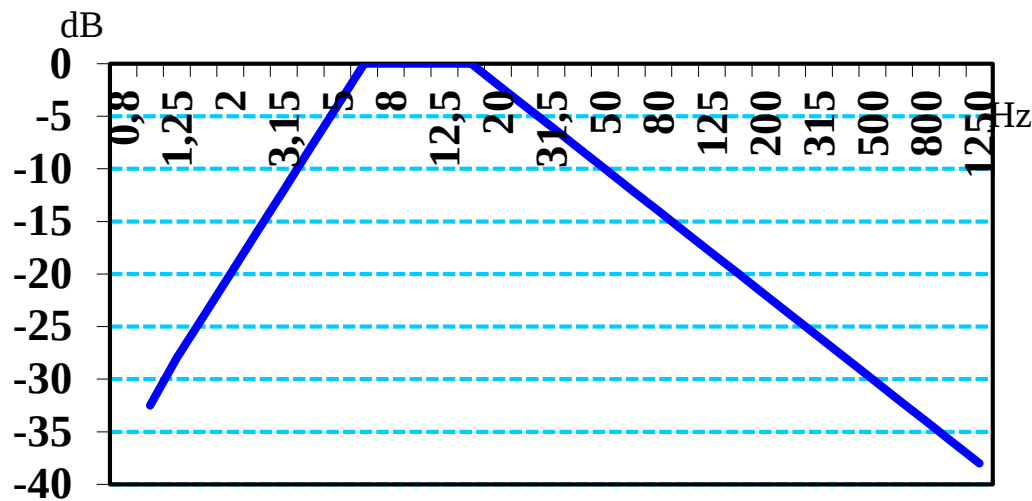
Trots de begränsningar i skydd som CE-märkta skyddshandskar mot vibrationer har kan vi ändå rekommendera en användning eftersom: 1) Högfrekventa vibrationer, som förmodas vara skadliga, dämpas. 2) Dessa handskar säkerställer att vibrationer inte förstärks. 3) Handskar håller händerna varma vilket anses minska vibrationsutlösta besvär.

Bakgrund och syfte

Vibrationer i yrkeslivet

Vibrationer i handhållna maskiner är ett stort problem. Antalet yrkesverksamma i Sverige som rapporterar att de utsätts för vibrationer minst en fjärdedel av arbetstiden är cirka 405 000 för hand/arm-vibrationer (Arbetsmiljöverket, Rapport 2010:3) och 173 000 personer uppger att de upplever besvär från vibrationer (Arbetsmiljöverket, Rapport 2010:4). Av alla anmälda arbetssjukdomar anges 500 personer ha vibrationer som misstänkt orsak (Arbetsmiljöverket, Rapport 2011:1) och hand/arm-vibrationer är vanligare än helkroppsvibrationer.

Riskerna med vibrationsskador har uppmärksammats genom Europaparlamentets och rådets direktiv (2002/44/EG) som har lett till särskilda föreskrifter från Arbetsmiljöverket. I föreskriften anges gränsvärdet (5 m/s^2) och insatsvärdet ($2,5 \text{ m/s}^2$) för tidsmedelvärdet för accelerationens effektinnehåll under en åttatimmars-period (AFS 2005:15). Vidare krävs en riskbedömning för att klargöra om insatsvärdet överskrids och i så fall skall berörd personal erbjudas medicinska kontroller (AFS 2005:6) samt åtgärder skall vidtas för att reducera exponeringen. Överskridande av gränsvärdet kräver omedelbara åtgärder. Mätningar av exponeringsnivån skall göras enligt en standard (SS-EN-ISO 5349:1 och 2) och accelerationsnivån skall då filtreras, där frekvenser över 16 Hz dämpas alltmer kraftigt (Figur1).



Figur 1. Filterkaraktäristik för dämpning av hand/arm-vibrationer vid mätning enligt mätstandarden ISO 5359, "Vibration och stöt – Mätning och bedömning av vibrationer som överförs till handen".

Det är frestande att tänka sig en skyddande handske som kunde minska eller rentav eliminera problemet. Idag säljs handskar som vibrationsdämpande, till exempel utlovas dessa "minska vibrationen 40 %". Vidare anger en Italiensk databas för vibrationer (ISPESL) en förväntad dämpning till <10 % för slående maskiner men kan uppgå till 10-60% för andra maskiner. **Således synes effekten av dämpningen bero på till vilka maskiner som handskarna används.**

Kravet på vibrationsdämpande handskar

För att få marknadsföras som vibrationsdämpande handske skall den vara CE-märkt (certifierad) och därmed uppfylla kraven som finns i standarden ISO 10819:1996, "*Mechanical vibration and shock – Hand-arm vibration – Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand.*"

ISO-standarder är inte offentliga handlingar utan måste beställas till en förhållandevis hög kostnad vilket starkt begränsar tillgängligheten. Ofta kopplas de dessutom till ytterligare kostnadsbelagda standarder. Nedan följer vår översättning av vissa utvalda stycken:

Inledningsvis sägs, (ISO 10819, sida iii):

"... Enligt nuvarande evidens, finns inga situationer där handskar har visats kunna ge adekvat vibrationsdämpning i syfte att förhindra vibrationsskador.

Enligt nuvarande kunskapsläge, ger handskar inte signifikant försvagning för frekvenser under 150 hertz. Vissa handskar kan ge en förstärkning i detta frekvensområde. Vidare kan bruket av handskar förändra gripstyrkan vilket skulle förändra överföringen av vibrationen till armen och därmed öka risken för skada. Emellertid måste det betonas att ett viktigt syfte med handskar är att hålla händerna varma och torra, eftersom detta kan bidra till att begränsa vibrationsinducerade effekter.

Denna standard beskriver en metod att mäta vibrations-transmissionen för handskar i laboriemiljö, men så långt som möjligt under villkor typiska för bruk på faktiska arbetsplatser. Mätningen utförs på handflatan och beskriver inte överföringen av vibrationen till fingrarna. Vid utvärdering av handskars skyddande effekt måste emellertid ihåggas att i många arbetssituationer överförs vibrationen inte endast till handflatan, utan också till fingrarna. En annan mätprocedur krävs för att bestämma handskars vibrations-transmission till fingrar.

Denna standard beskriver en metod av att mäta vibrations-transmissionen hos handskar som försökspersonen har på sig. För mätning av vibrations-transmissionen hos elastiska material, som används till att täcka maskinhandtag eller till att göra handskar, bör EN-ISO 13753 konsulteras."

I kapitel 7 av standarden beskrivs i detalj testförfarandet och hur utvärderingen skall göras. Tester sker inom två överlappande frekvensområden, 16 till 400 Hz respektive 100 till 1600 Hz.

För det lägre frekvensområdet krävs endast att handsken inte förstärker vibrationerna och för det högre frekvensområdet skall handsken överföra högst 60 % av vibrationerna utan handske.

Delar av testförfarandet hittas i Bilaga 1.

