



Kartlegging og risikovurdering av hånd-arm vibrasjonseksposering (HAV-eksponering)

Åse Dalseth Austigard

Yrkeshygieniker SYH /siv.ing. kjemi, Arbeidsmiljøenheten Trondheim kommune

PhD-student IØT, NTNU



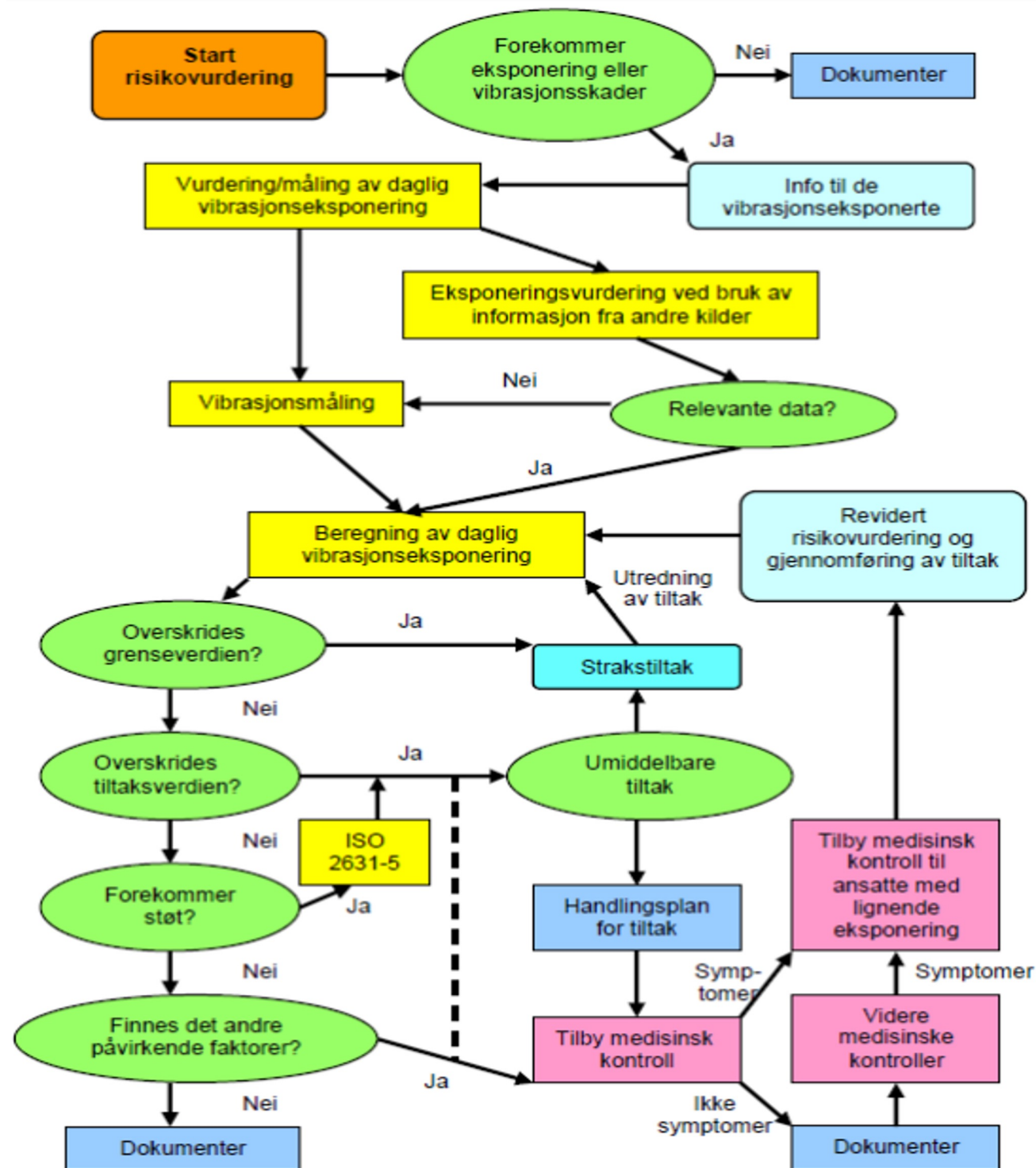
Kartlegging og risikovurdering av hånd-arm vibrasjonseksponering (HAV-eksponering)

