



RI.
SE



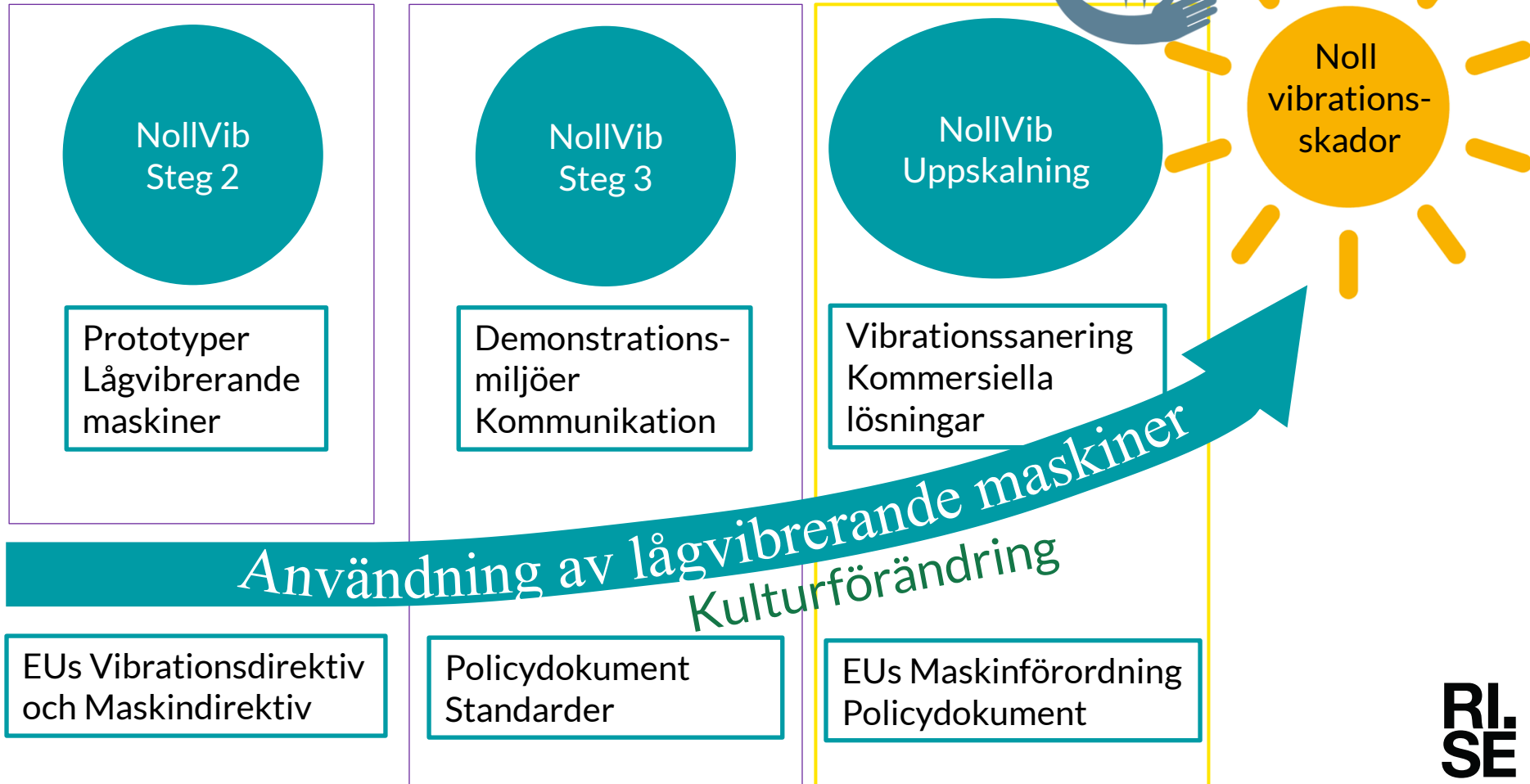
Noll vibrationsskador

2025-10-23

Hans Lindell

RISE – Research Institutes of Sweden

Noll vibrationsskador



Ett holistiskt angreppssätt

- projektmedlemmar och referensgrupp

Maskintillverkare



Maskinanvändare



Forskare



GÖTEBORGS
UNIVERSITET



LUND
UNIVERSITY



MALMÖ
UNIVERSITET



Företagshälsovård



FALCK



Lagstiftning



ARBETSMILJÖ
VERKET

Arbetsmarknadens parter

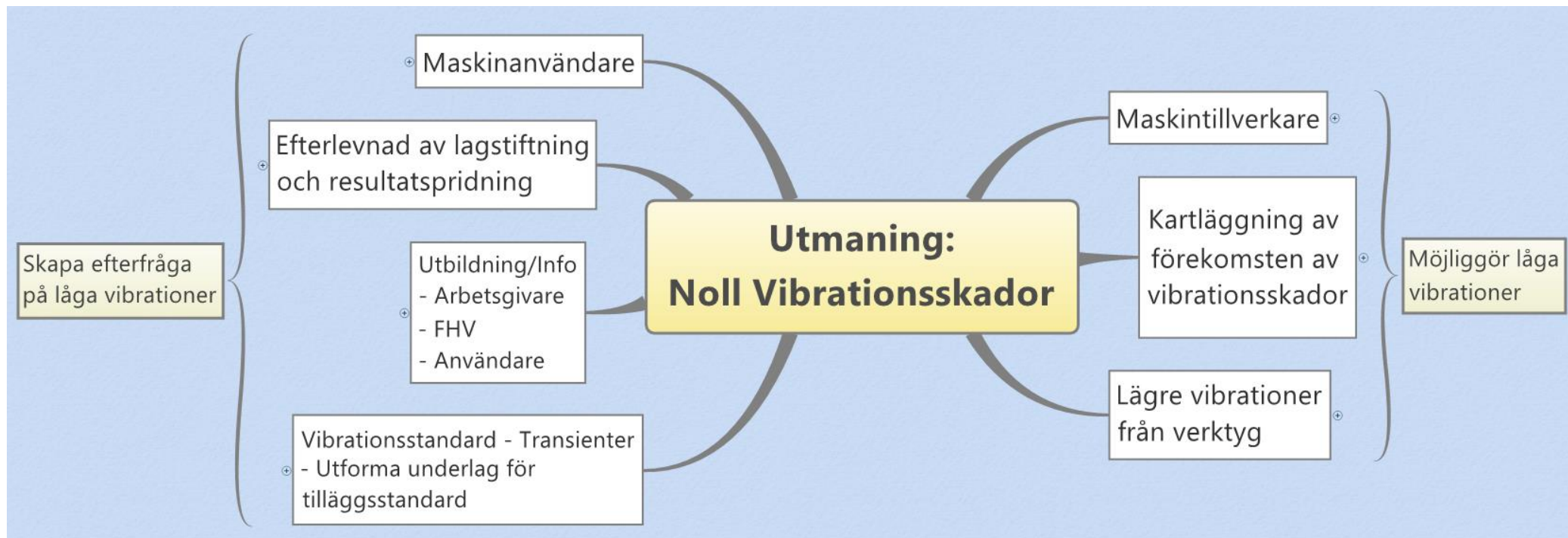


BYGGNADS



IFMETALL

Angreppssätt

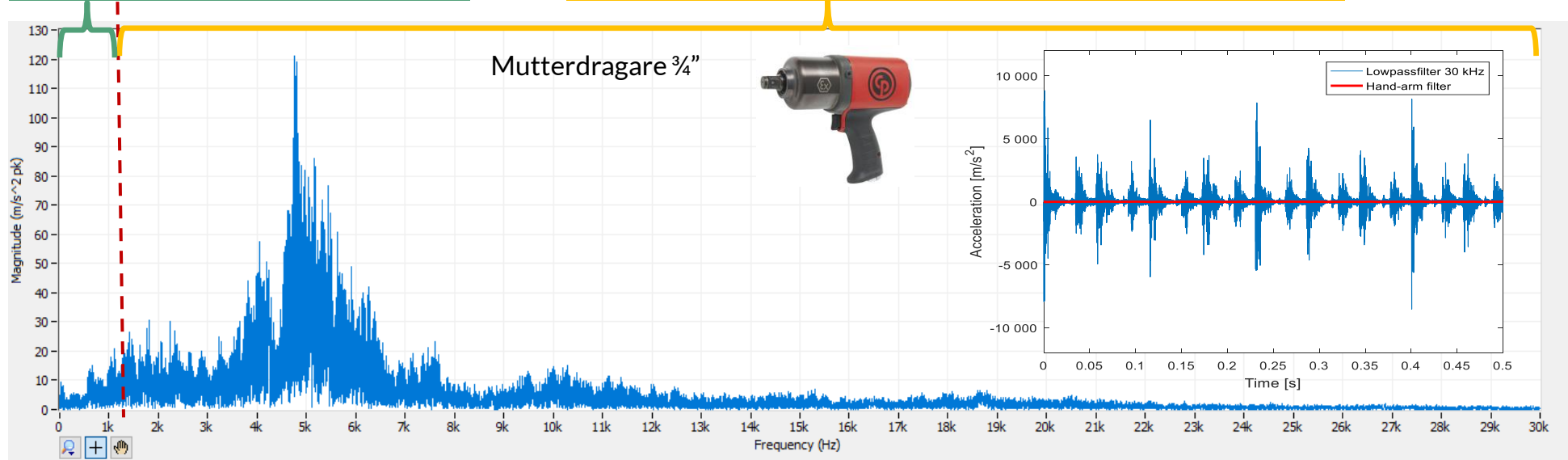


Vibrationer: ISO 5349-1 vs. ultravibrationer

- < 1250 Hz = ISO-vibrationer → Påvisad skadlighet. Regleras av lagstiftning → OK
- > 1250 Hz = Högfrekventa vibrationer (ultravibrationer) → Påvisad skadlighet → Tilläggstandard behövs för lagstiftning → **Försiktighetsprincipen tills vidare**