Kommentarer till kraven på vibrationsdämpande handskar

- 1) Mätningen utförs endast på handflatan. I många arbetssituationer överförs vibrationen även till fingrarna. Ännu finns ingen standard för handskar med fingrar.
- 2) Dämpande handskar ger otillräcklig försvagning av vibrationer med frekvenser under 150 hertz. 150 Hz motsvarar grundfrekvensen för en slipmaskin med ett varvtal på 9000 varv/minut. Många maskiner i industri och hantverk har ett betydligt lägre varvtal och handskarna ger då inget eller endast ett begränsat skydd.
- 3) Vissa handskar kan till och med ge en förstärkning under 150 hertz men får då inte godkännas enligt standarden.
- 4) Standarden rekommenderar, men kräver inte, att uppgifter om dämpning vid olika frekvenser ges för handskarna. Detta skulle underlätta valet av rätt handske om maskinens vibrationsspektrum uppmäts eller om varvtal och därmed grundfrekvens är känd.
- 5) Mätningarna utförs i laboratoriemiljö som kan avvika från bruk på faktiska arbetsplatser (Laszlo och Griffin, 2011).
- 6) Även om standarden uppfylls innebär det inte att handsken tar bort risken med vibrationsexponering.
- 7) Handskar kan kräva en högre gripstyrka vilket ökar överföringen av vibrationen till armen och därmed ökar risken för skada.
- 8) Handskar kan hålla händerna varma och torra, detta kan kanske minska besvären men det är oklart om risken för skada minskar.

Syften med rapporten

Generellt sett stör skyddsutrustning arbetet mer eller mindre. Att arbeta utan hjälm, skyddsmask, hörselskydd och skyddskläder föredras i de flesta situationer. Vidare kan tillgången till handskar som uppges vara vibrationsdämpande ge upphov till ett etiskt dilemma: Användaren kanske kommer att använda maskinerna intensivare och längre tid i tron att handen är skyddad mot vibrationsskador. Men håller dessa löften, och hur fungerar sådana handskar i praktiken? Hur mycket dämpning kan förväntas vid användning av lågvarviga respektive högvarviga slipmaskiner? Upplevs handskar dämpa? I vilken omfattning stör handskar? Dessa frågor kommer att belysas i rapporten.

Material och metoder

Försökspersoner och aktuella maskiner i studien

Nio personer deltog och fick testa en viss vibrationsdämpande handske under mer än 3 månader. De arbetade med vibrerande maskiner och hade alla lång erfarenhet av slipningsarbete. Deras arbetsuppgift bestod i att grada flygmotordetaljer med olika roterande luftdrivna slipmaskiner.

Användningstiderna för de enskilda maskinerna varierade mellan ½ och 4 timmar/dag. Sammanlagt kunde användningstiderna överskrida 4 timmar/dag. De mest använda maskinerna roterade med höga varvtal, 100 000 varv/minut, medan andra hade låga varvtal, 500 varv/minut. Uppgifter om maskinerna hittas i Bilaga 2.

Vibrationsdämpande handske

Handsken är märkt: EJENDALS TEGERA, TEGERA PRO, vibration control, artikelnummer 9180. Ovansidan består av porös polyester (Spandex™) och greppsidan av ett tätare elastiskt syntetmaterial (MicroThan™). Ett tjockare skumgummiliknande skikt, cirka 7 mm, (VibroThan™) finns inbyggt i handflata, tumgrepp och fingrarnas greppside. Handsken tillhandahålls i flera storlekar, 7 till 12, och bör därför passa de flesta kvinnor och män.

Handsken uppges uppfylla gällande standard ISO 10819 och är CE-märkt.



Figur 2. Vibrationsdämpande handske av fabrikat TEGERA, modell 9180. (Bild: EJENDALS)

Frågeformulär för vibrationsdämpande handskar

En fältstudie utfördes av sjukgymnasten vid företaget. Efter att testpersonerna provat handsken mer än 3 månader, utdelades ett frågeformulär med 14 frågor:

1. Passform efter första användandet
2. Passform efter en tids användning
3. Handtemperatur
4. Greppvänlighet
5. Fingerkänslighet
6. Slitstyrka
7. Täthet mot smuts
8. Täthet mot väta
9. Vibrationsdämpning
10. Totalintryck
11. "Hur är handsken jämnfört med den du brukar använda. ?"
12. Tidigare använt handskydd ? (Ja/Nej)
13. "Hur länge höll tidigare använt handskydd ? (Timmar, dagar)
14. "Hur länge höll den nu testade handsken ? (Timmar, dagar)

Frågorna tar upp i fyra aspekter; komfort (frågorna 1-3), användbarhet (4-5) funktion (6-9) samt övrigt (10-14). De första 11 frågorna hade en 6 gradig skala där med 1=mycket dåligt och 6=mycket bra.

Formuläret var ursprungligen utformat av EJENDALS men hade modifierats: en fråga om upplevd vibrationsdämpning har lagts till och en fråga om värderingen av handskens storlek har tagits bort. Frågeformuläret framgår i sin helhet av Tabell 1 under rubriken Resultat.

Mätning av frekvensspektrum

För att få en uppfattning av frekvensinnehållet i vibrationerna hos de olika verktygen (Bilaga 2) användes en vibrationsanalysator (Norsonic Nor136) med triaxial accelerometer (Norsonic Nor1287). Instrumentet mäter frekvenser upp till 1000 Hz. Accelerometern fästes med 6 varv el-tape på handtaget till respektive maskin (Figur 3). En van operatör gradade på typiskt vis. Vibrationen mättes under gradning (Figur 4) och i vissa fall även vid tomgång. Mätningarna startades när arbetet var i gång, och varje mätning varade i 60 sekunder. Efter mätningarna, utvärderades data med mjukvaruprogram (NorVibraTest V1.4.5.1).

Figur 3.

Accelerometern syns tejpad framtill på maskinen och vibrationsanalysatorn syns till höger.



Figur 4

Gradning av detalj under mätningen. Givaren syns tejpad framtill på maskinen och Operatören använder den vibrationsdämpande handsken.



Resultat

Självskattade vibrationer

Majoriteten, åtta av de nio personerna, svarade att handsken ger bra vibrationsdämpning (Tabell 1).

Självskattad komfort, användbarhet och funktion

Komforten påverkas av att passformen försämras efter en tids användning och handtemperaturen skattades som medelmåttig (Tabell 1). Användbarheten skattades som bra rörande greppvänlighet medan fingerkänsligheten skattades lågt. Vid så kallat ”penngrepp” av små maskiner är handskarna obekväma men fungerar bra med större maskiner. Funktionen skattades som bra rörande täthet mot smuts medan täthet mot väta liksom slitstyrkan skattades som medelmåttig. Totalintrycket av handsken skattades högt.

Frågorna rörande handskarnas hållbarhet har missuppfattats och svaren uteblev oftast.

Tabell 1. Frågeformulär besvarat av nio personer.

