



Noll vibrationsskador och Vibrationsstandarden ISO 5349

Hans Lindell
RISE

Svemin Luleå 2020-02-12

Fakta om RISE-koncernen

- Finns över hela Sverige – och lite till.
- Ursprunget är ca 30 forskningsinstitut som gått ihop.
- 2 700 medarbetare
- Omsatte 2018 cirka 3 miljarder SEK.
- En stor del av kunderna är små- och medelstora företag som står för ca 30 procent av omsättningen.



Projektet: Noll Vibrationsskador

- Projektid: nov 2014 – aug 2020
- Budget: 20 MKr samt 40 MKr från deltagande företag
- Finansierat av Vinnova inom programmet
Utmaningsdriven Innovation



Projektets motto:

Maskiner behöver inte vibrera och skada människor!

Samhällsutmaning: Vibrationsskador

- 400 000 personer i Sverige utsätts dagligen mer än två timmar

Skador på:

1. Kärn
2. Nerver
3. Muskel/skelett

Ger upphov till:

- Smärta/stickningar
- Nedsatt finmotorik
- Nedsatt temperaturkänslighet
- Nedsatt muskelkontroll

Leder till:

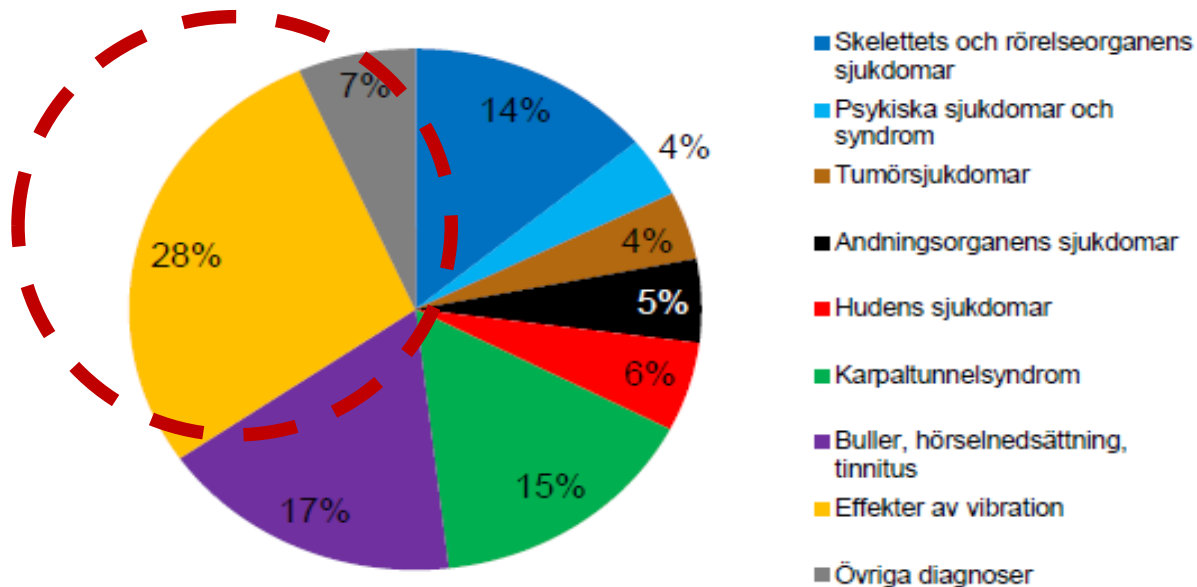
- Personligt lidande
- Omplaceringar
- Sjukskrivning



Vibrationsskador

AFA Arbetsskaderapport 2016

Godkända arbetssjukdomar 2013 och 2014



Projektmedlemmar och referensgrupp

Maskintillverkare



Maskinanvändare



SKANSKA



BETONGHÅLTAGNING

Forskningsaktörer

RI
SE



Sahlgrenska akademien
VID GÖTEBORGS UNIVERSITET

CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



MALMÖ HÖGSKOLA

Lagstiftning



ARBETSMILJÖ
VERKET

Arbetsmarknadens parter



TRANSPORTFÖRETAGEN



IFMETALL



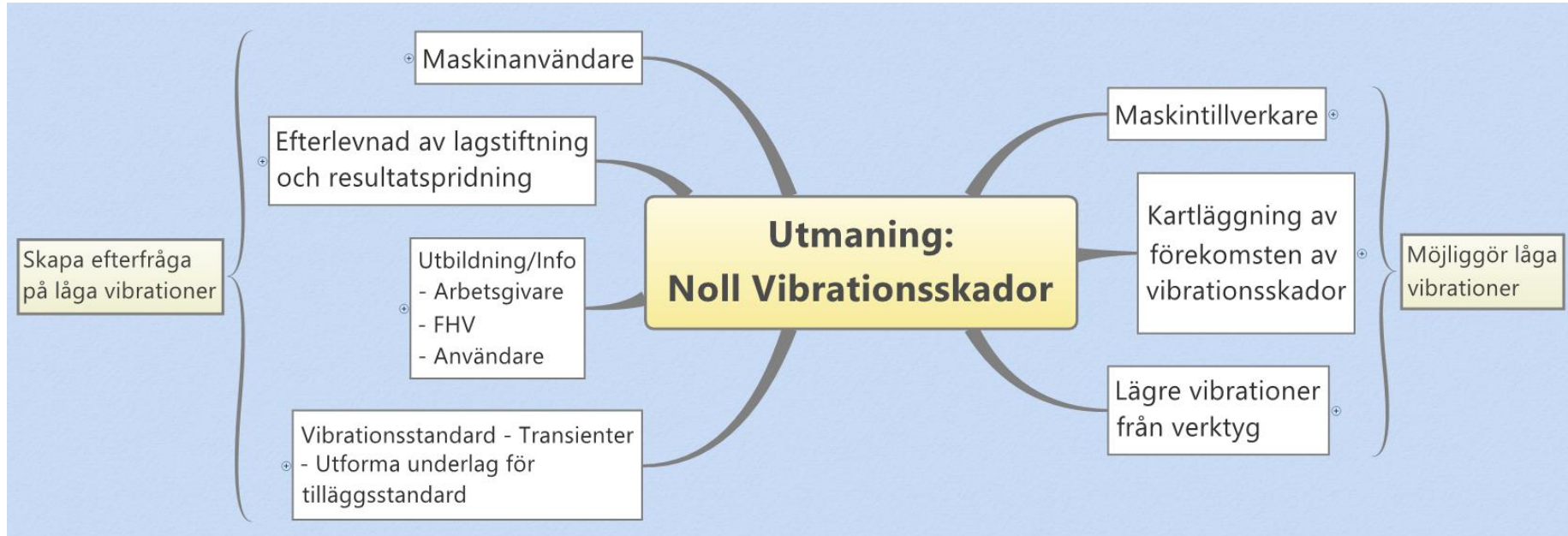
BYGGNADS



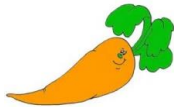
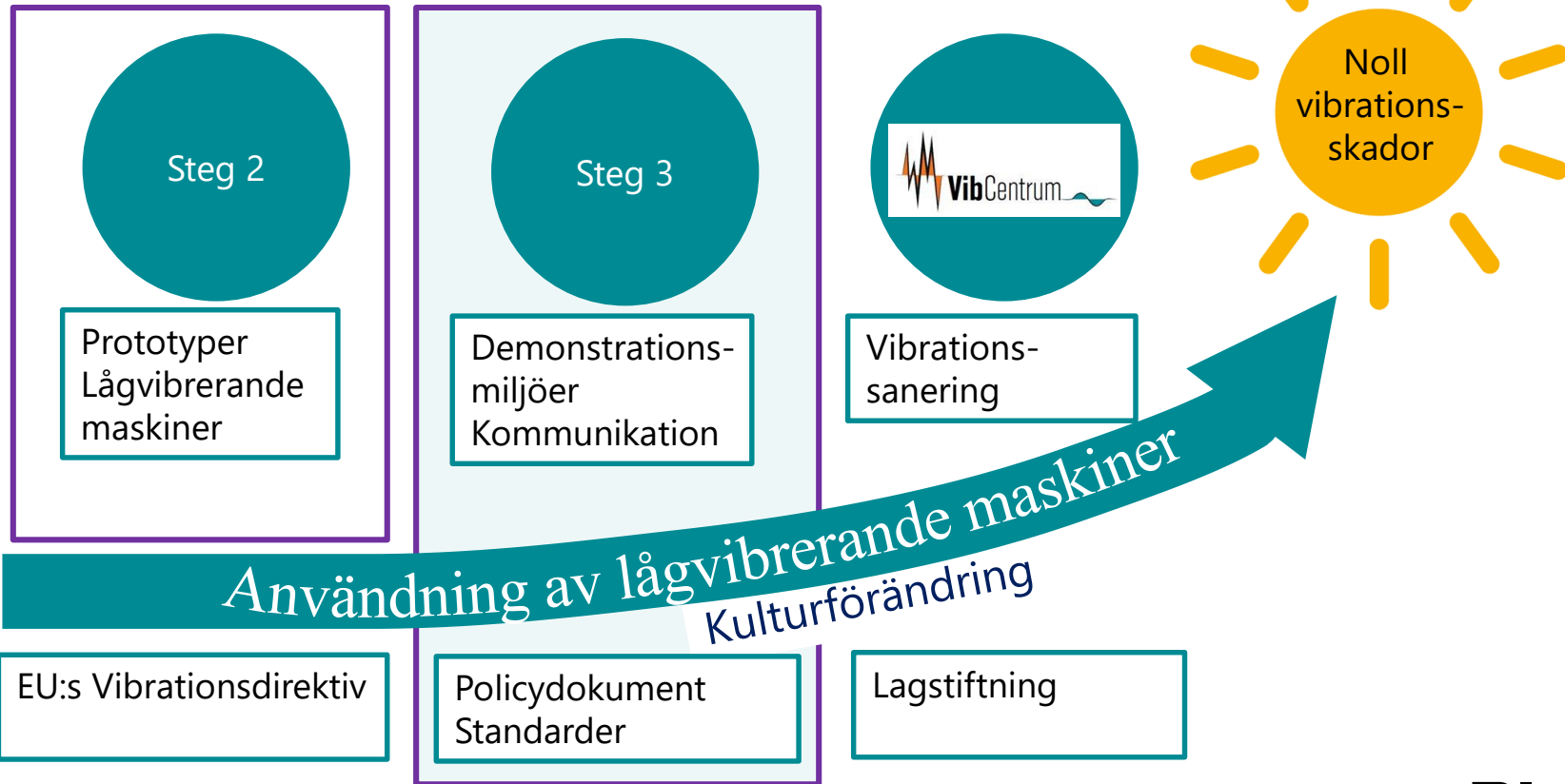
Teknikföretagen