< 1250 Hz
Regleras av ISO 5349-1

> 1250 Hz (högfrekventa, ultravibrationer)
Försiktighetsprincipen



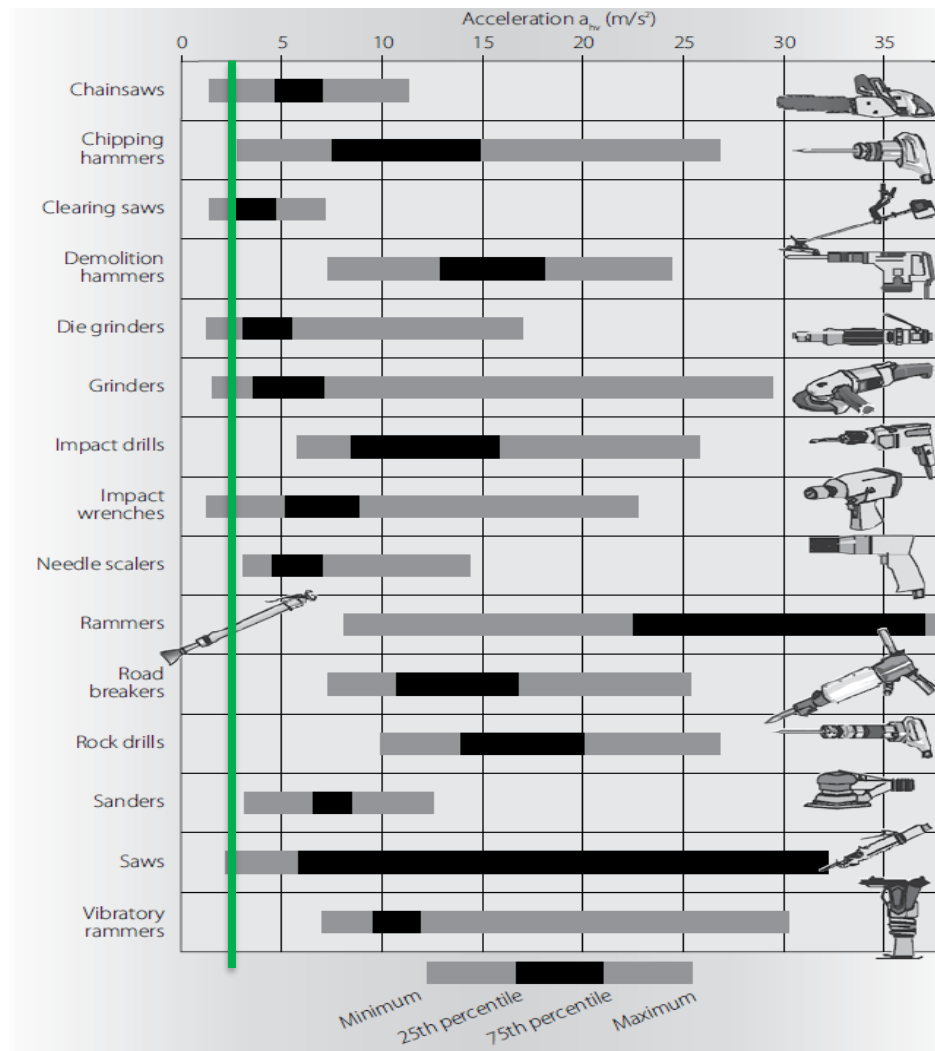
Vibrationer hos maskiner

European Risk Observatory Report (2008)

Re = reciperande/slående vibrationer

Ro = roterande vibrationer

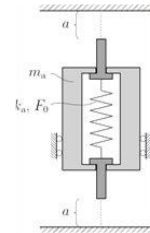
Ro+M = roterande med obalanser från en motor



Metoder att reducera vibrationer i maskiner



Slående vibrationer:
Auto Tuning Vibration Absorber (ATVA)



Roterande vibrationer:
Balansringar



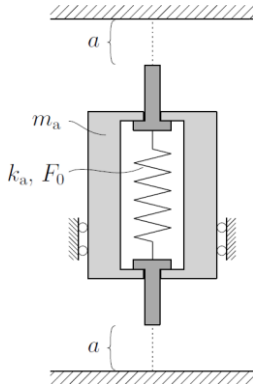
Traditionella tekniker

- Isolering
- Nya koncept
- Handskar



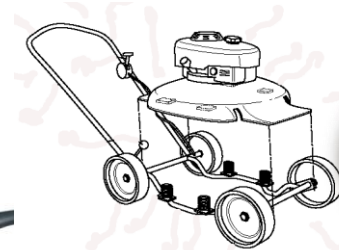
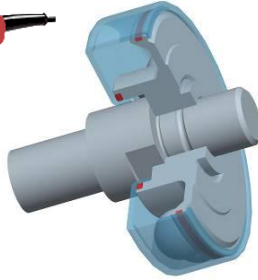
ATVA-teknologin