Frågorna besvarades med en 6-gradig skala där 1 = "Mycket dålig" och 6 = "Mycket bra"

Allmänna frågor	1	2	3	4	5	6	Kommentar
Passform efter första användandet	0	0	1	1	7	0	
Passform efter en tids användning	0	1	3	1	3	1	
Handtemperatur	0	0	5	3	1	0	
Greppvänlighet	0	1	0	3	5	0	
Fingerkänslighet	2	2	2	3	0	0	
Slitstyrka	0	1	4	3	1	0	
Täthet mot smuts	0	0	0	3	3	3	
Täthet mot väta	0	0	2	2	1	1	6 svar !
Vibrationsdämpning	0	0	1	0	4	4	
Totalintryck	0	0	1	1	7	0	
Hur är handsken jämnfört med den du brukar använda.	0	0	1	2	5	1	
Tidigare använt handskydd:	5 ja		2 nej				7 svar !
Hur länge höll tidigare använt handskydd ? (Svara i ungefärligt antal timmar/dagar)						Frågorna har missuppfattats.	
Hur länge höll den nu testade handsken ? (Svara i ungefärligt antal timmar/dagar)						Svaren kan ej tolkas.	

Uppmätta vibrationsnivåer

Det var stora skillnader mellan de olika maskinerna, hand/arm-vägda nivåer låg mellan 0,8 och 8,3 m/s² (Tabell 2). Högvarviga maskiner, 55 000 varv/minut eller mer, hade de lägsta vägda vibrationsnivåerna.

Tabell 2. Uppmätta hand/arm-vägda och ovägd vibrationsnivåer för de sju olika maskinerna ordnade efter varvtal. De tre dominerande frekvenserna redovisas i avtagande styrka.

Fabrikat	Modell	Varv/minut. (Rotations- frekvens)	Hand/arm- vägd nivå. m/s ²	Ovägd nivå, 0,1-1000 Hz. m/s ²	Dominerande frekvenser **, ovägt. Hz
Biax	TVD 3 - 100/2	100 000 (1667 Hz) *	1,2	149	620 0,2 2
Dotco	MDL 10 R 9000 - 03	100 000 (1667 Hz) *	0,8 på maskinkropp 1,0 på slang	87 117	600 200 2
Biax	SRD 3 - 55/2	55 000 (917 Hz) *	1,4	44	800 500 300
Ingersoll Rand	PS 16/6.2 W 107 F 212545	5 400 (90 Hz)	6,3 borstar klackar 7,0 tomgång	90 102	300 95 80 90 300 380
Ingersoll Rand	PS 16/6.2 W 106 C 183008	5 400 (90 Hz)	8,3 tomgång	117	80 250 300
Ingersoll Rand	Size 5 LJ 1	4 900 (82 Hz)	2,3	36	400 0,8 200
Atlas Copco	LBB 24 S 04 5 B	4 500 (75 Hz)	3,6 borstar klackar 3,9 tomgång	46 30	350 80 70 80 180 250

* Handskarna kan förväntas ge viss vibrationsdämpning vid denna höga frekvens.

** Endast frekvenser upp till 1000 Hz har uppmätts.

De ovägd nivåerna var av naturliga skäl mycket högre, från 30 m/s² till 149 m/s².

Förhållandet mellan ovägd och hand/arm-vägd vibration var 8 till 16 gånger för de lågvarviga maskinerna medan för de mest högvarviga var förhållandet ännu större, 109 till 124.

Uppmätta frekvensspektra för vibrationerna

Dominerande vibrationsfrekvenser framgår i Tabell 2. Rotationsfrekvensen visade sig utgöra en dominerande del i vibrationsspektrum (Bilaga 3). För de mest högvarviga maskinerna (100 000 varv/minut) ligger rotationsfrekvensen 1667 Hz utanför vibrationsanalysatorns mätområde. Beroende på hand/arm-vägningen (Figur 1), värderas vibrationsnivån olika för låg- respektive högvarviga maskiner. Ju högre frekvens, desto mindre blir bidraget till vibrationsnivån. **Förhållandet mellan ovägd och hand/arm-vägd vibration för de mest högvarviga maskinerna var över 100, trots att deras rotationsfrekvens ligger över mätområdet.**

Antagande av handskarnas dämpning

I brist på uppgifter om handskens dämpförmåga vid enskilda frekvenser får man utgå från att i området M (16 till 400 Hz) sker ingen dämpning och att i området H (100 till 1600 Hz) överförs högst 60 % av vibrationerna (Bilaga 1).

För ett högfrekvent verktyg som Biax SRD 3 (55000 varv/minut, rotationsfrekvens 917 Hz) kan en försiktig bedömning göras av vad en sådan dämpning får för effekt: För frekvensområdet M kan man med hygglig approximering sätta den uppmätta hand/arm-vägda nivån till det uppmätta värdet $1,4 \text{ m/s}^2$. Som framgår av det ovägd frekvensspektrat (figur 2B, bilaga 3), ligger huvuddelen av vibrationerna inom frekvensområdet H. Inom frekvensområdet H dämpar hand/arm vägningen ca 100 gånger och då transmissionskvoten antas vara 0,6 kan handskens dämpning förväntas sänka den hand/arm-vägda nivån med cirka $0,3 \text{ m/s}^2$ ($= 44 \cdot 0,6 / 100$). Detta motsvarar cirka 20 % ($= 0,26/1,4$) dämpning av den hand/arm-vägda nivån från $1,4 \text{ m/s}^2$ till $1,1 \text{ m/s}^2$.

För Maskinen Ingersoll Rand PS 16/6.2 (5 400 varv/minut) är situationen annorlunda: Här bidrar rotationsfrekvensen (90 Hz) starkt till den hand/arm-vägda nivån vilket framgår ur figur 1A, bilaga 3. Det är emellertid endast de vibrationer som ligger över 100 Hz som kommer att dämpas av handsken, varför dämpningen av frekvenstopparna kring 300 Hz endast kommer att ge en mindre påverkan inom hand/arm-vägningens

frekvensområde. Detta resulterar i som bäst 5-10 procents reduktion av den hand/arm vägda exponeringen som överförs till handen.

Diskussion

Metodologiska överväganden

Antalet personer som ingick i studien är förhållandevis litet. De arbetade alla med samma typ av utrustning där mycket högvarviga maskiner användes i stor utsträckning. Detta kan påverka deras upplevelse av handskens vibrationsdämpande förmåga eftersom denna ökar med frekvensen. Inom annan verkstadsindustri är det tänkbart att handsken skulle kunna upplevas annorlunda.

En viktig aspekt på vibrationsdämpning handlar om inom vilka frekvensområden som risk för vibrationsskada uppkommer. Föreskriften (AFS 2005:15) anger gränsvärde och insatsvärde för nivåer uppmätta med ett filter som starkt reducerar vibrationer med högre frekvenser. Därför kommer handskens dämpning (i vårt fall över 30 %) i det höga frekvensområdet endast att innebära några procents effekt på hand/arm-vägd vibrationsnivå. Dock påpekas i vibrationsföreskriften (AFS 2005:15, kommentaren till 12 §) att risken för skador underskattas vid arbete med högfrekventa maskiner.

Vi vill också uppmärksamma att vår mätutrustning endast registrerar frekvenser upp till 1000 Hz och därför ger mätningarna av de ovägd nivåerna på de aktuella maskinerna endast en begränsad vägledning vid bedömningen av handskarnas nytta rörande maskiner med höga varvtal. Sannolikt förekom högre frekvenser än 1000 Hz och då är handskarnas dämpande förmåga bättre än vad vi kan visa. Denna begränsning inverkar dock inte på den påbjudna hand/arm-vägd exponeringsbedömningen eftersom frekvenser över 1000 Hz då inte bedöms.