RI
SE

Projektets struktur



Noll vibrationsskador



Vibrationer ↔ ISO 5349

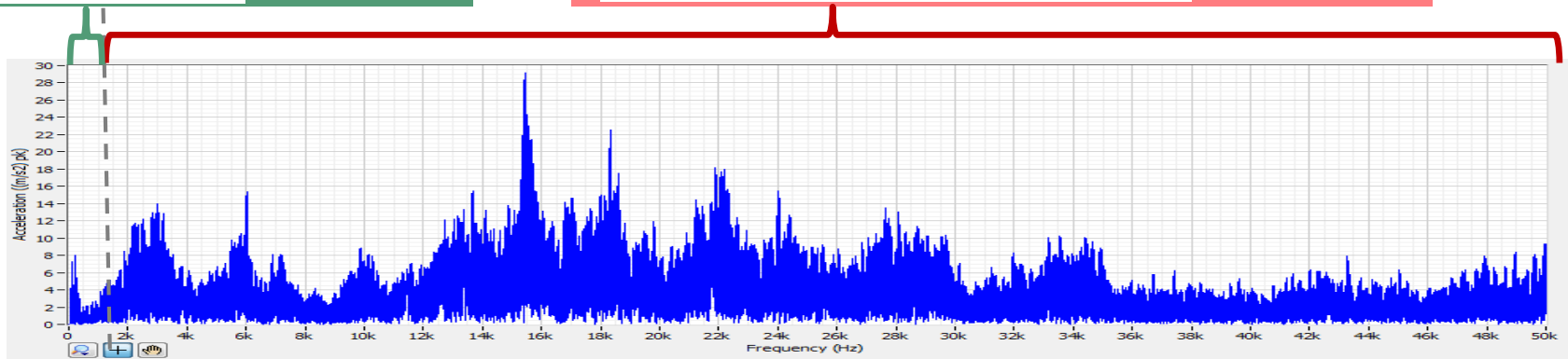
- ISO-vibrationer → Påvisad skadlighet. Regleras av lagstiftning → **OK**
- Högfrekventa → Påvisad skadlighet → Tilläggstandard behövs för lagstiftning
→ **Försiktighetsprincipen till dess**

Hanteras av ISO 5349

"ISO-vibrationer"

Försiktighetsprincipen

Högfrekventa, transienta vibrationer



Tandläkarborr

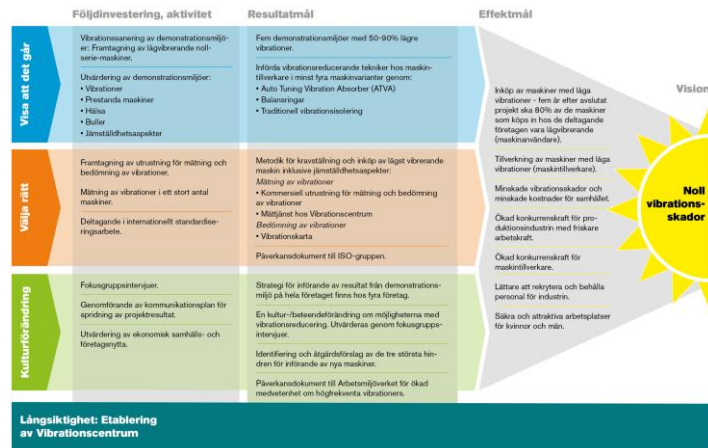
Noll Vibrationsskador - effektlogik

Visa att det går!

Välja rätt

Kulturförändring

Maskiner behöver inte vibrera och skada människor!



Visa att det går!

Vibrationssanerade industriella demonstrationsmiljöer

Prototypresultat från Steg 2

<u>Maskin</u>	<u>Reduktion</u>
Mothåll	-98 % (HFV)
Slagghacka	-95 % (HFV)
Mejselmaskin	-85 % (HFV)
Mutterdragare	-90 % (HFV)
Stamp	-75 % (ISO)
Borrmaskin	-82 % (ISO)
Lövblåsare	-88 % (ISO)



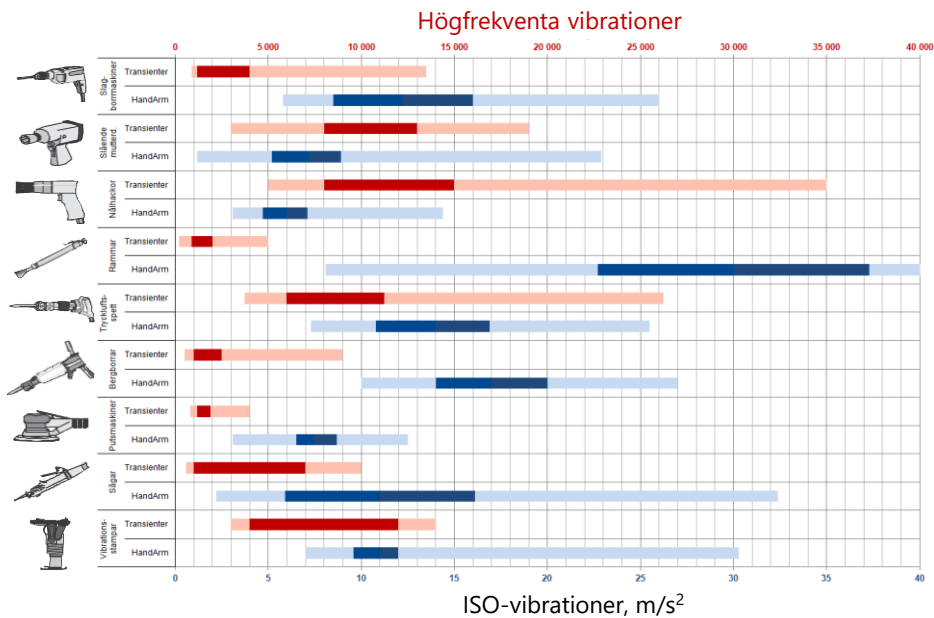
Demonstrationsmiljöer

Demonstrations- miljö	Beskrivning	Maskin- användare	Maskin- tillverkare	Maskin
D1 Fordonsindustri	Monteringslina	Volvo CE, Finnveden,	CP, RISE IVF	Mutterdragare, mothåll
	Bilverkstad	Bilia		Mutterdragare
D2 Byggarbetsplats	Arbetsgrupper på byggen	Skanska, NCC	Swepac	Vibroplatta/stamp
		Betonghåltagning i Göteborg	Extern	Tigersåg
D3 Gjuteri	Gjutgoodsrenseri	Xylem	Atlas Copco	Mejselhacka
	Pulvertillverkning	Höganäs		Stamp
D4 Stenindustrin	Stenbrott; Ävja och Emmaboda	Swimpex, Benders	Atlas Copco	Borr-/mejselmaskin
D5 Tandvård	Tandvård	Futurumkliniken	Extern	Tandvårdsmaskiner