- Använder maskinens vibrationer till att skapa en motkraft



Roterande och förbränningsmotordrivna maskiner

- Balansring eliminerar obalanser
- Välj rätt konstruktionskoncept



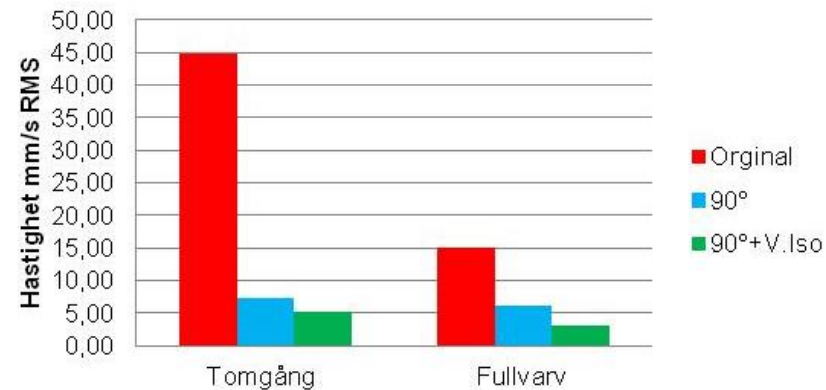
Resultat:
**Exempel på ombyggda maskiner
och verktyg**

Lövblås

- Höga vibrationer i ryggen framförallt vid tomgång
 - Vertikala vibrationer dominerar
- Åtgärder
 - Tilta motorn 90 grader
 - Optimera vibrationsisoleringen

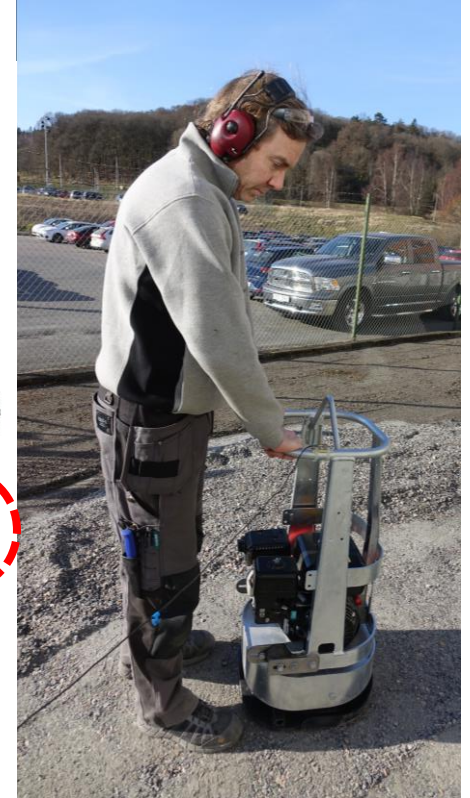
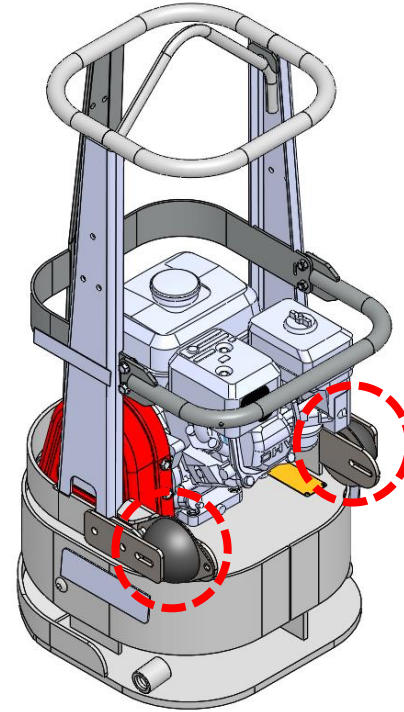


Nacke vertikalt



Rundpadda Swepac FR85

- Optimerad vibrationsisolering
- Vibrationer minskat från 11,1 till 5,5 m/s² ~50% vilket innebär en fyrdubbling av arbetstiden



Storstampen T58

- Konceptprototyp med ATVA
- Utveckling pågår



Stamp

- stålindustrin

- Infört ATVA-dämpare och isolerande handtag
 - ATVA ger 16 m/s² istället för ca 34 m/s²
 - ATVA + ny handtagsupphängning ca 6 m/s²
- Vibrationer minskat från 34 till 6 m/s² ~ **82%**



Mejselmaskin

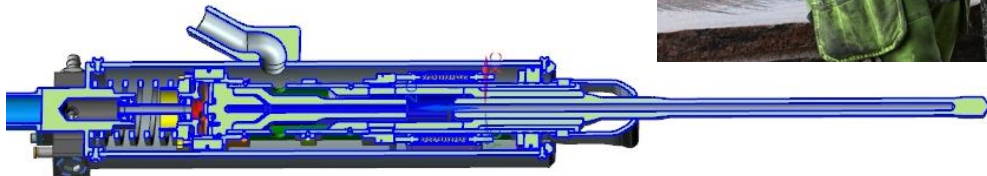
- stenindustrin

- Infört ATVA-dämpare
- Vibrationer minskat från 20 till 2,7 m/s² ~87%
- Andra förbättringar
 - Halverad vikt
 - Effektivare dammutsug
 - Bättre ergonomi



Borrmaskin BBD12

- Infört ATVA-dämpare och justerbart handtag
- Nya maskinen ger 3 m/s^2 istället för ca $18 \text{ m/s}^2 \sim 83\%$



Pionjär bergborr till FMV - nytt handtag

Före

- Vibrationer: 27 m/s²
Tid till insatsvärde: 4 min



Efter

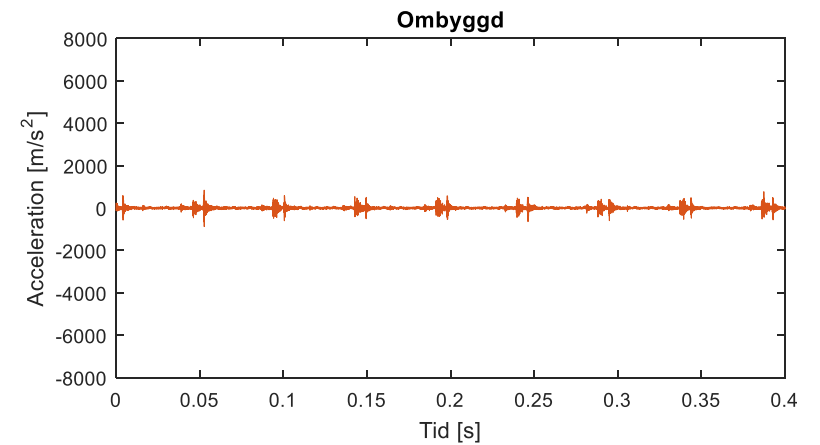
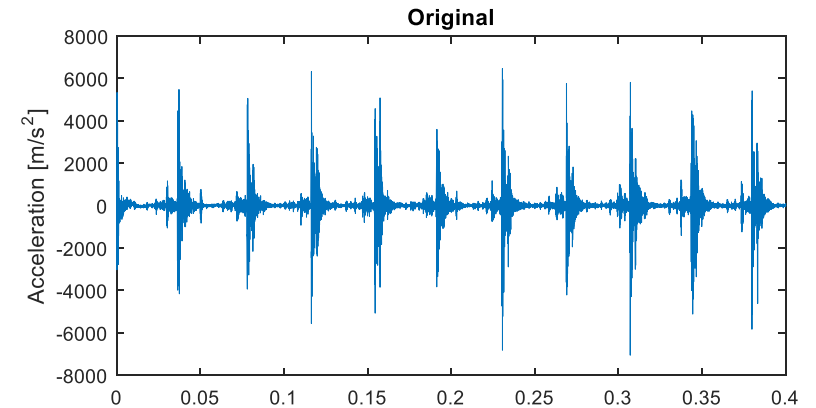
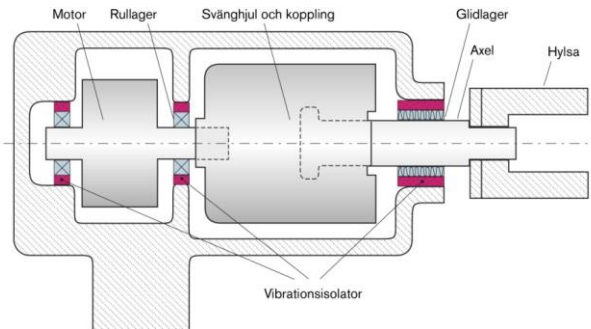
- Nytt handtag: 8,6 m/s² = **68%**
Tid till insatsvärde: 40 min