Ytterligare en aspekt är att handskens vibrationsdämpning endast anges som ”uppfyller kraven i standarden”. Uppgifter om dämpningen vid de enskilda frekvensbanden saknas och skulle kräva avancerade laboratorieresurser men hade varit nödvändiga för att mer noggrant kunna kalkylera den förväntade dämpförmågan. Det har tidigare visats att det finns stora skillnader mellan olika handskar avseende detta (Bilaga 4). Dessutom har matningskraften stor inverkan, vibrationsöverföringen kan öka från 60 % vid krafter under 10 N till 80 % vid 50 N (Laszlo och Griffin, 2011). I vår studie är förekommande matnings- och kramkrafter inte studerade.

Ger varvtalet dominerande vägd frekvens?

Vibrationerna orsakade av varvtalet dominerar i allmänhet den uppmätta frekvensvägda vibrationsnivån (Arbetsmiljöinstitutets Undersökningsrapport 1984:24). Undantag utgörs av verktyg med höga varvtal, exempelvis framgår detta av Figur 2A i Bilaga 3. Över cirka 20 000 varv/minut dominerar vanligtvis inte längre rotationsfrekvensen, exempelvis framgår detta av Figur 1A och B i Bilaga 3.

Självskattad dämpning och handens vibrationssinne

När man bedömer självskattad vibrationsdämpning (fråga 9 i frågeformuläret) bör man veta att handens förmåga att uppfatta vibrations-acceleration varierar med frekvensen och är som bäst kring 125 Hz. (Lundström m fl, 1992). Ett diagram över handens perceptionströskel visas i Bilaga 5. Förmågan att självskatta huruvida en handske är vibrationsdämpande eller ej beror alltså i hög grad på hur bra man kan uppfatta vibrationensfrekvenser hos den aktuella maskinen.

Rörande handskens vibrationsdämpning svarar åtta av nio med de högsta svarsalternativen (5 eller 6 = "Mycket bra"). Visserligen avger många av de maskiner som används en stor del av dagen frekvenser över 150 Hz (Tabell 2 och Bilaga 2) där betydande dämpning uppnås men handens vibrationssinne avtar starkt efter 300 Hz enligt ovan. För en högvarvig maskin, låt oss säga 50000 varv/minut som motsvarar en rotationsfrekvens om cirka 800 Hz, är känseln ganska dålig. Förmågan att uppfatta skillnader i vibrationsnivå, och därmed förmågan att självskatta handskens dämpande egenskaper, borde vara starkt begränsad för de mest högvarviga maskinerna.

Frekvensvägningen enligt vibrationsföreskriften (Figur 1) har stor betydelse för beräkningen av vibrationsnivån, frekvenser över 16 Hz dämpas bort allt mer och mer så handens vibrationssinne avspeglar alltså inte alls det uppmätta frekvensvägda värdet (Jämför Bilaga 5 och Figur 1). Däremot kommer många handskar att kraftigt dämpa höga frekvenser men det kan man varken känna eller mäta enligt mätstandarden i vibrationsföreskriften.

HALO- och Hawthorne-effekten

Vid användning av frågeformulär skall man vara medveten om den så kallade ”HALO-effekten”: Om försökspersonen av någon anledning är positiv, eller negativ, till handsken kan detta spilla över på självskattningen av vibrationsdämpningen. Även den så kallade ”Hawthorne-effekten” kan påverka svaret: De som deltog i undersökningen blev eventuellt mer positiva grund av att de fick uppmärksamhet och visades respekt. Det fanns dock ett visst mått av oberoende mellan de olika svaren på frågorna då man ser positiva bedömningar av vibrationsdämpning men även negativa bedömningar rörande komfort och funktion.

Kan de studerade maskinerna dämpas med handsken?

Hälften av maskinerna hade en rotationsfrekvens över 150 Hz och en viss vibrationsdämpning kan förväntas. De övriga hade en lägre frekvens och för dem kommer vibrationerna inte att dämpas nämnvärt (Bilaga 2). Handskens CE-certifiering skall dock garantera att förstärkning inte uppstår, vilket dessvärre kan förekomma hos en del vanliga arbetshandskar.

För exempelvis maskinen Ingersoll Rand PS 16/6.2 (Bilaga 3) med varvtalet 5400 varv/minut (rotationsfrekvens 90 Hz) och antagandet att handsken åtminstone dämpar som standarden kräver, kan endast en minskning på några procent förväntas: Hand/armvägd vibrationsnivå enligt vibrationsföreskriften uppmättes till $6,3 \text{ m/s}^2$ och en sänkning på 10 % skulle ge den beräknade nivån $5,7 \text{ m/s}^2$, som fortfarande är hög.

För de högvarviga maskinerna (Bilaga 2) blir dämpningen hög för frekvenser över 150 Hz. Men enligt vibrationsföreskriften blir sänkningen av den vägda nivån på en maskin som Biax SRD 3 (Bilaga 3) med varvtalet 55000 varv/minut (rotationsfrekvens 917 Hz) inte heller särskilt påtaglig, från uppmätt $1,4 \text{ m/s}^2$ till beräknade $1,1 \text{ m/s}^2$.

I föreskriften om vibrationer (AFS 2005:15) medges inte någon reduktion av dagsdosen när skydd används. För bullerexponering däremot, där liknande bestämmelser finns, får hörselskyddens dämpning beaktas vid jämförelse med gränsvärde (AFS 2005:16).

Andra vibrationsdämpande handskar

I denna rapport har endast en handskmodell undersökts och den kan ses som ett typfall. Det finns andra fabrikat av CE-certifierade vibrationsdämpande handskar som t ex CORSAIR och MAKITA. ErgoAir® har utvecklat en vibrationsdämpande handske enligt en delvis ny princip som bygger på förfinade dämpningselement.

Varför ger vibrationsdämpande handskar så lite skydd ?

Som framhållits i denna rapport, beaktar hand/arm-vägd exponering huvudsakligen vibrationer med frekvenser mellan 5 och 30 Hz. Med högre frekvenser avtar snabbt betydelsen. För att dämpa de låga frekvenserna skulle handsken behöva vara tung och tjock och därigenom inte praktisk att använda.

En annan aspekt är att kraven på vibrationsdämpning endast gäller handflatan. Det sägs inget om fingrarna, där skadorna vanligtvis uppkommer. Det förekommer till och med fingerlösa handskar som klarar kraven för att få kallas vibrationsdämpande! Således vet man inte vilken skyddsfaktor som handskarna har för överföring av vibrationer till fingrarna. I vissa situationer är dessutom kontakten med det vibrerande föremålet begränsad till enbart fingrarna.

Vidare ökar osäkerheten av handskarnas skydd genom att det anges som medelvärde över ett stort frekvensområde (100 – 1600 Hz). Som framgår av bilaga 4, så är det stora skillnader i handskars överföring vid dessa frekvenser, varför skyddet kan vara såväl högre som lägre än det utlovade beroende på kombinationen av vald handske och förekommande varvtal (vibrationsfrekvenser) på maskinen.