- Kartlegging
 - Vibrasjonsnivå-vurderinger
 - Leverandørdata
 - Brukernes opplevelser
 - Målinger
 - Brukstidsvurderinger
 - Risikofaktorer
- Beregning av eksponeringsnivå, vibrasjonsdatabaser
- Forebyggende tiltak

Flytskjema gjengitt i
Vibrasjonshåndboka

Vet du nok til å si at
det er for mye, så gå
rett på tiltak!

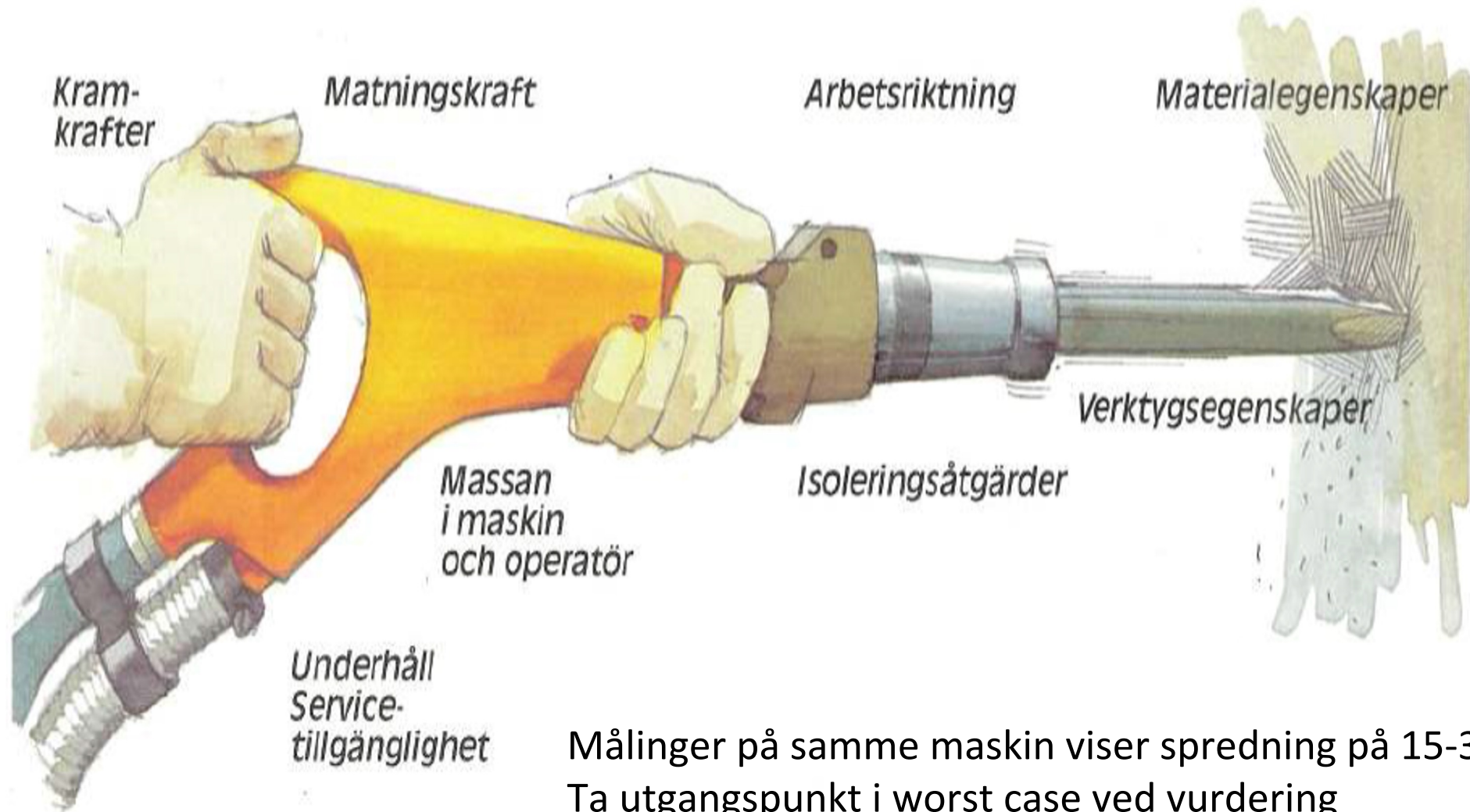
Minst/ ca 80% av
vurderingene kan
gjøres med
databasearbeid
(kilde: Arild Øvrum)