Välja rätt

Vibrationskarta



Mätutrustning/tjänst



Vibrationsmätning vid höga frekvenser

- MEMS-givare öppnar nya möjligheter

Accelerometer: PCB 3501A2060KG

Max acc: 600 000 m/s²

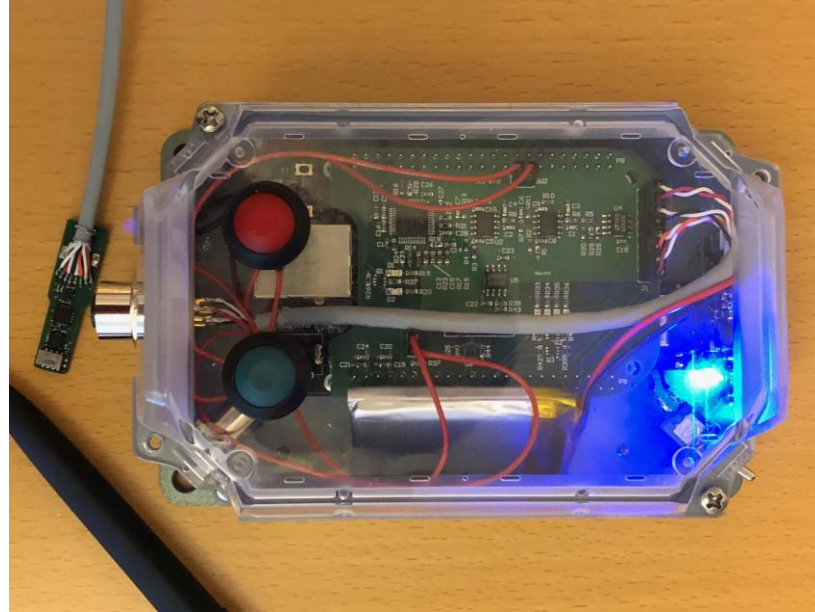
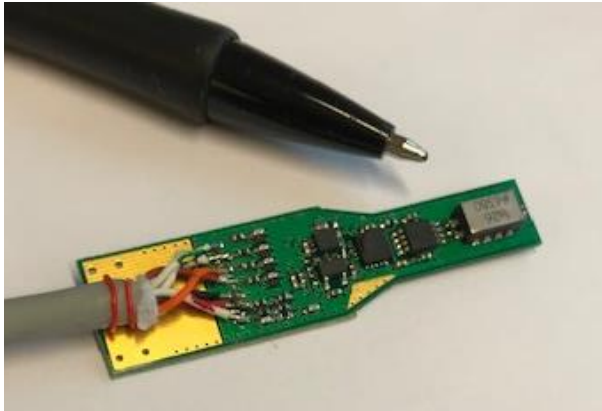
Vikt: 0.15 gram (0.04 gram)

Frekvens: Möjliggör mätning upp till 50 kHz

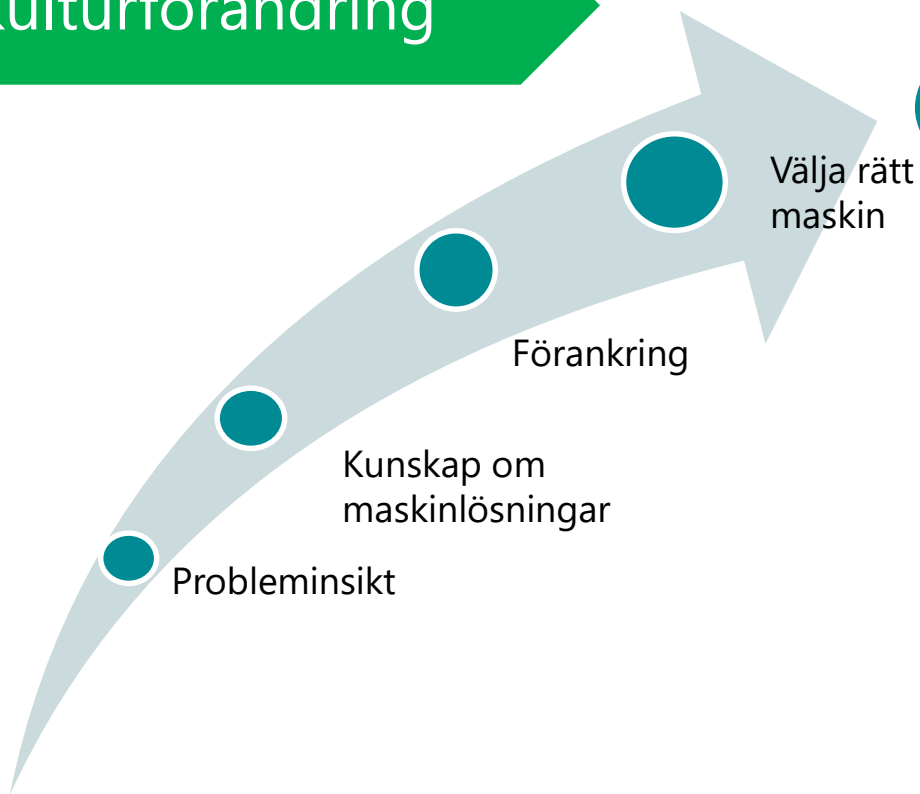
Fastsättning: Häftmassa fungerar upp till 50 kHz



Nyutvecklad teknik för Vibrationsmätning vid höga frekvenser



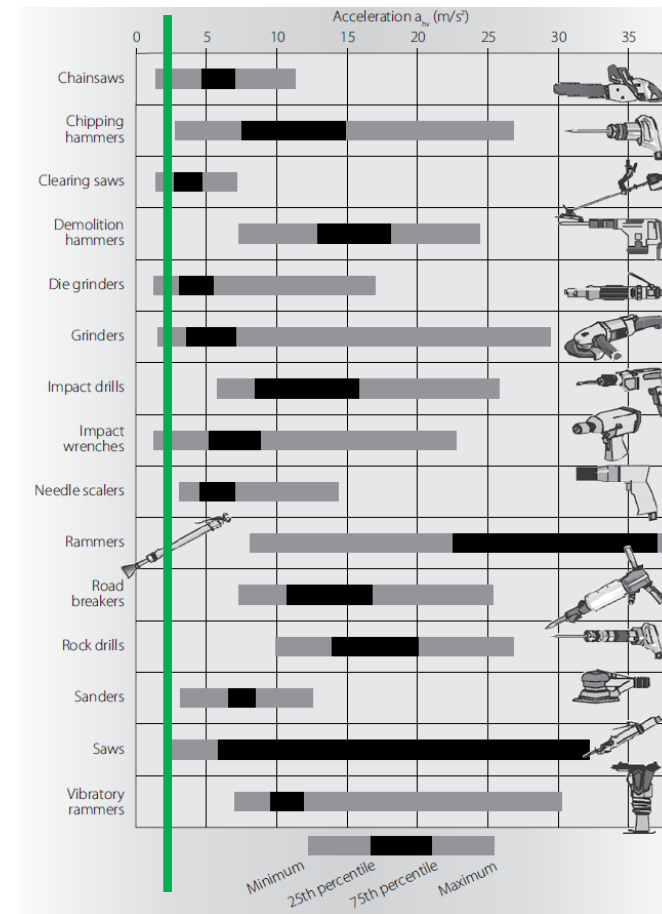
Kulturförändring



Vibrationsskadorna minskar
genom att rätt maskiner
efterfrågas och väljs

Problemet Vibrationer hos maskiner

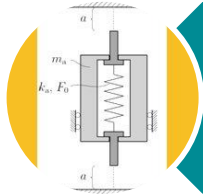
European Risk Observatory Report
(2008)



Metoder att reducera vibrationer i maskiner



Balansringar



AutoTuning Vibration Absorber (ATVA)



Traditionella tekniker

- Isolering
- Nya koncept

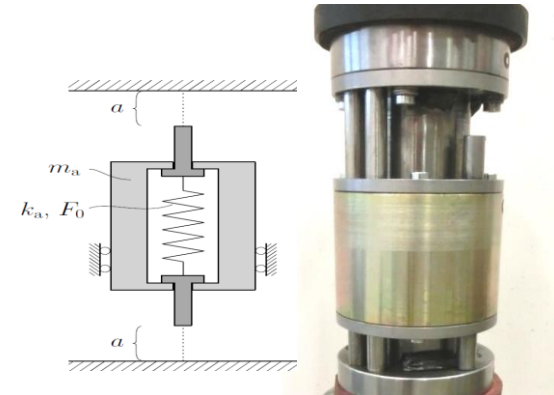
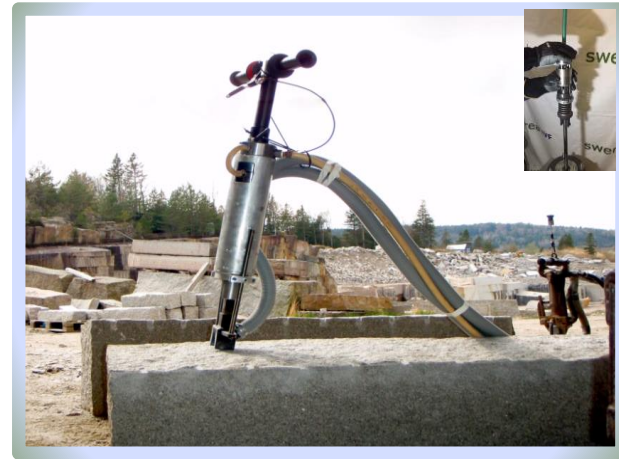
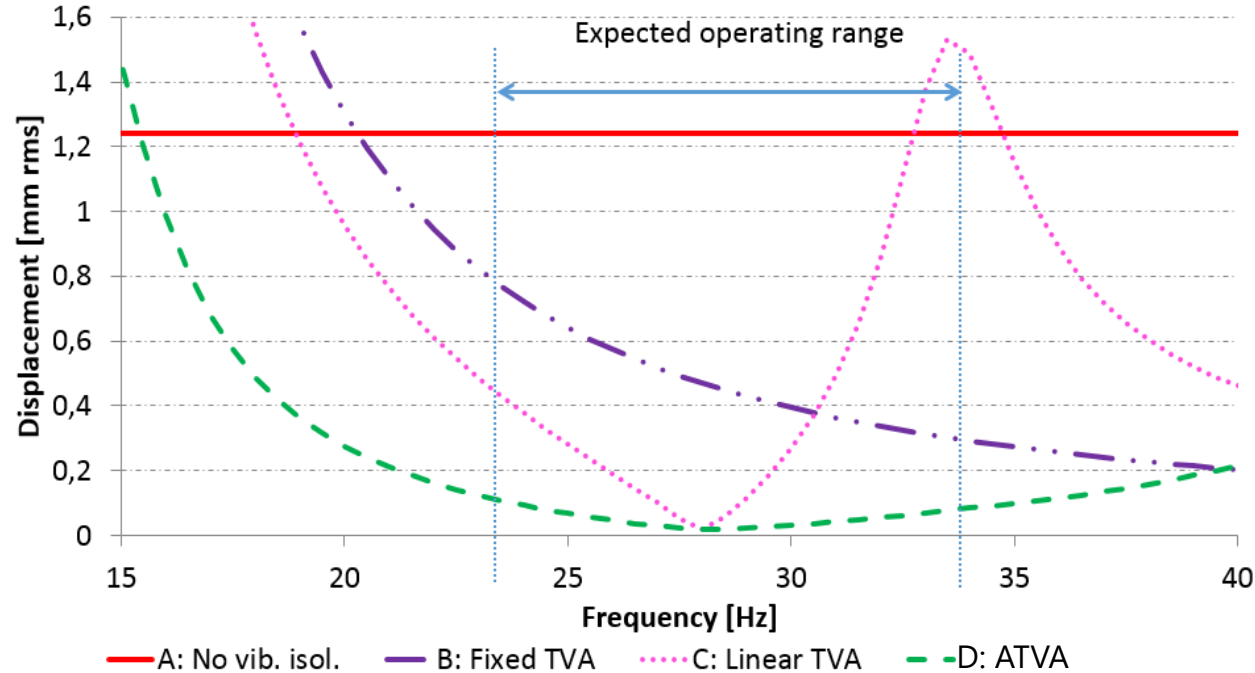