Rekommendation

Trots de begränsningar i skydd som CE-märkta skyddshandskar mot vibrationer har, kan vi ändå rekommendera en omdömesgill användning eftersom handskarna dämpar förmodat skadliga högfrekventa vibrationer, säkerställer att vibrationer inte förstärks och att händerna hålls varma vilket anses minska vibrationsutlösta besvär.

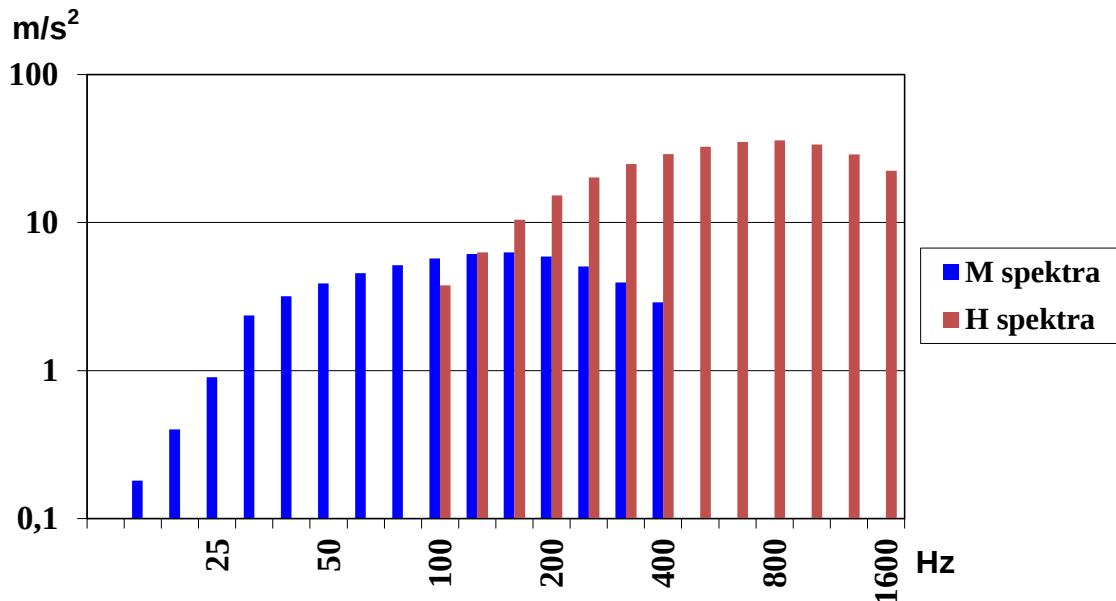
Så kallade ”vibrationsdämpande handskar” ger generellt sett ingen tillräcklig minskning av exponeringen. Detta framgår redan av texten i standarden för CE-certifiering av vibrationsdämpande handskar. Om skyddshandskar mot vibrationer handskar hade fungerat fullt ut hade vi förmodligen inte sett så många personer med vibrationsrelaterade besvär. Vibrationer med frekvenser under 150 Hz dämpas knappast alls vilket motsvarar maskiner med varvtal under 9000 varv/minut. Vanligt förekommande maskiner, till exempel slipmaskiner, arbetar vid dessa lägre frekvenser. Frekvenser över 150 Hz dämpas till viss utsträckning, här förekommer maskiner med högre varvtal som många slipmaskiner. Men även slående maskiner, till exempel mejselhammare och mutterdragare, avger högfrekventa vibrationer. Denna dämpning är gynnsam eftersom högfrekventa vibrationer anses kunna ge besvär men kunskapen här är begränsad. Trots den gynnsamma effekten, minskar handskarna inte uppmätt vibrationsnivånämnevärt eftersom frekvenser över 150 Hz är undertryckta enligt gällande mätstandard i vibrationsföreskriften. Det är också värt att notera att handens förmåga att känna vibrationer är låg vid de frekvenser där handskarnas dämpning är hög.

Det hade varit önskvärt att CE-certifieringen av ”vibrationsdämpande handskar” varit mer detaljerad och redovisat dämpningen vid specifika frekvenser – detta hade underlättat det omdömesgilla valet av rätt handske för en arbetssituation där man känner till varvtal eller vibrationsfrekvenser. Det hade också varit önskvärt att CE-certifieringen även omfattat vibrationsskyddet för fingrarna eftersom dessa exponeras i många arbetssituationer.

Bilagor

Bilaga 1. Mätstandard för handskars vibrationsöverföring.

Från ISO 10819:1996, ”Mekanisk vibration och stöt – Hand-armvibration – Metod för mätningen och utvärdering av handskars vibrationsöverföring på handflatan”.



Vibrationsnivåer i tersband för testfrekvenser för frekvensområden M respektive H.
Nivåerna motsvarar 3,4 respektive 3,3 m/s² hand/arm-vägt (16,7 respektive 92,2 m/s² ovägt)

Kvoten (Transmission Ratio, TR) mellan transmissionen mellan ”hand med handske” och ”hand utan handske” utgör dämpningen. Matarkraften skall vara 50N.

I kriterier för att få kallas vibrationsdämpande handske sägs:

”En handske skall inte anses som en ”antivibrationshandske” enligt denna Standard om den inte fullgör båda kriterierna: $TR_M < 1,0$ och $TR_H < 0.6$

NOTERA: Uppfyllelsen av dessa kriterier innebär inte att bruket av sådana handskar tar bort risken med vibrationsexponering.”

Bilaga 2.