Mutterdragare CP-734

ISO 5349-1 vibration: Likvärdig $4,5 \text{ m/s}^2$

Transient reduktion: $7\,000 \rightarrow 800 \text{ m/s}^2 \sim 90\%$



Vibrationsisolerad mothållsnyckel

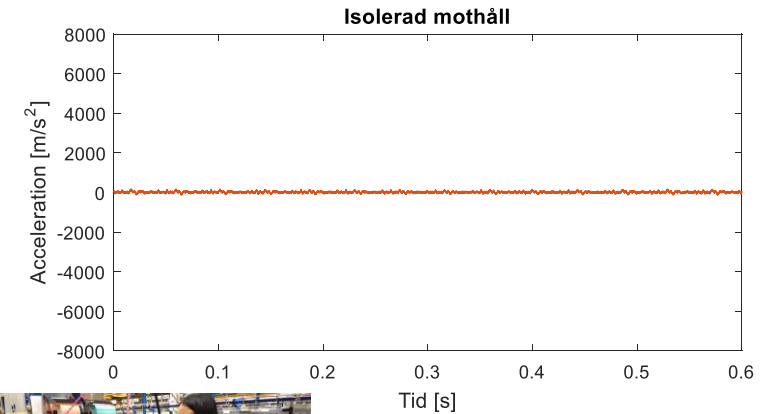
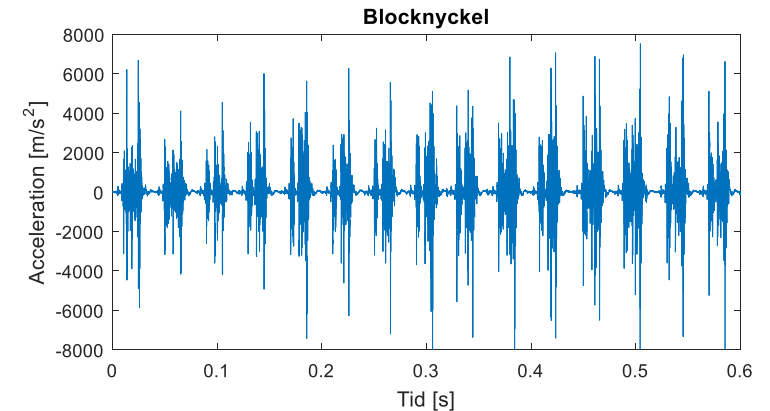
- fordons- och monteringsindustrin