Roterande och förbränningsmotordrivna maskiner

- Balansring eliminerar obalanser
- Välj rätt konstruktionskoncept



ATVA-dämpare (AutoTuning Vibration Absorber) Mejselmaskin



Maskiner i projektet

Borrmaskin



Tandvårdsverktyg



Mutterdragare - stor
Mutterdragare - liten



Mothåll
mutterdragare



Vibroplatta



Slagghacka



Mejselmaskin



Tigersåg



Stamp



Stamp

- Infört ATVA-dämpare
- ATVA ger 16 m/s^2 istället för $ca 34 \text{ m/s}^2$
- ATVA + ny handtagsupphängning $ca 6 \text{ m/s}^2$



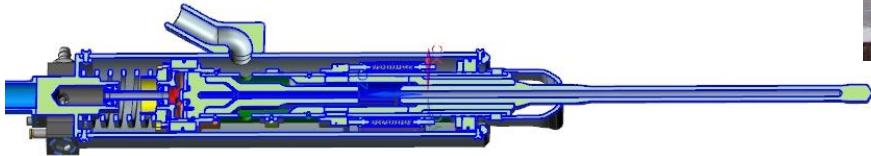
Mejselmaskin

- Infört ATVA-dämpare
- Vibrationer $2,7 \text{ m/s}^2$, (20 m/s^2 befintlig)
- Halverad vikt
- Effektivare dammsug
- Bättre ergonomi



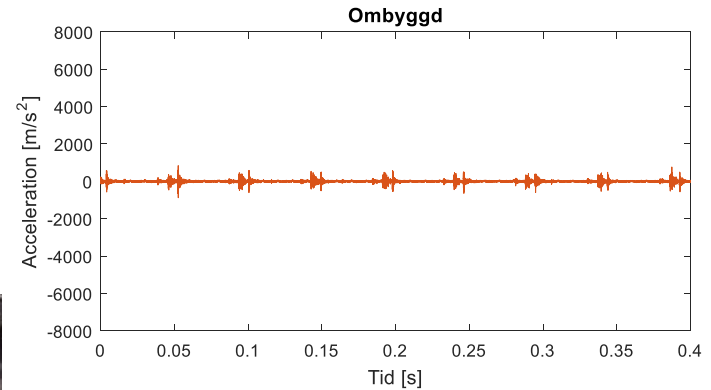
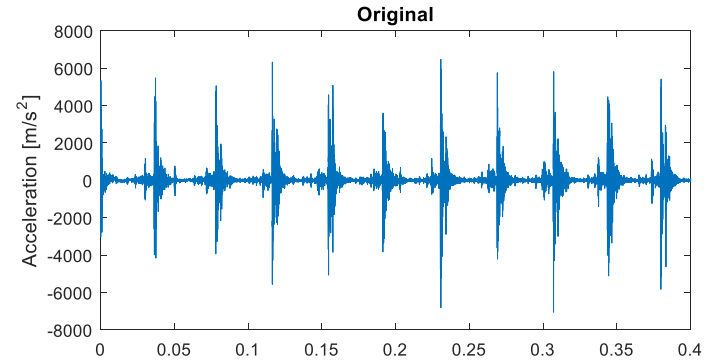
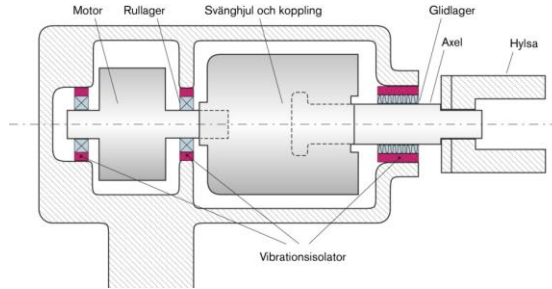
Borrmaskin

- Infört ATVA-dämpare och justerbart handtag
- Nya maskinen ger 3 m/s^2 istället för ca 18 m/s^2



Mutterdragare: CP-734

Transient reduktion: 7 000 => 800 m/s²
ISO 5348 vibration: Likvärdig 4,5 m/s²



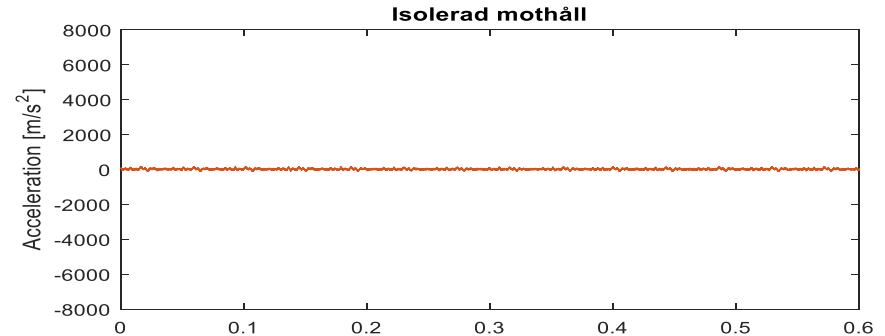
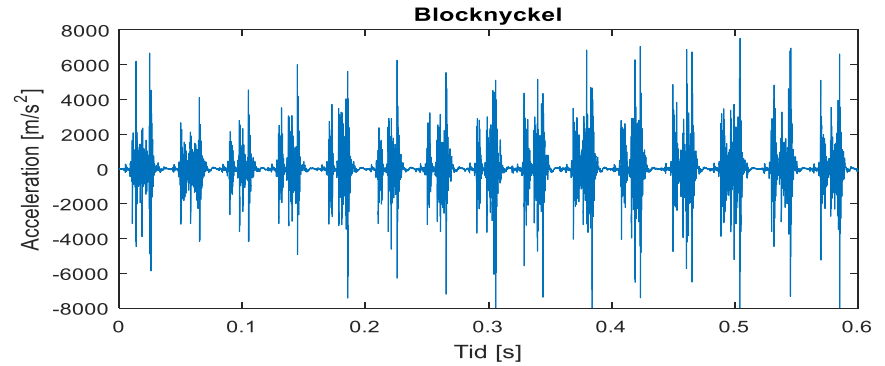
Vibrationsisolerad mothållsnyckel och mutterdragare



Transient reduktion: 8 000 => 150 m/s²
ISO 5349 reduktion: 13 => 6 m/s²



Transient reduktion: 2000 => 700 m/s²
ISO 5349: Oförändrad

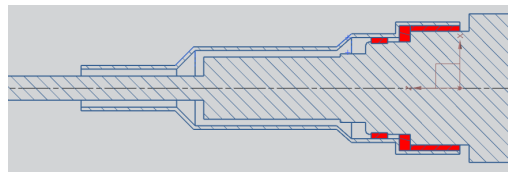
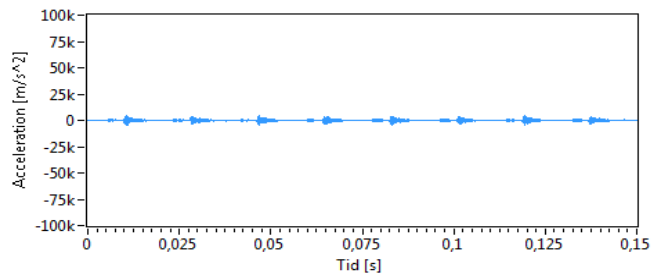
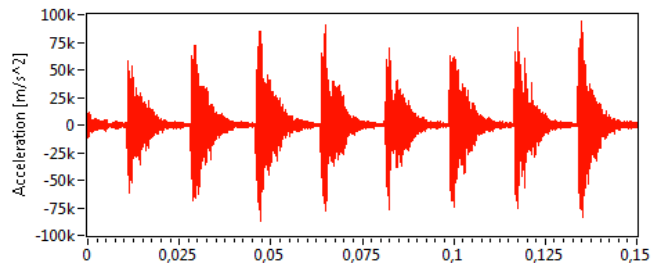


Slagghacka

Höga vibrationer både i maskin och framförallt i "vibrationsisolerade" höljet

Resultat hylshölje:

Transient reduktion: från 80 000 m/s² till 4 000 m/s²

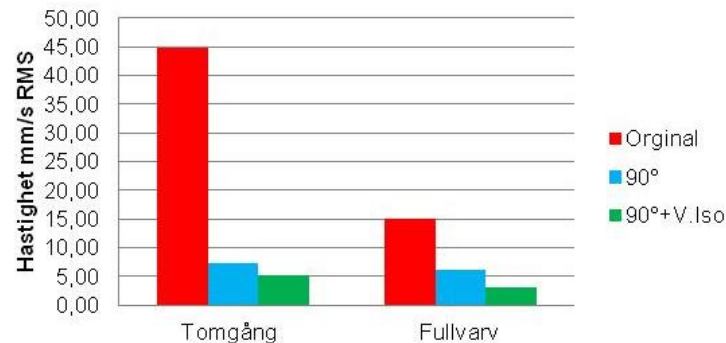


Lövblås

- Höga vibrationer i ryggen framförallt vid tomgång
 - Vertikala vibrationer dominerar
- Åtgärder
 - Tiltat motorn 90 grader
 - Optimerad vibrationsisoleringen

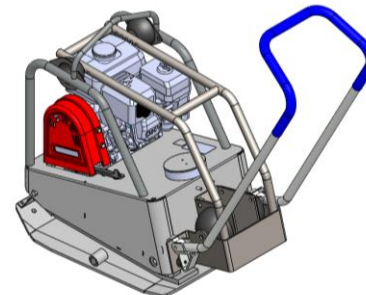
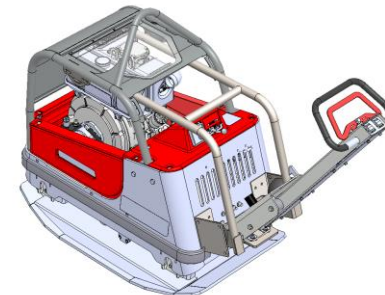
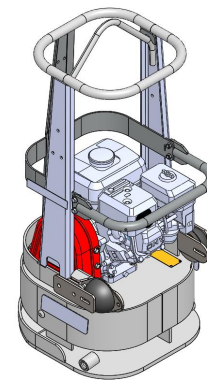


Nacke vertikalt

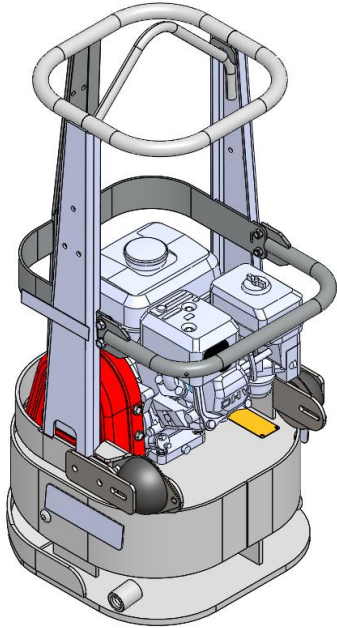


Byggindustrin

- SKANSKA, Borås
- NCC
- Betonghåltagning i Göteborg



Swepac rundpadda



	SWEPAC FR85		
Förhållande	original	Ombyggd isolatorer	Reduktion (ISO)
Medel fast grus	11,14	5,50	-51%
Medel löst grus	3,98	1,74	-56%

Tandvård

- Futurumkliniken Malmö
- Lågvibrerande borrar och slipmaskiner
- Vibrationsmätningar utförda



Vibrationscentrum startas

- Ansvarig: RISE IVF
- Medlemsavgift
- Målgrupp: alla företag och parter som berörs av vibrationsskador i arbetslivet
- Syfte: att säkerställa att verksamheten och drivet från projektet fortsätter efter projektslut



Planerad verksamhet

Tjänster

- Vibrationsåtgärder för maskiner
- Vibrationssanering på företag
- Vibrationsmätning maskiner
- Utbildning

Nätverk: seminarier för kompetensuppbyggnad och informationsspridning

- Lagstiftning och regelverk
- Samverkan med andra aktörer på området

Forskningsprojekt, t ex

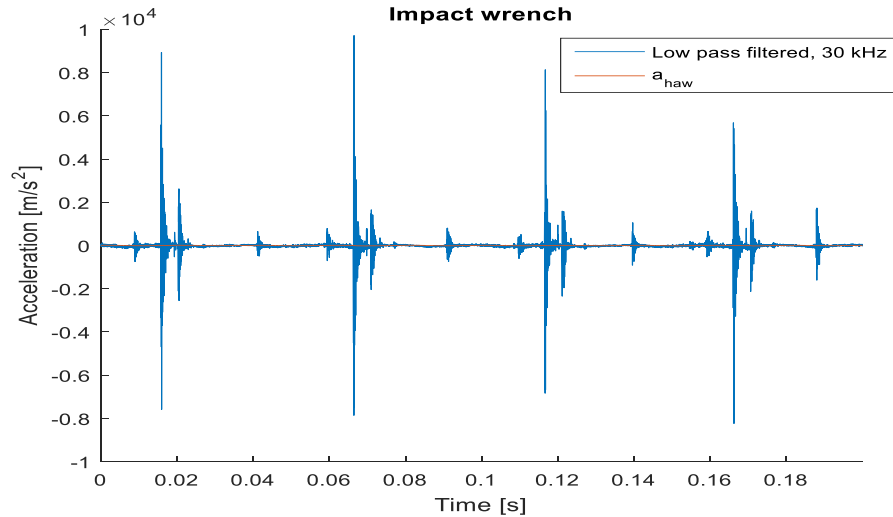
- Transienter och deras potentiella skadlighet
- Åtgärder för att minska vibrationsskador, t ex handskar
- Minskade vibrationer för robotisering och andra applikationer

Omvärldsbevakning

Deltagande i ISO-arbete

Vibrationsstandarden ISO 5349

- Vad missar den?



ISO 5349-1:2001

1 Scope

This part of ISO 5349 specifies general requirements for measuring and reporting hand-transmitted vibration exposure in three orthogonal axes. It defines a frequency weighting and band-limiting filters to allow uniform comparison of measurements. The values obtained can be used to predict adverse effects of hand-transmitted vibration over the frequency range covered by the octave bands from 8 Hz to 1 000 Hz.

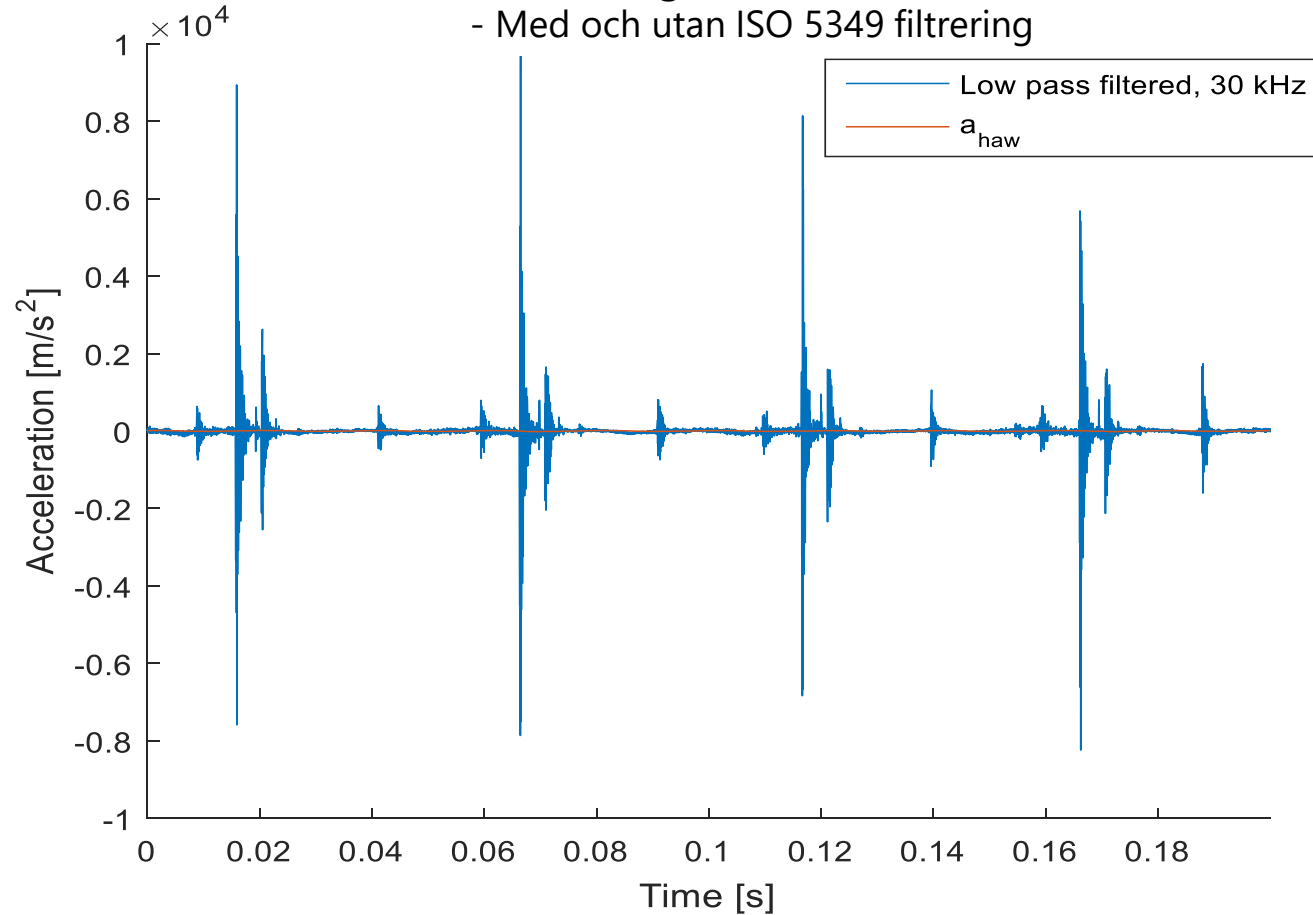
This part of ISO 5349 is applicable to periodic and to random or non-periodic vibration. Provisionally, this part of ISO 5349 is also applicable to repeated shock type excitation (impact).