Forskrift om utførelse av arbeid §14-1 Risikovurdering

- a) eksponeringens nivå, type og varighet, forekomst av variasjon i vibrasjonsnivå og gjentatte støt,
- b) virkning på helsen og sikkerheten til arbeidstakere som er særlig utsatt for risiko,
- e) indirekte virkninger på arbeidstakernes helse og sikkerhet som skyldes vekselvirkninger mellom vibrasjoner og arbeidsstedet eller arbeidsutstyret,
- f) tiltaksverdiene og grenseverdiene for daglig eksponering av vibrasjoner, jf forskrift om tiltaks- og grenseverdier kapittel 2 og 3,
- g) produsentens informasjon om vibrasjonsnivået på arbeidsutstyret,
- h) alternativt arbeidsutstyr som gir lavere vibrasjonseksponering,
- j) relevante opplysninger fra helseundersøkelser, og andre offentliggjorte opplysninger, så langt det er mulig,

Hånd- og armvibrasjoner påvirkes av blant annet:



Målinger på samme maskin viser spredning på 15-30%
Ta utgangspunkt i worst case ved vurdering

Leverandørdata og usikkerhet

- Tommelfingerregel som oppgis av Skogen 2007:
 - ”Gang leverandørdata med 2 før du benytter dem i beregninger”
 - faktoren stammer fra tiden med måling i bare 1 akse
 - Å gange med 2 vil overestimere nivået i mange tilfeller

Fra 2022 referere ikke AT lenger til tommelfingerregelen
- Teknisk rapport CEN/TR 15350:2020
 - Bruk produsentoppgitt vibrasjonsnivå pluss usikkerhet
 - Bruk $2,5 \text{ m/s}^2$ dersom det er oppgitt “mindre enn $2,5 \text{ m/s}^2$ ”
 - min vurdering er at det blir for dårlig hvis produsenten ikke har oppgitt usikkerhet, eller at det er presisert at det er inkludert usikkerhet)
 - Gir ikke nok mulighet for å velge utstyr med laveste nivå

Usikkerhets- og nivåvurdering

- Enkelte databaser har allerede ganget med 2 når de har lagt inn ubekreftede leverandørdata, så pass på hvis du benytter databaser.
- Hvilket usikkerhetsnivå legges til grunn?
 - Måleutstyret gir ofte 3 desimaler. Kan benyttes i beregning, men ikke mer enn 1 i sluttresultatet.
 - Stor variasjon i måleresultater = stor usikkerhet.
 - Vanlig med 15-30% spredning i resultater. Måleutstysfeil er sjelden en stor del av dette
 - Legg minimum til leverandørens oppgitte usikkerhet

Samsvar mellom leverandørdata og målinger?

Det kan gå begge veier, men det er vanlig å måle mer enn hva leverandør oppgir. Handler om:

- underlag

- vedlikehold

- drift \neq test

Forskjellene kan være store

Utstyr skal ha vibrasjonsdata oppgitt i den tekniske dokumentasjonen

Vibrasjonsdatabaser

- På følgende nettsteder finnes databaser med produsentenes vibrasjonsdata, og i tillegg en del vibrasjonsdata målt under reell bruk av maskinene og kjøretøyene
- <https://www.vibration.db.umu.se/app/> (sist oppdatert mars 2019)
- https://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_list_macchinari_avanzata.php?lg=EN&page=0 (begynner å bli gammel. Sist oppdatert desember 2017)
- <http://www.hse.gov.uk/vibration/index.htm> (her må du velge)
<https://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm> (link på siden til excell-fil for nedlasting)
- <https://www.hse.gov.uk/vibration/HAV/source-vibration-magnitude-app3.pdf>

Funn og brukerens opplevelser

- dovne
- murre
- prikking
- vondt
- kalde fingre
- hvite fingre
- Hva synes de er verst å bruke?