ISO 5349-1 reduktion: $13 \rightarrow 6 \text{ m/s}^2 = 54\%$

Transient reduktion: $8\,000 \rightarrow 150 \text{ m/s}^2 = 98\%$

Serietillverkning

tmverkstad.se
Tryckluftsmaskiner • Mekatisk verkstad

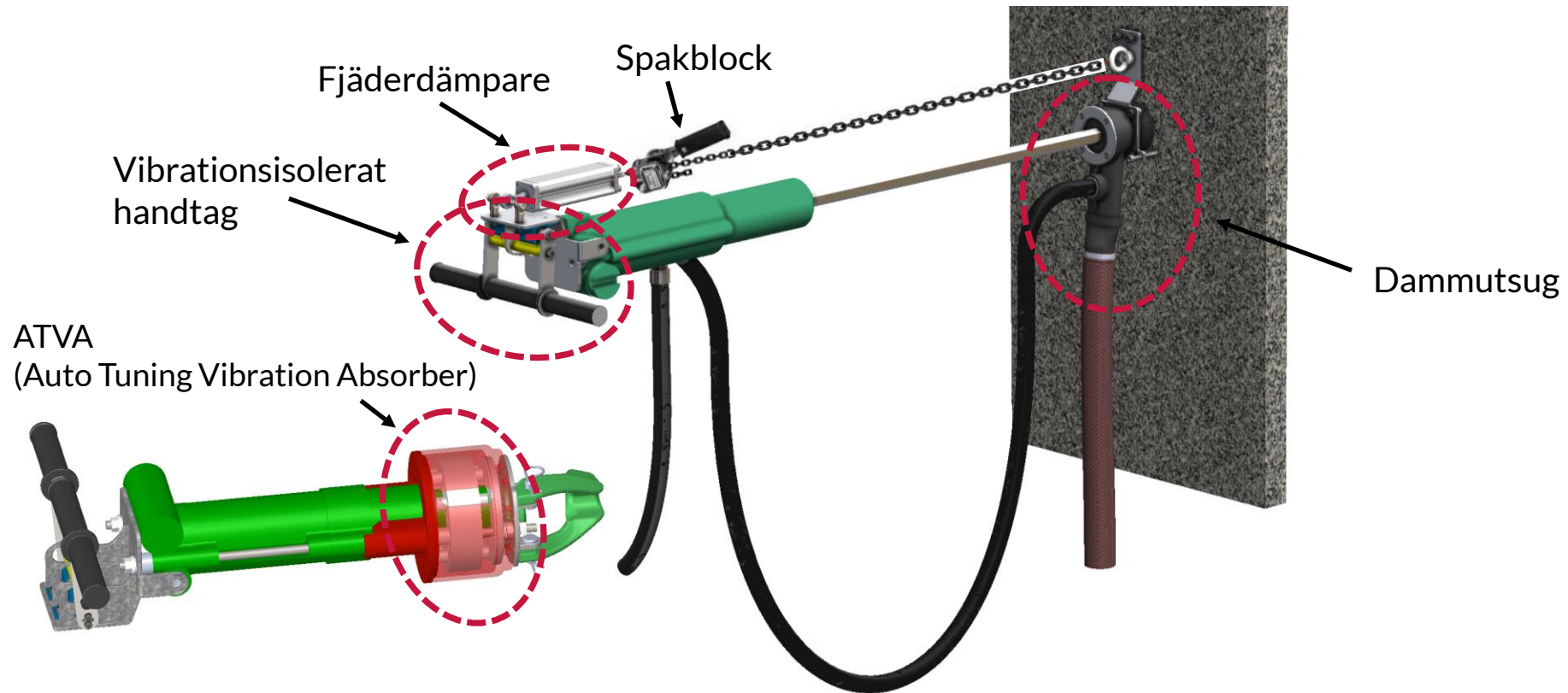


Minimering av damm och vibrationer

- IA Brancheprogrammet i Norge
- Projektid 2021–2024

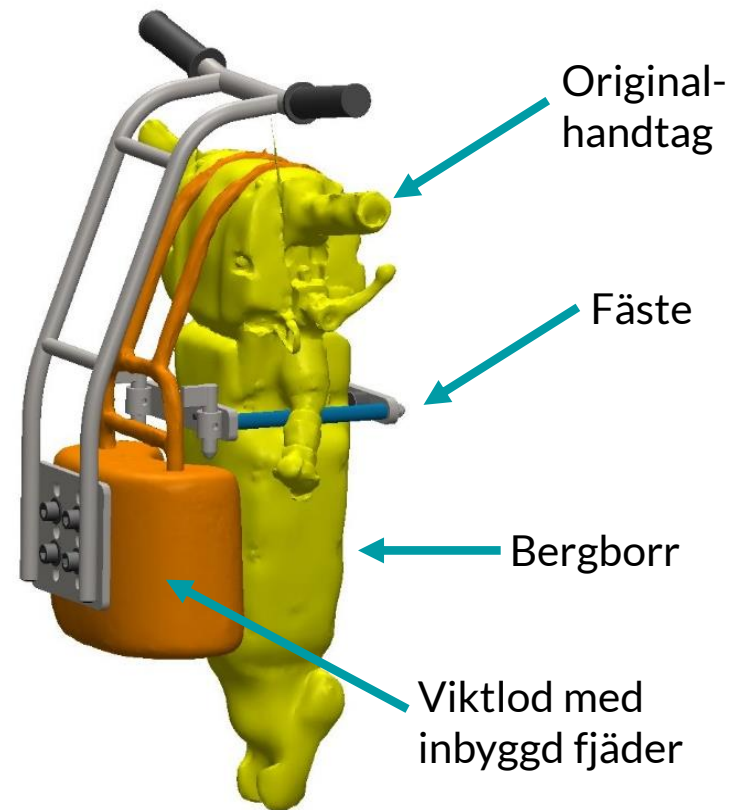


Modifierad bergborr - Montabert T18



Vertikalborr SRD25

- Handtag monterat på lodet



Resultat

- Vibrationer spakblocket: $42 \text{ m/s}^2 \rightarrow 7 \text{ m/s}^2 = 83 \%$
- Vibrationer maskinhandtaget: $30 \text{ m/s}^2 \rightarrow 14 \text{ m/s}^2 = 50 \%$
- ATVA-dämpare: reducerar vibrationerna med ytterligare ca **50 %**
- Vertikalborr: $20 \text{ m/s}^2 \rightarrow 8 \text{ m/s}^2 = 60\%$
- Dammsug: Leder effektivt bort dammet från operatören



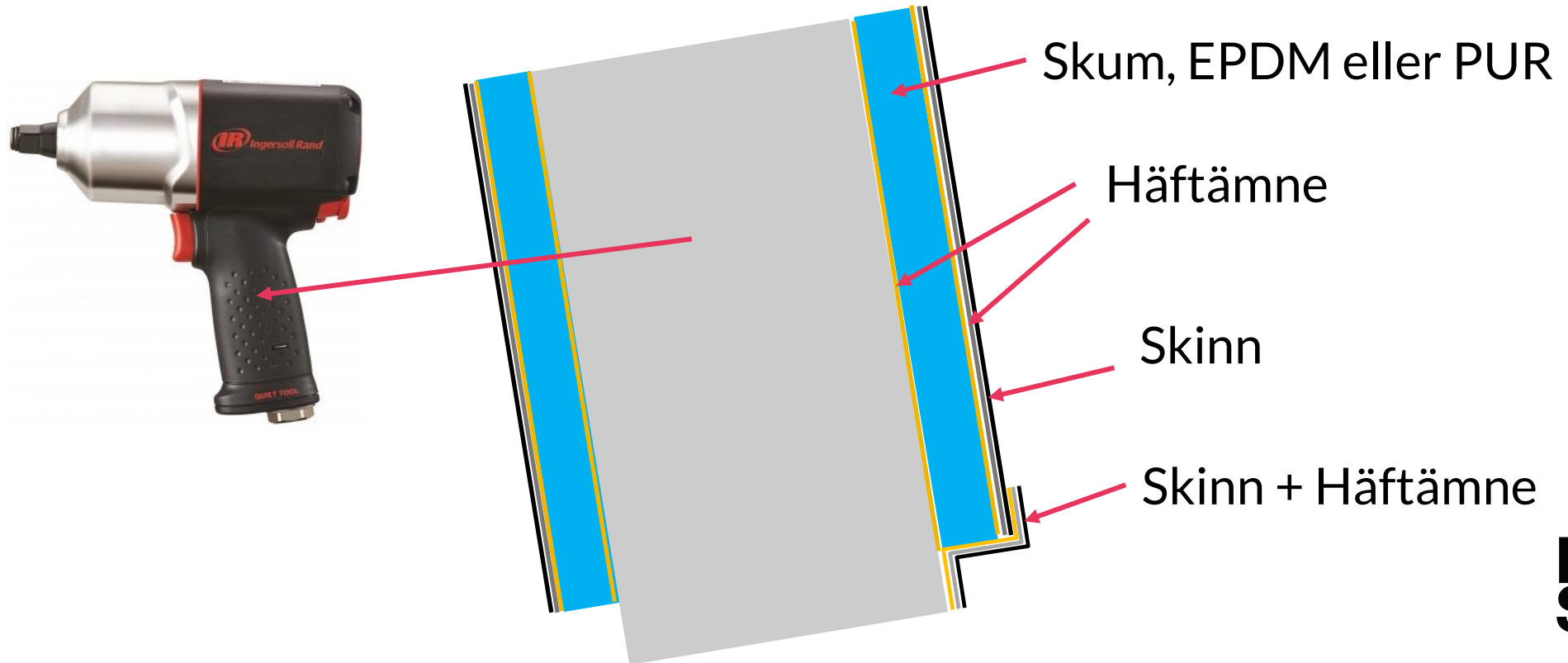
Vibrationsisolerande material mot slag och stötar - Shockred4

- Reducerar de högfrekventa stöt vibrationerna i storleksordningen 80 -90 %
- Isolerar mot kyla och ökar greppfriktionen
- Shockred4 påverkar inte ISO 5349-1 vibrationer!



Vibrationsisolering av handtag

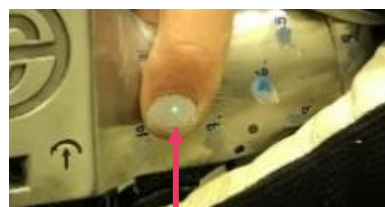
- Isolering av slag och stötar från handhållna verktyg