NOTE 1 The time dependency for human response to repeated shocks is not fully known. Application of this part of ISO 5349 for such vibration is to be made with caution.

This part of ISO 5349 provides guidance for the evaluation of hand-transmitted vibration exposure, specified in terms of a frequency-weighted vibration acceleration and daily exposure time. It does not define limits of safe vibration exposure.

NOTE 2 Annex C is concerned with the approximate relative importance of various characteristics of the vibration exposure which are believed to produce health effects.

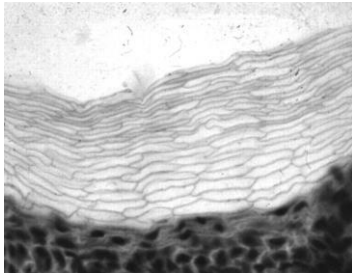
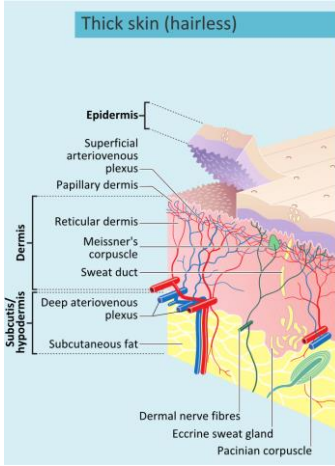
Mutterdragare - Med och utan ISO 5349 filtrering



Påverkar högfrekventa vibrationer >1250 Hz fingret?

- Modellering av finger med skinn
- Simulering av tryckvågspropagering

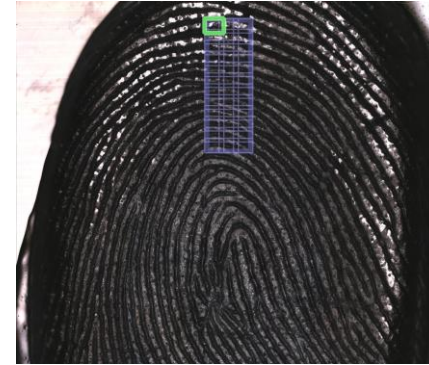
Modellering av fingeravtryck



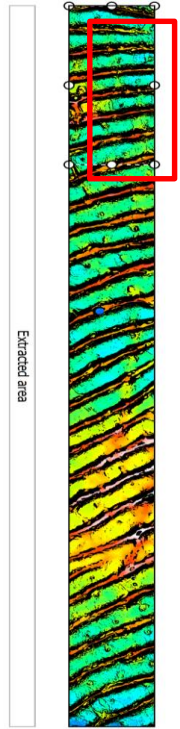
Stratum corneum



Konfokalmikroskop

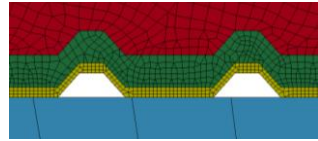


Epoxyavgjutning, 5 N tryck

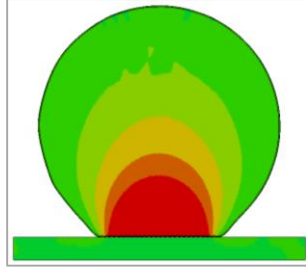


Analyserad yta

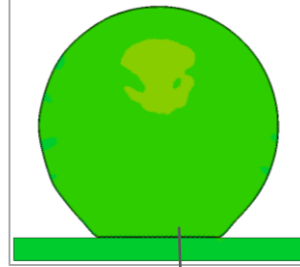
Accelerationpuls (**Period: 0.01 ms (100 kHz)**; Amplitude: **10 000 m/s²**)



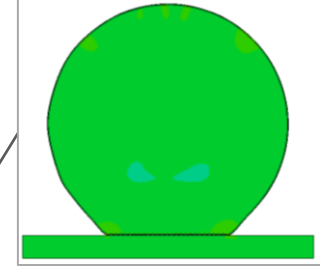
0.02 ms: min. pressure 0.22 bar



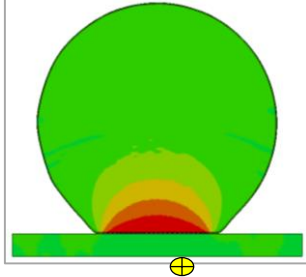
0.05 ms: max pressure 0.03 bar



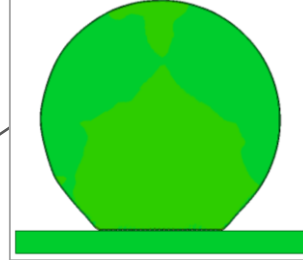
0.06 ms: min pressure -0.05 bar



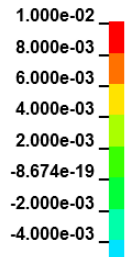
0.01 ms: max. pressure 0.1 bar



0.09 ms: max pressure 0.08 bar

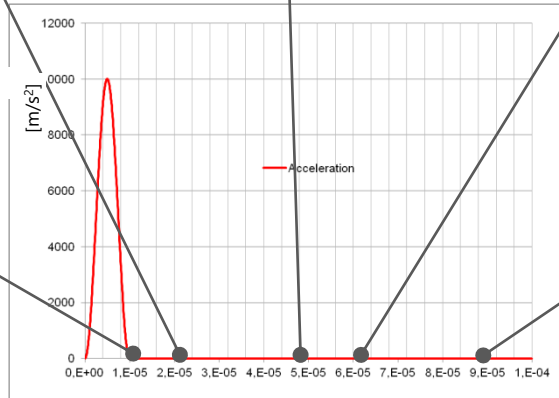


Fringe Levels

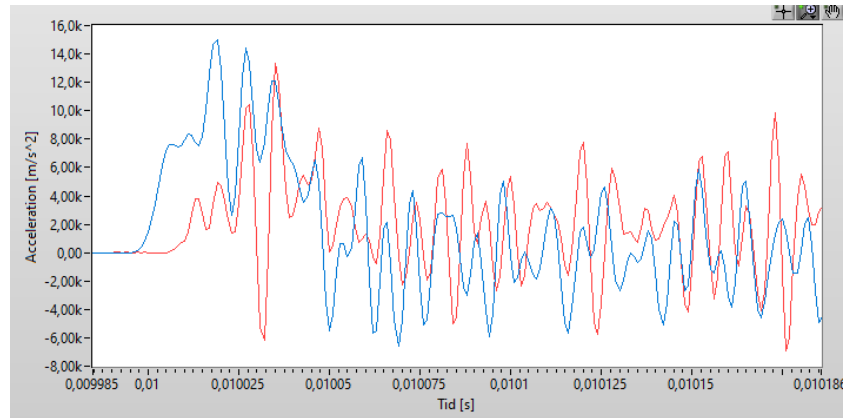
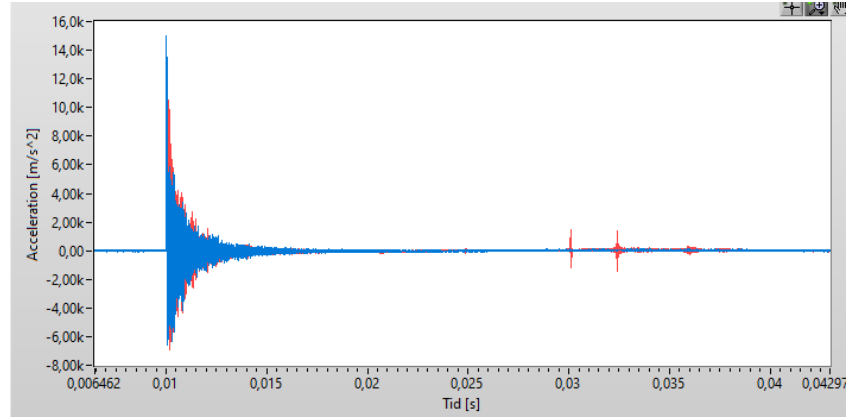


Pressure [MPa]

-1.000e-02



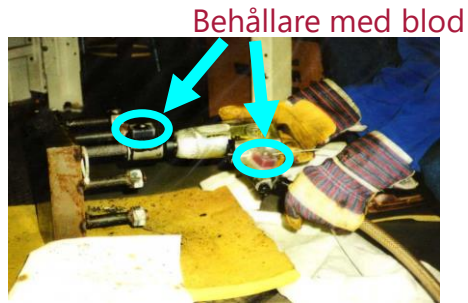
LDV på nageln accelerometer bredvid finger



Studie 1: Transient vibration from impact wrenches: Vibration negative effect on blood cells and standards for measurement

Lindell H, Lönnroth I, Ottertun H., 8:th Int. Conference on Hand-Arm Vibration, 1998, Umeå, Sweden