Roterande fräs- och slipmaskiner och typiska användningstider

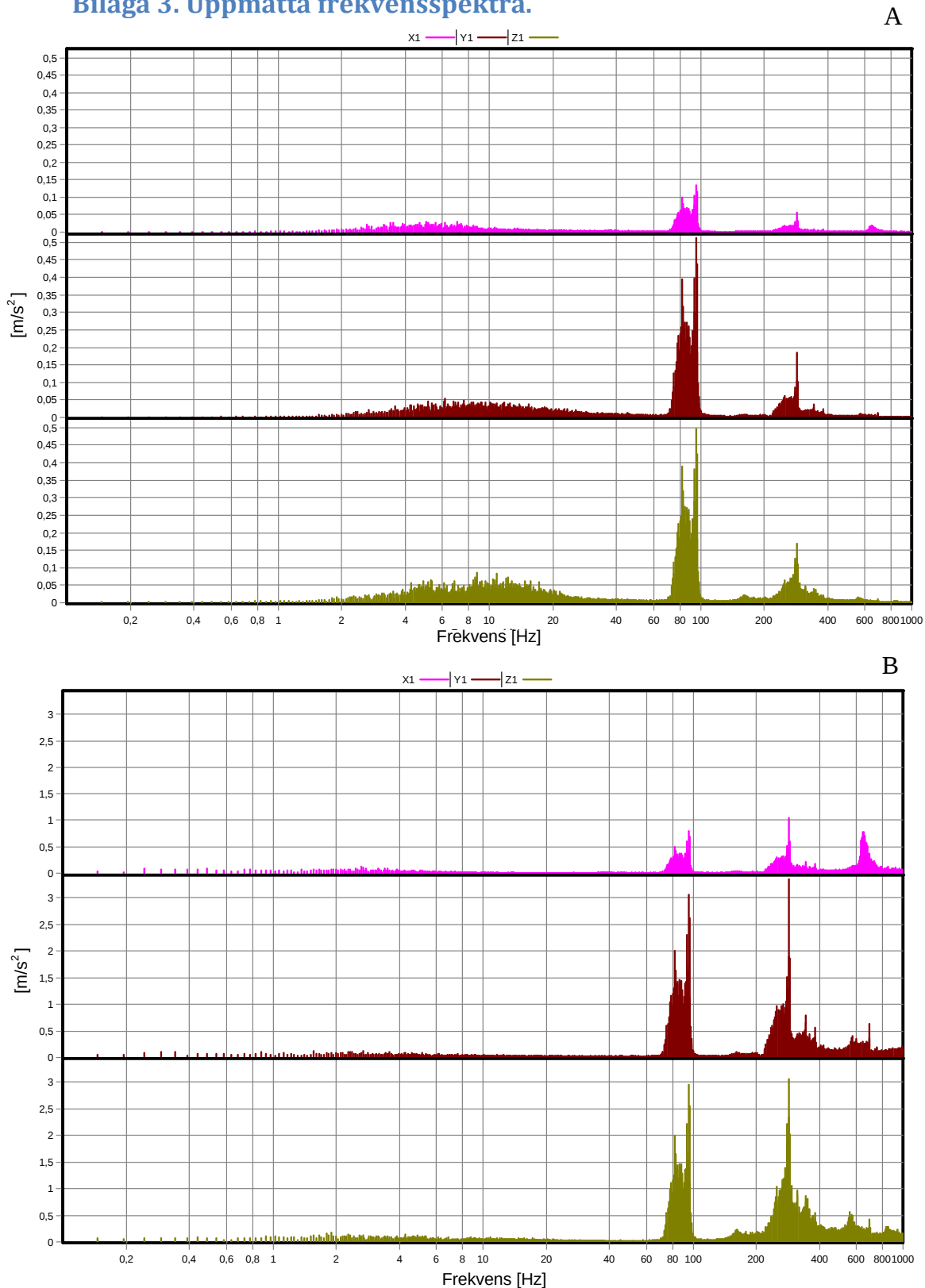
– exempel på maskinparken för en användare ordnade efter användningstid.

Fabrikat	Modell	Typ	Varv/minut. (Rotations- frekvens)	Typisk tid de dagar den används
Biax*	TVD 3 - 100/2	Rak, flamformad fräs.	100 000 (1667 Hz) **	2-4 timmar
Dotco*	MDL 10 R 9000 - 03	Rak, flamformad fräs.	100 000 (1667 Hz) **	2-4 timmar
Uryu	UG 25 NA	Rak, slipskiva ø 40 mm	25 000 (417 Hz) **	1-2 timmar
Ingersoll Rand*	Size 5 LJ 1	Rak, plastborste	4 900 (82 Hz)	1-2 timmar
Ingersoll Rand*	PS 16/6.2 W 107 F 212545	plastborste	5 400 (90 Hz)	1-2 timmar
Ingersoll Rand*	PS 16/6.2 W 106 C 183008	plastborste	5 400 (90 Hz)	1-2 timmar
Atlas Copco*	LBB 24 S 04 5 B	Rak, plastborste	4 500 (75 Hz)	1-2 timmar
Ingersoll Rand	Cyclone CD 200	Rak, rondell ø 15 mm	18 000 (300 Hz) **	1-2 timmar
Biax*	SRD 3 - 55/2	Rak	55 000 (917 Hz) **	0,5-1 timmar
UHT	Mag-121 n	Rak	55 000 (917 Hz) **	0,5-1 timmar
Atlas Copco	LSF 12	Rak, rondell ø 15 mm	27 000 (450 Hz) **	0,5-1 timmar
Ushio	–	Rak	65 000 (1083 Hz) **	0,5-1 timmar
Atlas Copco	–	Pistol	500 (8 Hz)	0,5 timmar
Ingersoll Rand	–	Pistol	500 (8 Hz)	0,5 timmar
Atlas Copco	–	Vinkel	1 000 (17 Hz)	0,5 timmar
Biax	–	Vinkel	500 (8 Hz)	0,5 timmar

* Maskin som omfattades av vibrationsmätningarna.

** Viss vibrationsdämpning kan förväntas av handskarna vid denna höga frekvens.

Bilaga 3. Uppmätta frekvensspektra.



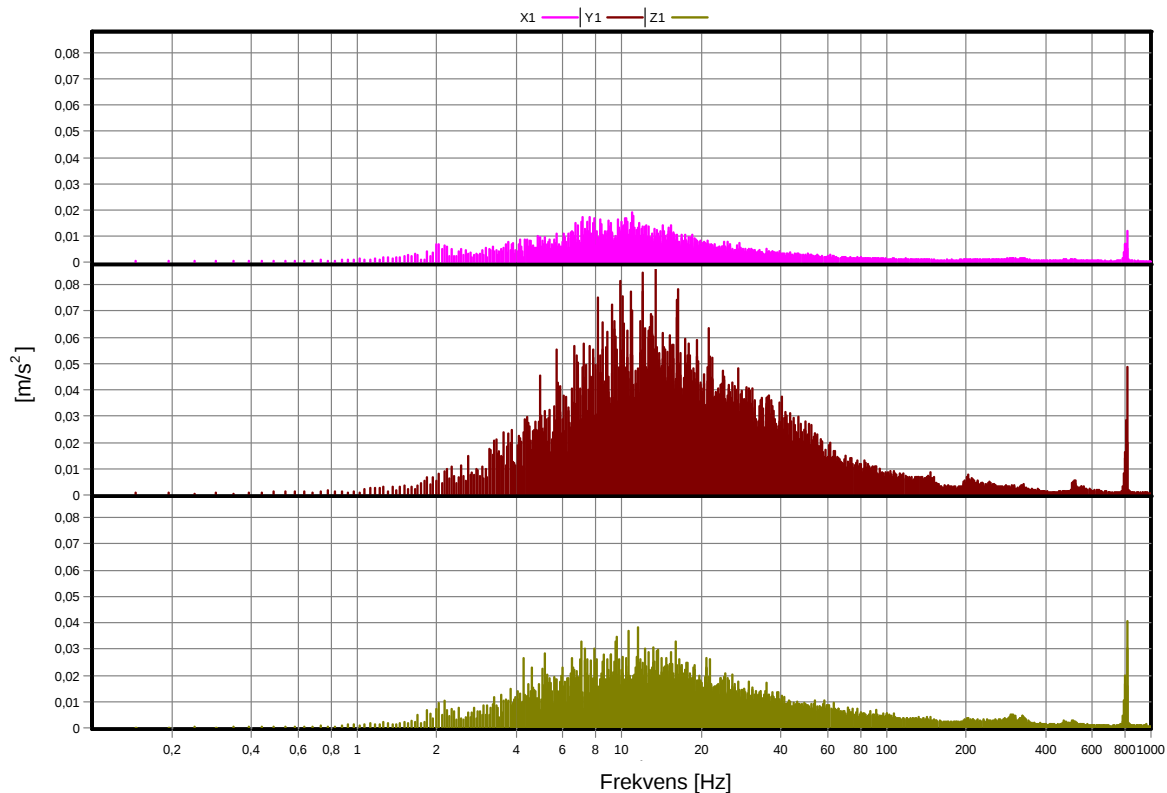
Figur 1. Maskin med lägre varvtal. Frekvensspektra för Ingersoll Rand PS 16/6.2, W 107 F, 5400 varv/minut (90 Hz), borstar klackar.