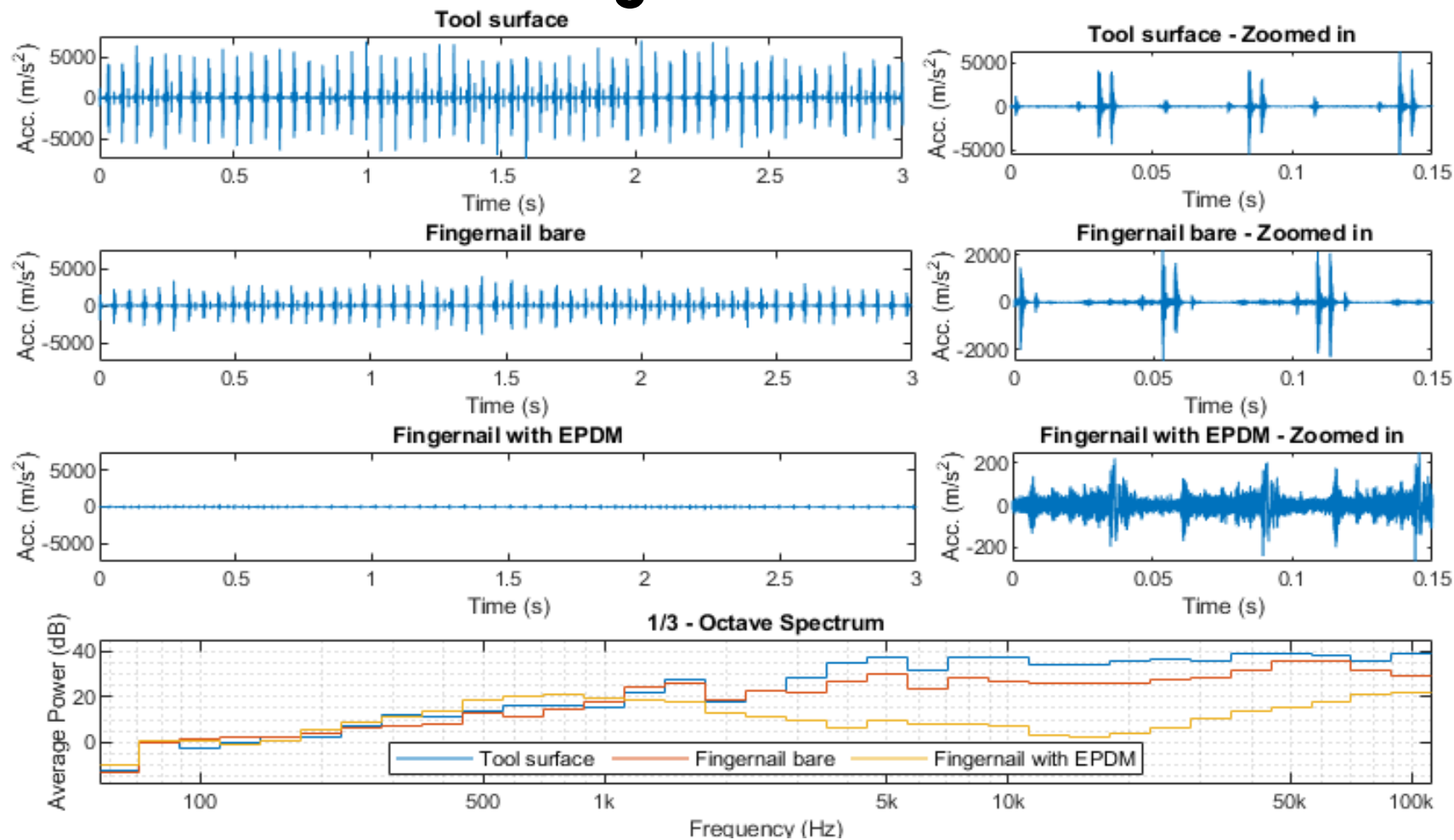
Vibrationsisolering, slag och stötar

- Isolerande luftlager mellan fingrar och vibrerande maskin
- Mest luft i skum med låg densitet ⇔
För mjukt skum bottnar eller kan kollapsa med tiden
- Vibrationsisolering påverkar inte ISO 5349-1 vibrationer!

Effekten i fingernagel med och utan vibrationsisolering



Mät punkt



Operatörer känner skillnad



SKF Mekan

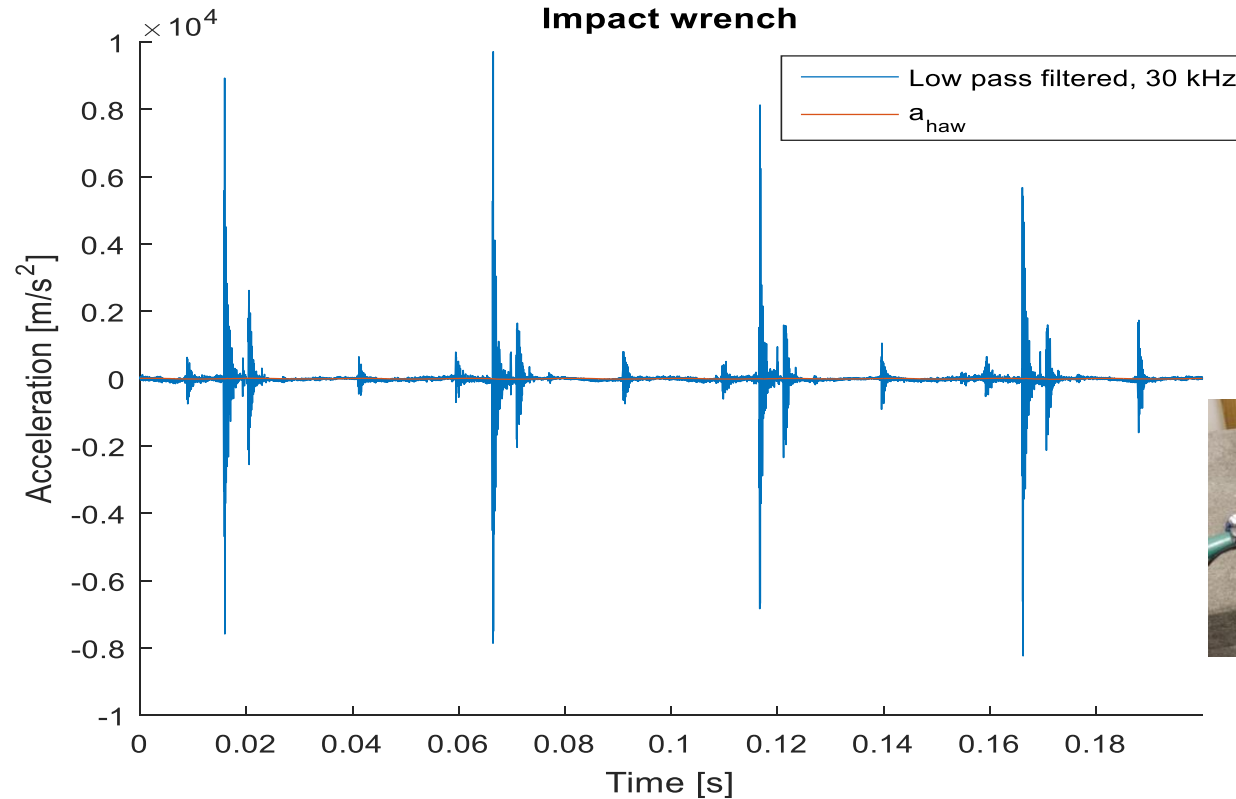


Holsbyverken

Inklädda verktyg i Ävja stenbrott



Standardisering av stötvibrationer



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.

Resolution from WG3 meeting in Vienna 1985:

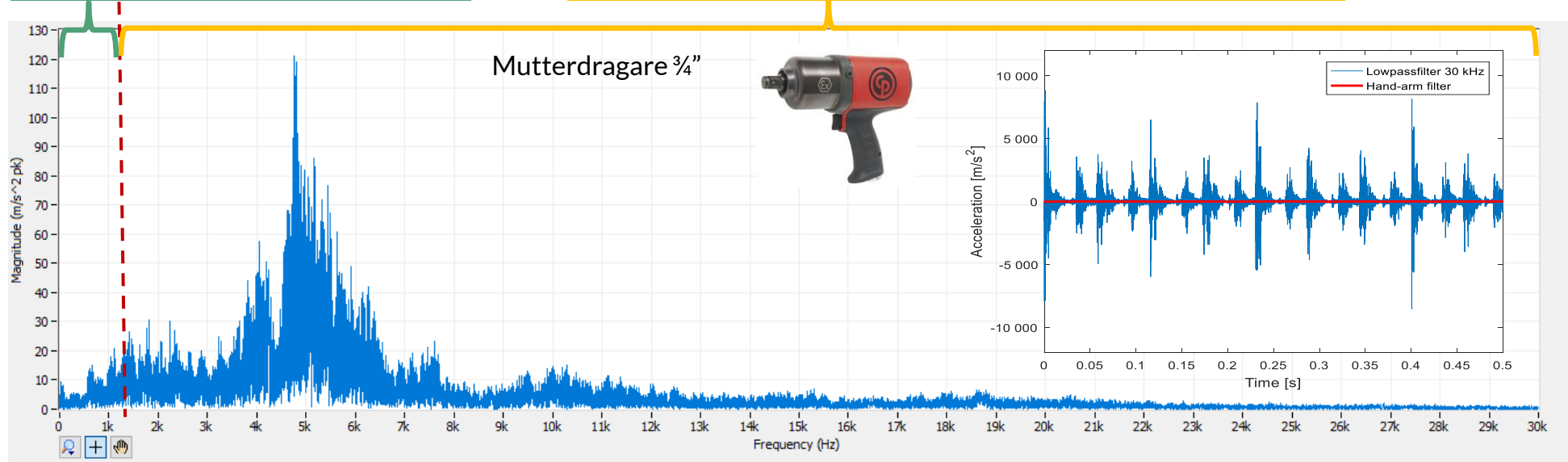
WG3 will consider a revision to ISO 5349 at its next meeting on the subject of high frequency and shock vibration, provided more epidemiological data are available at that time.