Test case	Peak vibration amplitude, (m/s^2)	Measured ISO5349 vibration, ($\text{m/s}^2_{\text{haw}}$)	Lysis (%) after 15 min exposure (andel skadade blodkroppar)
Impact wrench handle	15 000	2.2	0.4
Impact wrench socket	> 30 000	10	100
Grinder handle while grinding	1 000	7.1	0.1

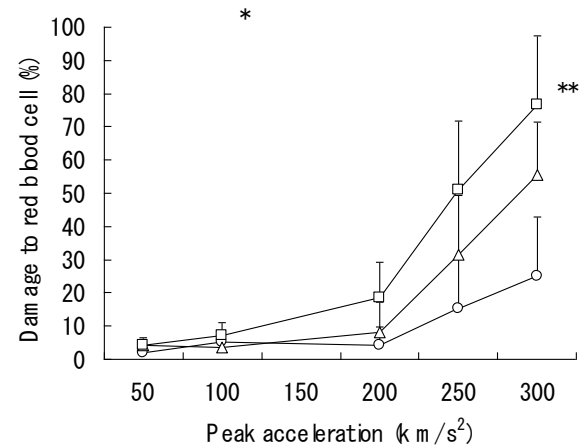
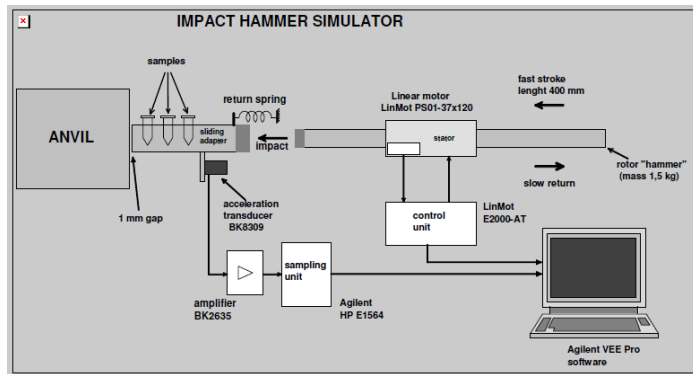


Studie 2: Effect of impulsive vibration on red blood cells in vitro

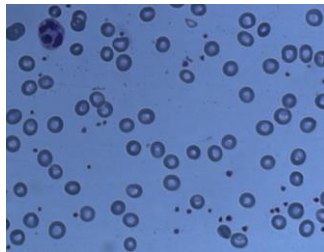
Scand J Work Environ Health 2005;31(4):286-90.

Hideo Ando, MD, Kalevi Nieminen, Esko Toppila, PhD, Jukka Starck, PhD, Tatsuya Ishitake, MD

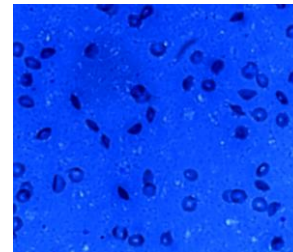
- Japansk-finsk studie
- Röda blodkroppar i provrör



Blood before exposure



Blood after exposure

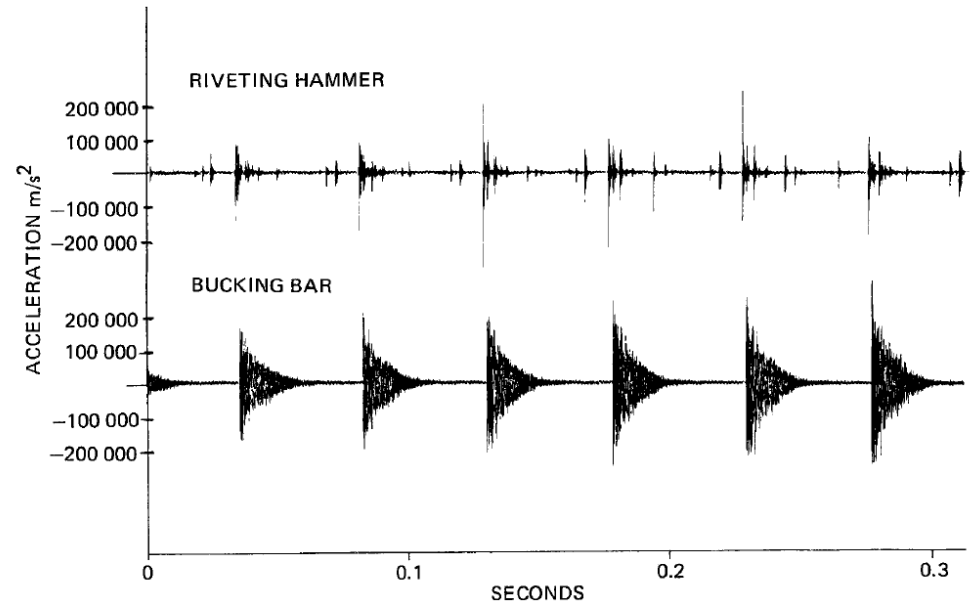


Studie 3: Dandanell, Engström (1986)

Vibration from riveting tools in the frequency range 6 Hz-10MHz and Raynaud's phenomenon

Scand J Work Environ Health

- Saabs flyplansfabrik – nitar ihop flygplan: nithammare och mothåll
- Grupp, 288 nitare
- >10 års exponering
- 1 min/dag genomsnittlig exponering
- $10 \text{ m/s}^2_{\text{haw}}$ Nithammare
- $11 \text{ m/s}^2_{\text{haw}}$ Mothåll
- 50 % Raynaud's phenomenon



Studie 4: L Barregard, L Ehrenström,
K Marcus (2003)
Hand-arm vibration syndrome in Swedish car mechanics
Occup Environ Med

- Bilmekaniker – mutterdragare
- Huvudsakligen mutterdragare approx. $3.5 \text{ m/s}^2_{\text{haw}}$
- 10 min/dag
- Conclusion: "HAVS is common among Swedish car mechanics in spite of short daily exposure times. This underlines the need for preventive measures."

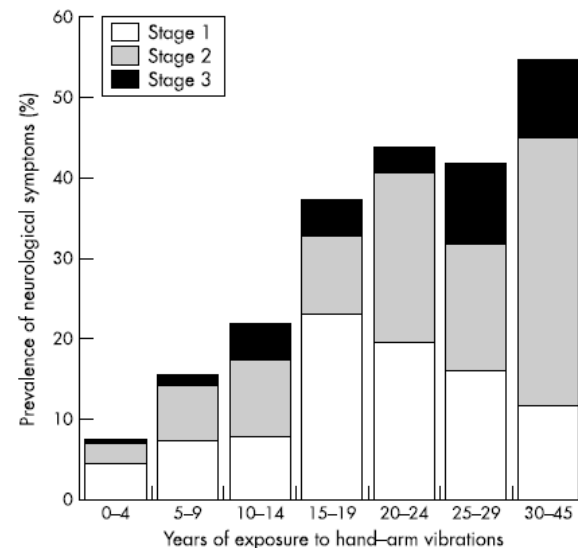


Figure 5 Prevalence of neurological symptoms in different stages according to the Stockholm Workshop scale,⁷ in 801 car mechanics, as function of exposure time (in years, information lacking in five mechanics) to hand-arm vibrations. The total number of workers with symptoms and/or signs at the clinical examination was 184, including 20 workers with other conditions that could have contributed to the symptoms (see "Results").

Studie 5:

Govinda R. Reiley D. et al. (2011)

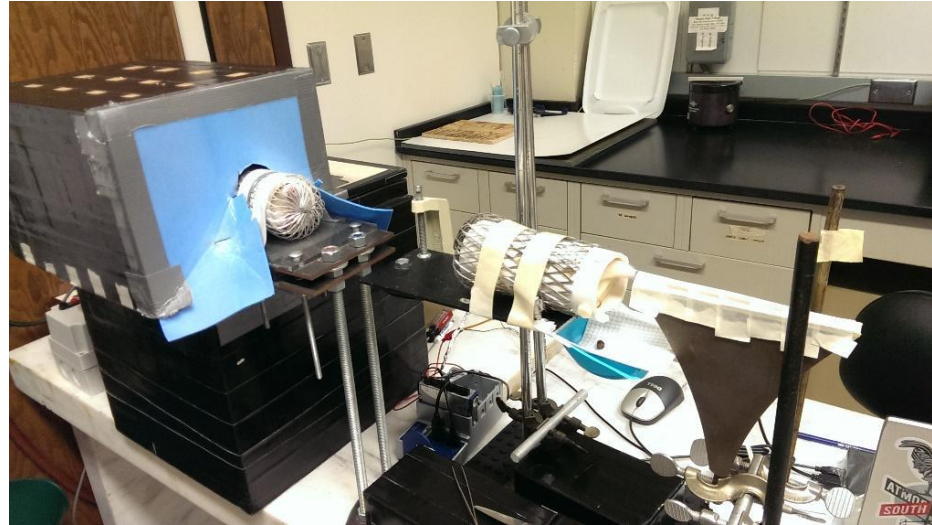
Vibration from a riveting hammer causes severe nerve damage in the rat tail model, Muscle&Nerve, Volume 44, Issue 5

ISO 5349 acc: 10 m/s²

50 kHz acc: 130 000 m/s² peak

Exposure time: 12 min/day, 4 days

Summary: Severe nerve damage in rat tail



Studie 6: Bernesjö S. (2015)

Vibration screening at Mechanical Industry in assembly line, Internal report
(*Impact wrenches*)