Hand/arm-vägning enligt ISO 5349 (A) respektive ovägt (B).

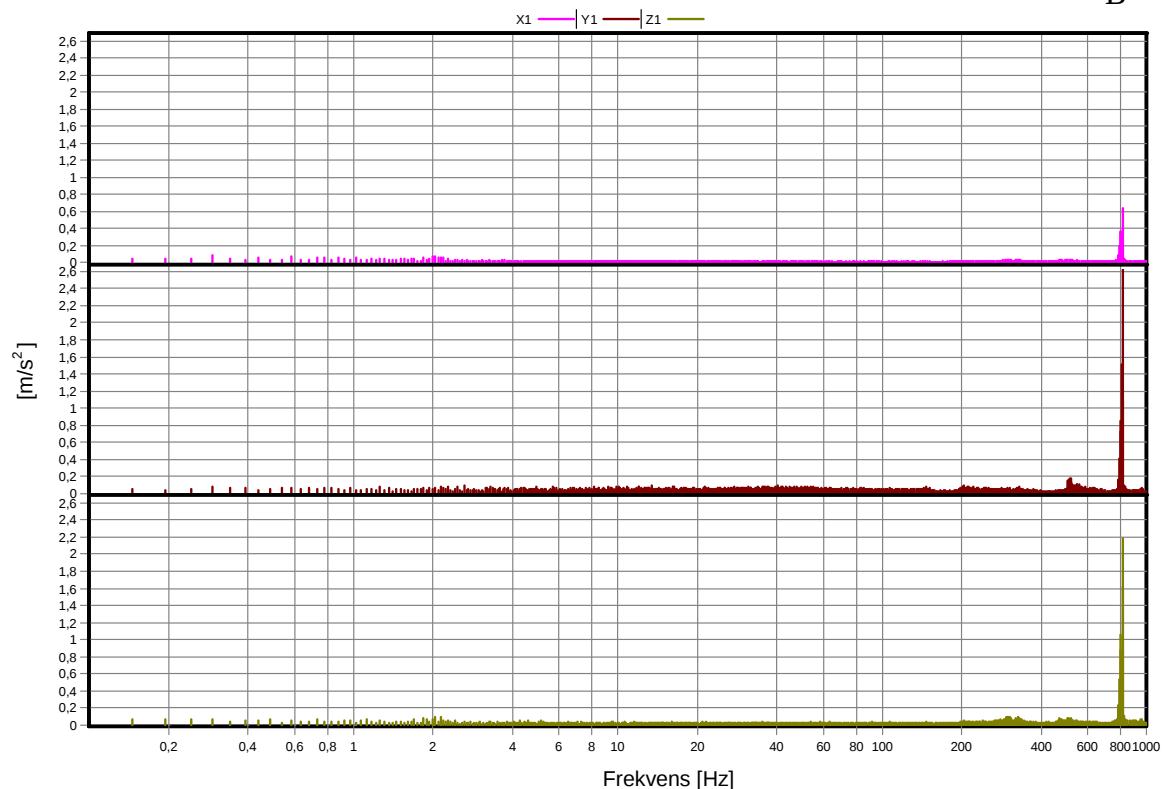
Man ser att rotationsfrekvensen (cirka 90 Hz) dominerar det vägda spektret.

Observera olika nivåskalar på y-axeln.

A



B

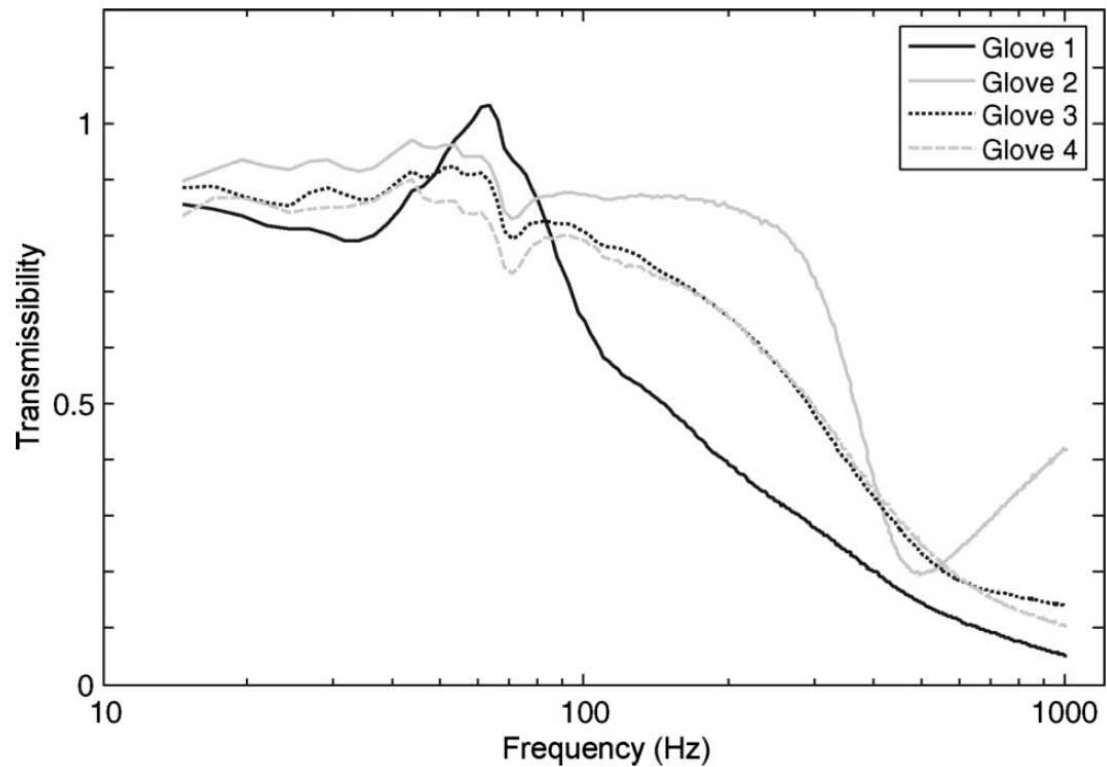


Figur 2. Maskin med högre varvtal. Skillnader i frekvensspektra mellan hand/arm-vägd (A) och ovägd (B) nivå för Biax SRD 3 - 55/2 med varvtalet 55 000 varv/minut (917 Hz).

Man ser att rotationsfrekvensen (strax under 917 Hz) dominerar det ovägda spektret men att lägre frekvenser framträder i det vägda.

Observera olika nivåskalar på y-axeln.

Bilaga 4. Vibrationsöverföring för fyra dämpande handskar.