Vibrationer: ISO 5349-1 vs. ultravibrationer

- < 1250 Hz = ISO-vibrationer → Påvisad skadlighet. Regleras av lagstiftning → OK
- > 1250 Hz = Högfrekventa vibrationer (ultravibrationer) → Påvisad skadlighet → Tilläggstandard behövs → **Försiktighetsprincipen till dess**

< 1250 Hz
Regleras av ISO 5349-1

> 1250 Hz (högfrekventa, ultravibrationer)
Försiktighetsprincipen



Vad missar ISO 5349-1 standarden?

- Skador trots inom gränsvärdena för ISO 5349-1
- Stöt vibrationer hamnar utanför dagens standard
- Exempel på yrken där det förekommer upprepade stötar:
 - Bilmekaniker, när de använder olika slående handhållna maskiner och verktyg
 - Bygg- och anläggningsarbetare, när de använder bilningsmaskiner och slående skruvdragare
 - Plåtslagare
 - m. fl.



INTERNATIONAL CONFERENCE ON HAND-ARM VIBRATION 2023

Sammanfattning av resultatet av workshopen om stötvibrationer

“Vid workshopen ansåg en stor majoritet av deltagarna att **handöverförda stötar och högfrekventa vibrationer sannolikt utgör risker för vibrationsskador**, och att det därför finns ett behov av andra mätetal för att mäta dem. Det konstaterades att högfrekventa vibrationer är en viktig komponent i många HTS-källor (Hand Transmitted Shock), t. ex. mutterdragare, spikpistoler, nithammare etc., och **därför bör riskbedömning för vibrationer även inkludera högre vibrationsfrekvenser än i nuvarande standard, möjligen upp till 10 kHz.**”

Ur EUs nya Maskinförordning!



Brussels, 21.4.2021
COM(2021) 202 final

ANNEXES 1 to 11

ANNEXES

to the

Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council
on machinery products

{SEC(2021) 165 final} - {SWD(2021) 82 final} - {SWD(2021) 83 final}

2.2.1.1. Instructions

The instructions shall give the following information concerning vibrations, expressed as acceleration (m/s^2), and transmitted by portable handheld and hand-guided machinery:
(a) the vibration total value from continuous vibrations to which the hand-arm system is subjected;

(b) the mean value of the peak amplitude of the acceleration from repeated shock vibrations, to which the hand-arm system is subjected;

(c) the uncertainty of both measurements.

1.5.9. Vibrations

A machinery product shall be designed and constructed in such a way that risks resulting from vibrations produced by the machinery product are reduced to the lowest level, taking account of technical progress and the availability of means of reducing vibration, in particular at the source.

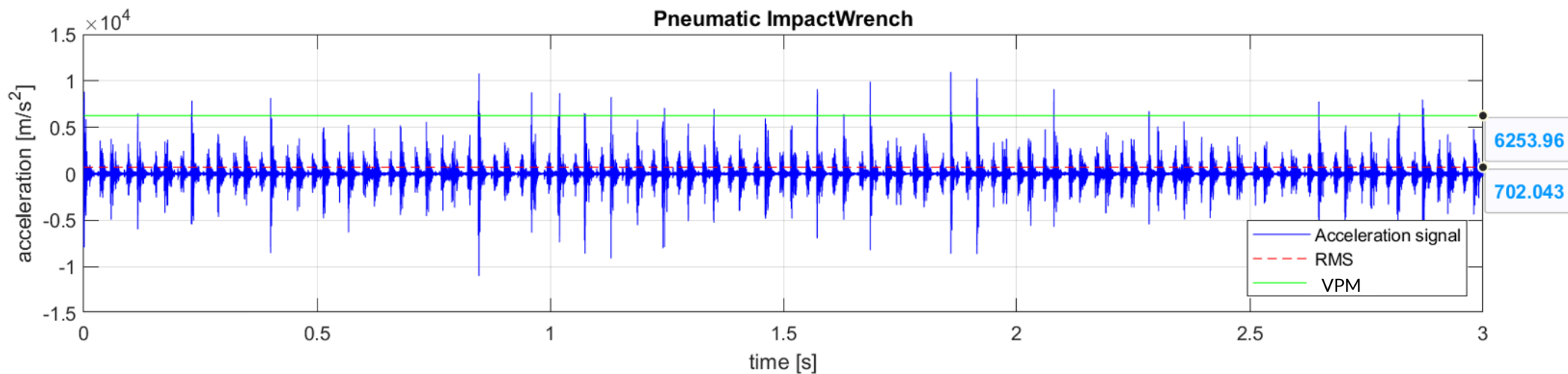
The level of vibration emission may be assessed with reference to comparative emission data for similar machinery products.