Summary: 33% HAVS prevalence from mainly impact wrenches

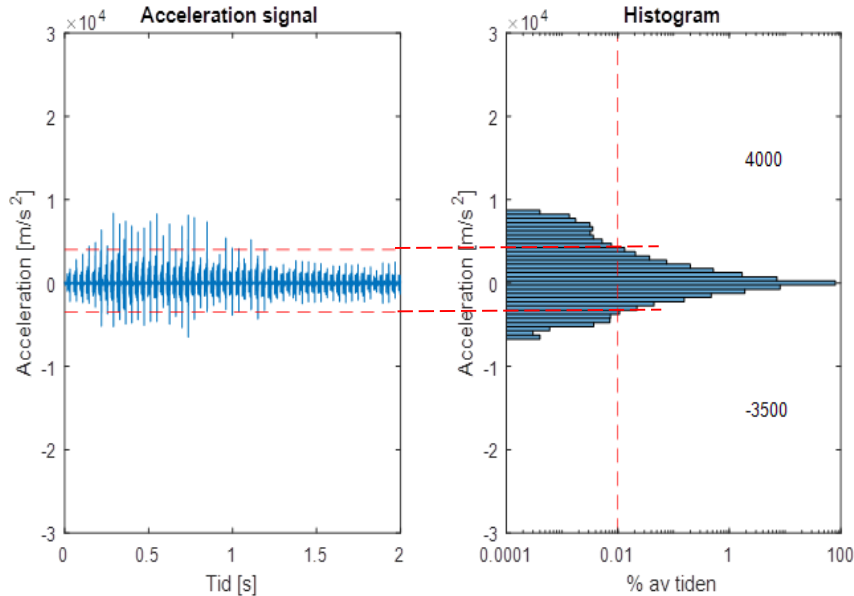
Studie 7: Gerhardsson Lars (2019)

Risk for VWF is underestimated in assembly industry using impact tools

Summary: 34 % white fingers and 74 % various degrees of neurosensory injuries

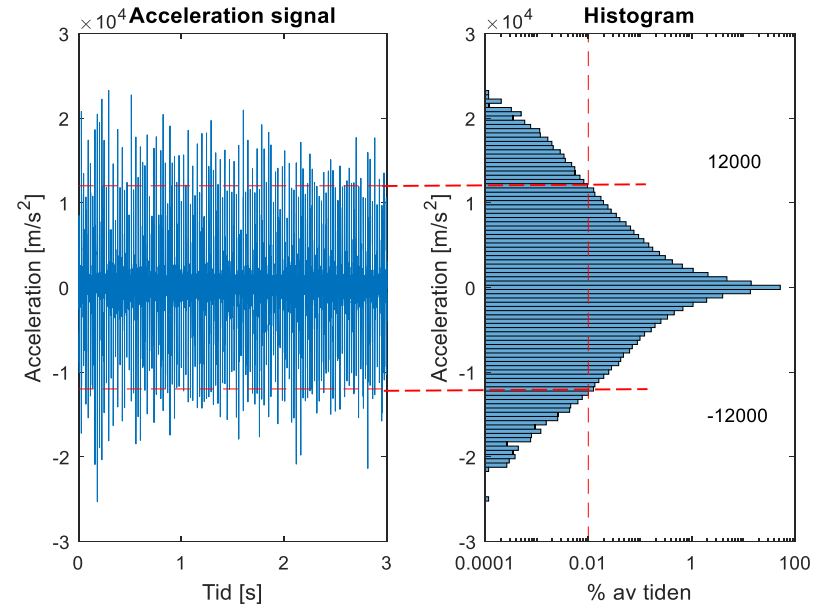
Högfrekventa transienter histogram (HFV)

Mothåll blocknyckel



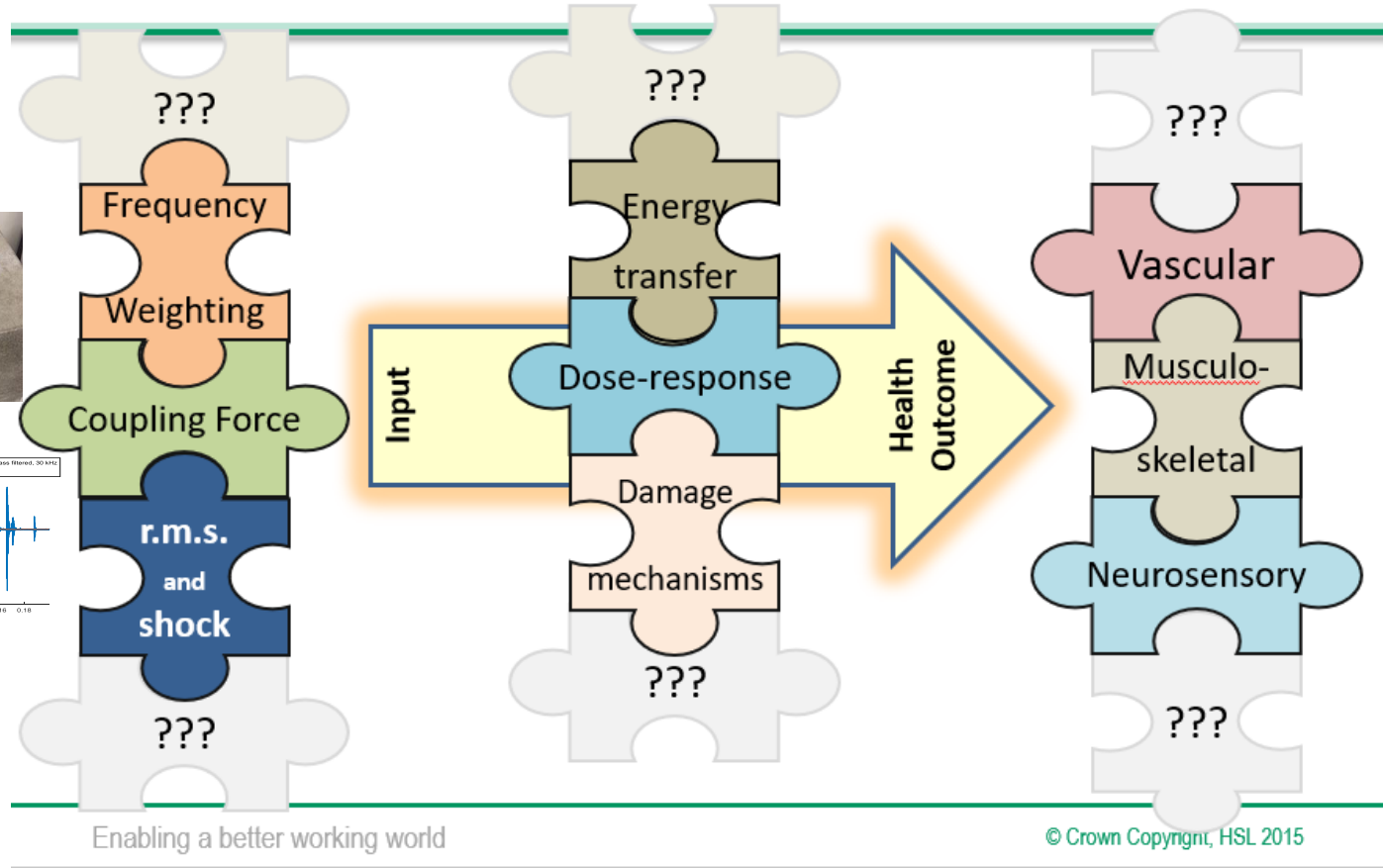
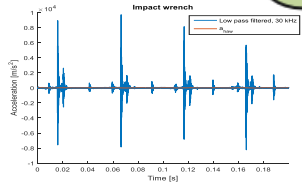
ISO 5349: 13 m/s^2

Hilti SID-14 under tummen



ISO 5349: 8,6 m/s^2

HAV issues

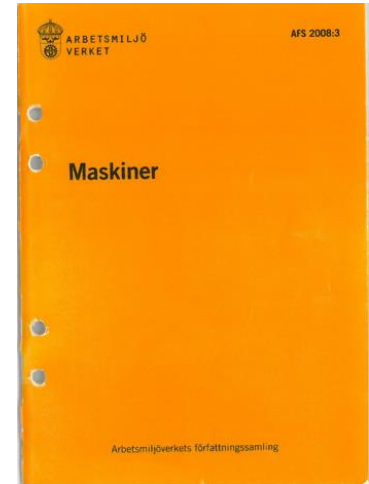


AFS 2008:3, maskinföreskrifterna (maskindirektivet, MD) Bilaga 1 Grundläggande hälso- och säkerhetskrav

1.5.9 Vibrationer

En maskin ska vara konstruerad och tillverkad så att **risker till följd av vibrationer som orsakas av maskinen minskas till lägsta möjliga nivå, med hänsyn till tekniska framsteg och tillgång till anordningar för att reducera vibrationer, framförallt vid källan.**

Vibrationsnivån kan bedömas med hänvisning till jämförbara data för liknande maskiner.



Vad behöver göras?

Maskinanvändare

- Kravställ vibrationsegenskaper vid inköp. **Skapa marknad!!!**
- Informera om risker
- Se till att lågvibrerande maskiner används

Maskintillverkare

- Utveckla och producera lågvibrerande maskiner. **Det går!!!**
- Beakta även högfrekventa vibrationer

Regelverk

- Reglera "vibrationsutsläpp" på samma sätt som ljud, emission, kemi m.m. (EU direktiv)
- Utöka standarden (ISO 5349) att omfatta högre frekvenser samt stötar
- Se till att existerande regelverk efterlevs (EU Vibrationsdirektiv)
- Var observant på skillnaden mellan mätt och uppskattad användningstid

Maskiner
behöver inte
vibrera
och skada
människor!



Albin Amelin