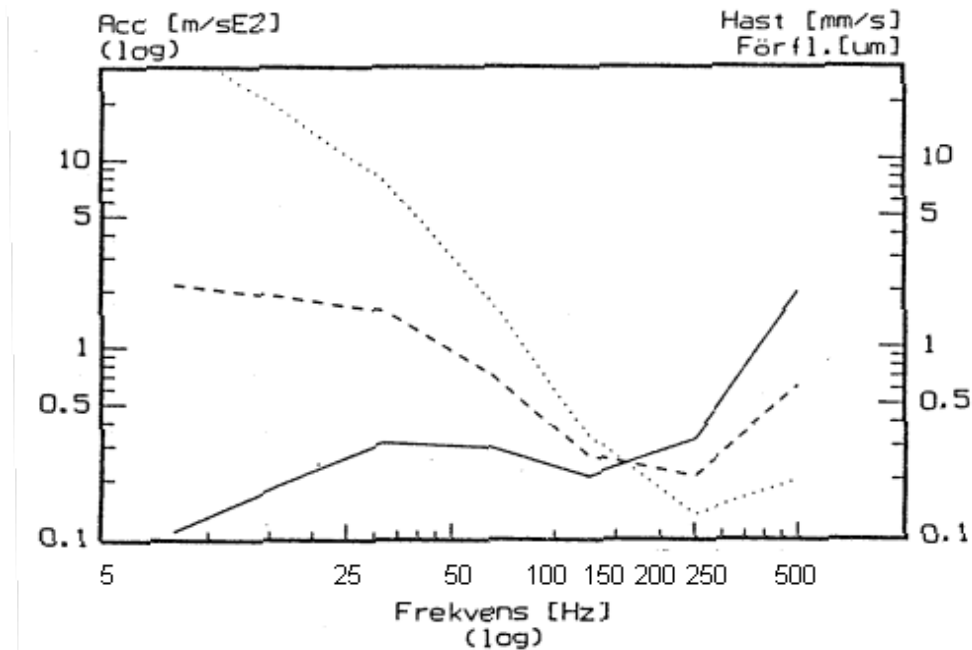


Vibrationsöverföring för fyra olika "full finger"-handskar vid matningskraft 50N, beroende av frekvensen (Ur Laszlo och Griffin, 2011).

Dämpning av vibrationer föreligger då vibrationsöverföringen (Transmissibility) är mindre än 1,0 och den minskar oftast med högre frekvenser.

Bilaga 5. Handens perceptions-tröskel.

Man kan välja att beskriva vibration som acceleration (m/s^2), hastighet (mm/s) eller förflyttning (μm). Frekvensdiagrammet nedan för perceptions-tröskeln kommer då att få helt olika utseende därför att kurvornas lutning förändras.



Taktilometri, samma vibrationsdata men olika Y-axelmått.

Handens perceptions-tröskel vid olika frekvenser visat för — acceleration (m/s^2),

--- hastighet (mm/s) eller förflyttning (μm)

Vid högre frekvenser ökar perceptions-tröskeln, dvs förmågan att känna vibrationer avtar.

(Per Jonsson, 1995. Data ur Lundström m fl, Arbete & Hälsa 1990:24, sida 17, tabell 4).

Svaret på vid vilken frekvens handen är känsligast beror alltså på om det är acceleration (m/s^2), hastighet (mm/s) eller förflyttning (μm) som efterfrågas eftersom kurvornas minima förskjuts i frekvens. Man ser i diagrammet att handens förmåga att uppfatta vibration varierar med frekvensen och känsligheten för acceleration är hög kring 125 Hz.

Referenser

2002/44/EG Europaparlamentets och rådet direktiv av den 25 juni 2002 om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (vibrationer) i arbetslivet (sextonde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG).

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:177:0013:0019:SV:PDF>

AFS 1996:7 Utförande av personlig skyddsutrustning

www.av.se/dokument/afs/AFS1996_07.pdf

AFS 2005:15 Vibrationer. Arbetsmiljöverkets författningssamling.

www.av.se/dokument/afs/AFS2005_15.pdf

AFS 2005:6 Medicinska kontroller i arbetslivet. Arbetsmiljöverkets författningssamling.

www.av.se/dokument/afs/AFS2005_06.pdf

AFS 2005:16 Buller. Arbetsmiljöverkets författningssamling.

http://www.av.se/dokument/afs/AFS2005_16.pdf

Arbetsmiljöstatistik, Rapport 2010:3 Arbetsmiljön 2009. Arbetsmiljöverket.

www.av.se/dokument/statistik/officiell_stat/ARB MIL2009.pdf

Arbetsmiljöstatistik, Rapport 2010:4 Arbetsorsakade besvär 2010. Arbetsmiljöverket.

www.av.se/dokument/statistik/officiell_stat/ARBORS2010.pdf

Arbetsmiljöstatistik, Rapport 2011:1 Arbetsskador 2010. Arbetsmiljöverket.

www.av.se/dokument/statistik/officiell_stat/STAT2011_01.pdf

ISPESL, Italiensk databas för vibrationer.

Guidelines, paragraph 5. Assessment Follow-Up

www.ispesl.it/vibrationdatabase/lineeguida.asp?lang=en

Laszlo, Helga E. and Griffin, Michael J. (2011) 'The transmission of vibration through gloves: effects of push force, vibration magnitude and inter-subject variability', *Ergonomics*, 54: 5, 488 - 496 DOI: 10.1080/00140139.2011.562984

Lundström, Ronnie m fl. "Vibrationer i handverktyg". Frekvensspektrum slip maskiner: Bilaga 4, 16, 23, 24, 25, 26, 33A, 45. Högvarviga: Bilaga 44 - 47 & 98 - 100. Arbetsmiljöinstitutets Undersökningsrapport 1984:24.

Lundström, R., Strömberg, T., Lundborg, G.

"Taktilemetri för diagnostik av sensoriska neuropatier: sammanställning av referenströklar". s 17, tab 4, *Arbete och Hälsa* 1990:24. Arbetsmiljöinstitutet, Solna.

Lundström R, Strömberg T, Lundborg G. Vibrotactile perception threshold measurements for diagnosis of sensory neuropathy. Description of a reference population. *Int Arch Occup Environ Health*, 1992, 64(3):201-7.

Per Jonsson, AMM. Skandinaviska Vibrationsföreningen, SVIB-nytt, nr 3, 1995.
Gamla nummer av SVIB Nytt kan beställas från kansliet: svib.ntab@tele2.se,
<http://www.svib.se>

Pia Rehfisch, med dr, ST-läkare Robert Wålinder, med dr, överläkare båda vid Arbets- och miljömedicinska kliniken, Akademiska sjukhuset, Uppsala. ABC om Vibrationsskador. Läkartidningen nr 7, 2009. PMID: 19350771

ISO 10819:1996, Mechanical vibration and shock – Hand-arm vibration – Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand. SIS Förlag AB, Stockholm.

SS-EN-ISO 5349:1 Vibration och stöt – Mätning och bedömning av vibrationer som överförs till handen – Del 1: Allmänna riktlinjer. SIS Förlag AB, Stockholm.

SS-EN-ISO 5349:2 Vibration och stöt – Mätning och bedömning av vibrationer som överförs till handen – Del 2: Praktiska riktlinjer för mätning vid arbetsplats. SIS Förlag AB, Stockholm.