Standardisering av stötar

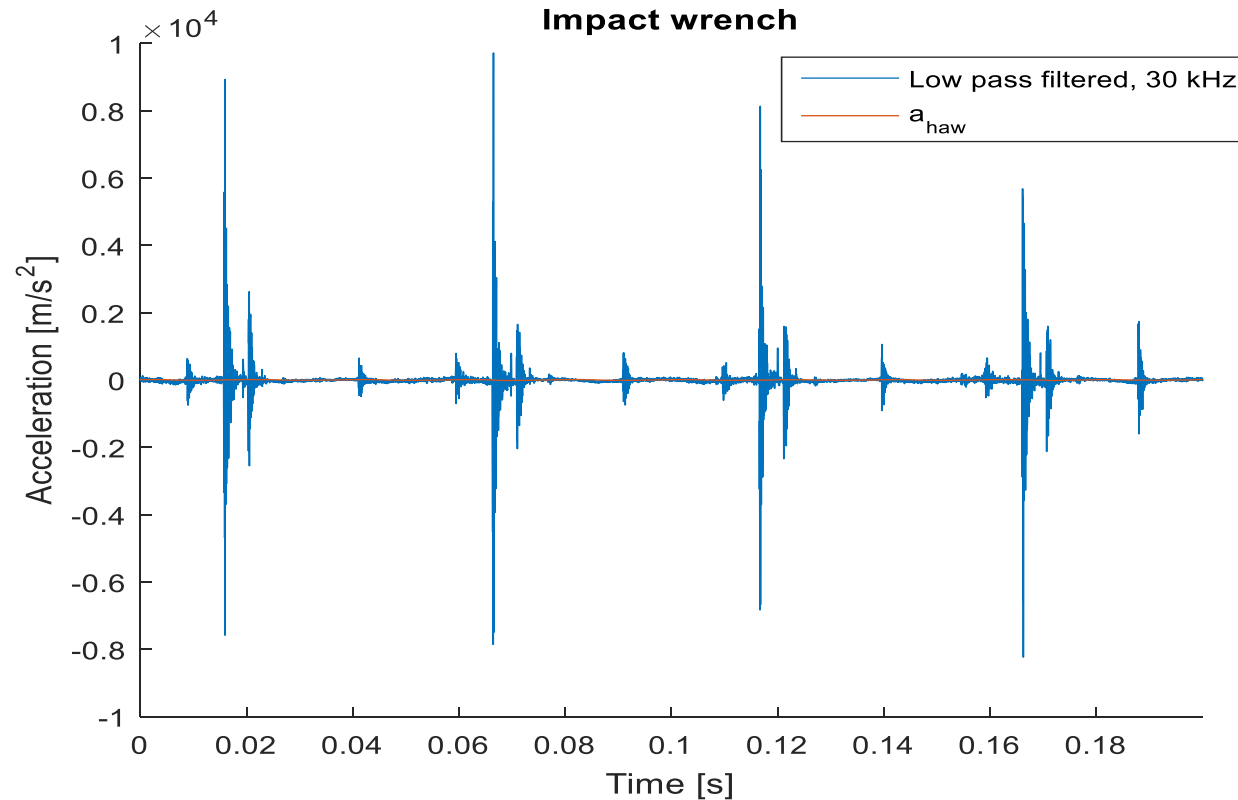
- Ta fram standarder för att kunna hantera "peak acceleration"
- Arbetet bedrivs inom ISO/TC108/SC4/WG3 "Hand-arm vibration"
- Två parallella spår:
 - **ISO/DIS/5349-3: "Isolated and repeated shock using the frequency range of ISO 5349-1"**
 - Stannar vid 1250 Hz, samma som tidigare
 - Nackdel: Fångar bara ca 10 % av typisk energi från t ex mutterdragare
 - Fördel: Kan använda befintlig mätutrustning
 - Kommer användas för CE märkning
 - **OBS! Gränsvärden och rekommendationer saknas!**
 - **ISO/TS/5349-4: "High frequency vibration and shock"**
 - Stannar troligen vid 10 000 Hz, men flexibel
 - Fördel: Fångar ca 90 % av stötarna
 - Nackdel: Kräver uppgradering av mätsystemen
 - Klar för första omröstning under 2026

VPM-värde för en typisk mutterdragare

$$VPM_{xHz} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N a_i^6}{\sum_{i=1}^N a_i^4}}$$



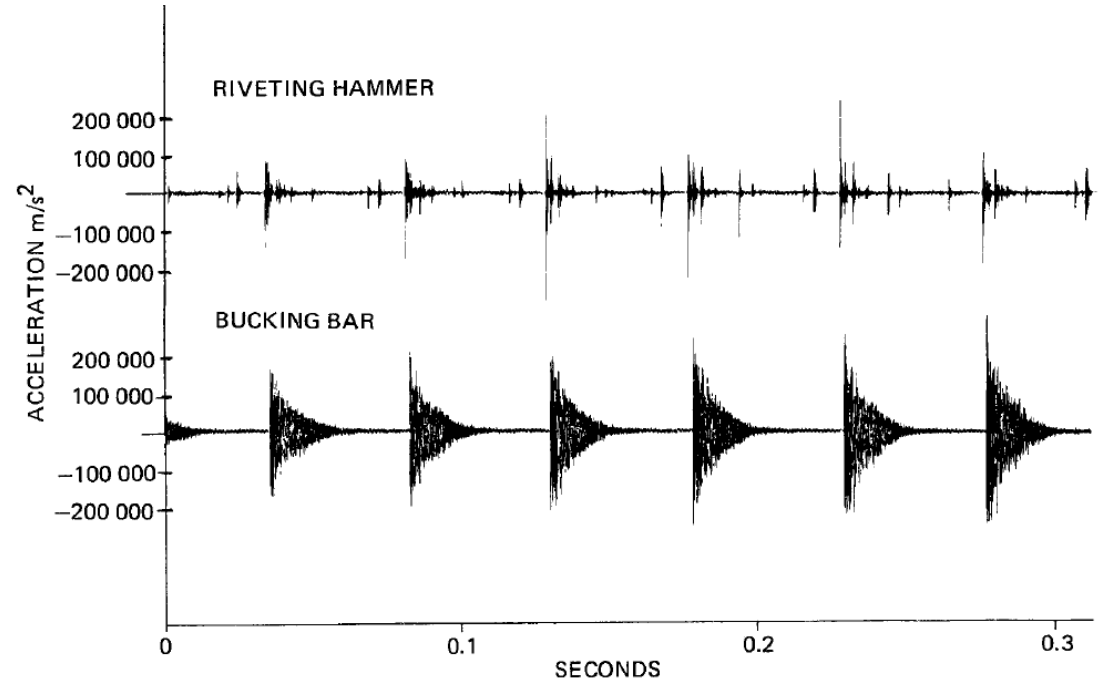
Risker med slag och stötar



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.”

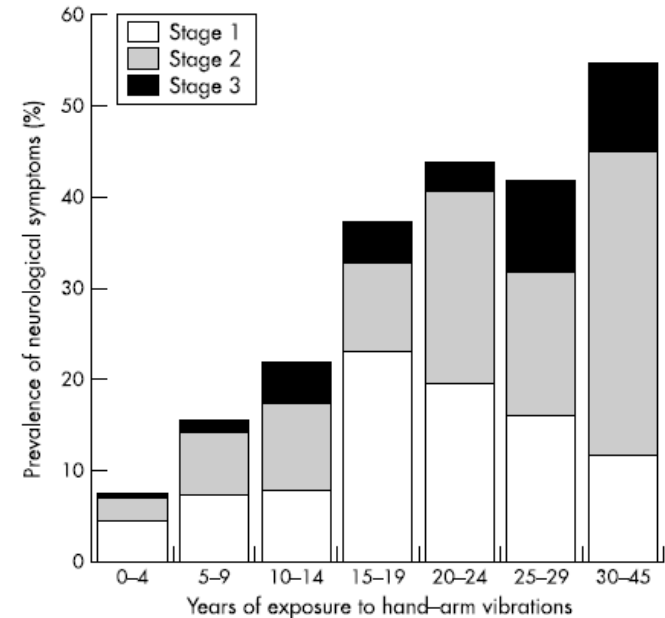


Figure 5 Prevalence of neurological symptoms in different stages according to the Stockholm Workshop scale,⁷ in 801 car mechanics, as function of exposure time (in years, information lacking in five mechanics) to hand-arm vibrations. The total number of workers with symptoms and/or signs at the clinical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

Mätning av vibrationer

Tre varianter

- Vibrationsmätaren fästs på maskinen
- Vibrationsmätaren hålls i handen mot maskinen
- Vibrationsmätaren placeras på kroppen

Mätning på maskinen

- Uppfyller ISO 8041-1 och 5349-1 och -2



Mätning i handen i kontakt med maskinen

- Uppfyller ISO 8041-2 och 5349-1 och -2



Mätning på kroppen

- Uppfyller inte ISO 8041-1 -2 och 5349-1 och -2 men arbete pågår att styra upp.

ISO/AWI TS 22270(en)

Mechanical vibration — Practical guidance for the monitoring and measurement of hand-transmitted vibration on the hand, wrist or forearm



Vägen framåt!

- Inför gränsvärden på vibrationer i likhet med buller, avgasemissioner mm
- Efterfråga lågvibrerande maskiner!
- Producera lågvibrerande maskiner!
- Använd lågvibrerande maskiner!

**Maskiner behöver inte vibrera
och skada människor!**