Påvisning hos en ansatt medfører ekstra bevissthet i oppfølging av kolleger.

Også grunnlag for utstyr man velger fjerne eller å måle.

Måleutstyr

www.ptnordic.no

www.instrumentcompaniet.no

Human Vibration Analyzer Type 4447



Nor133/Nor136 Vibrasjonsmålere



www.bksv.com

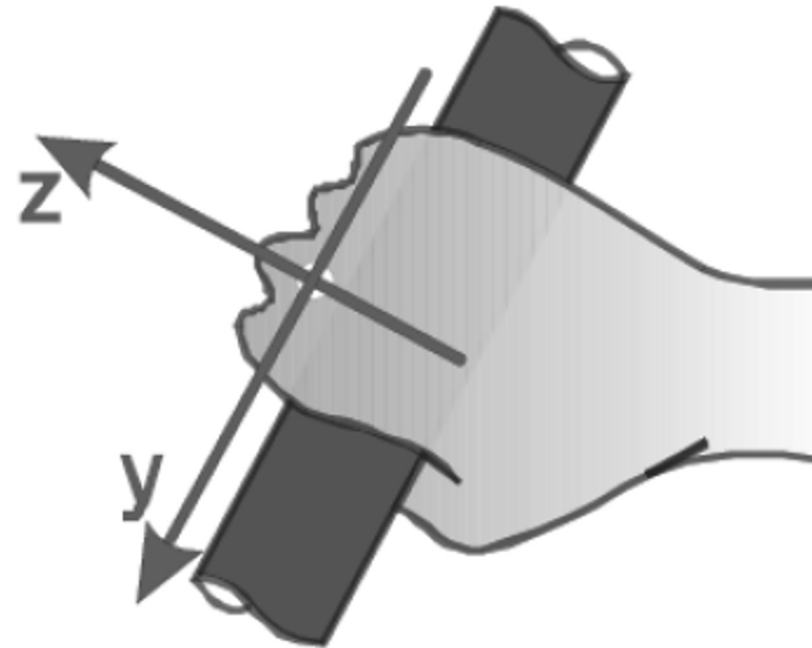
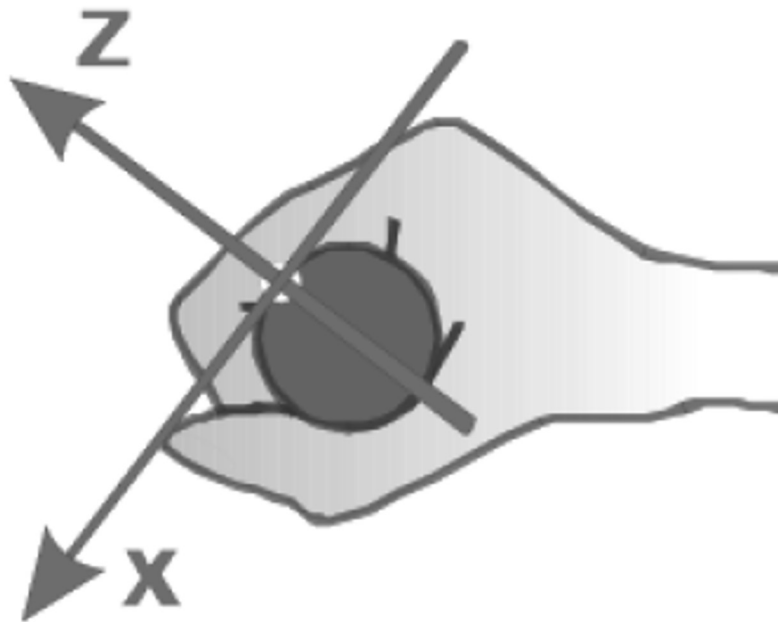
www.norsonic.com



www.havcontrol.co.uk

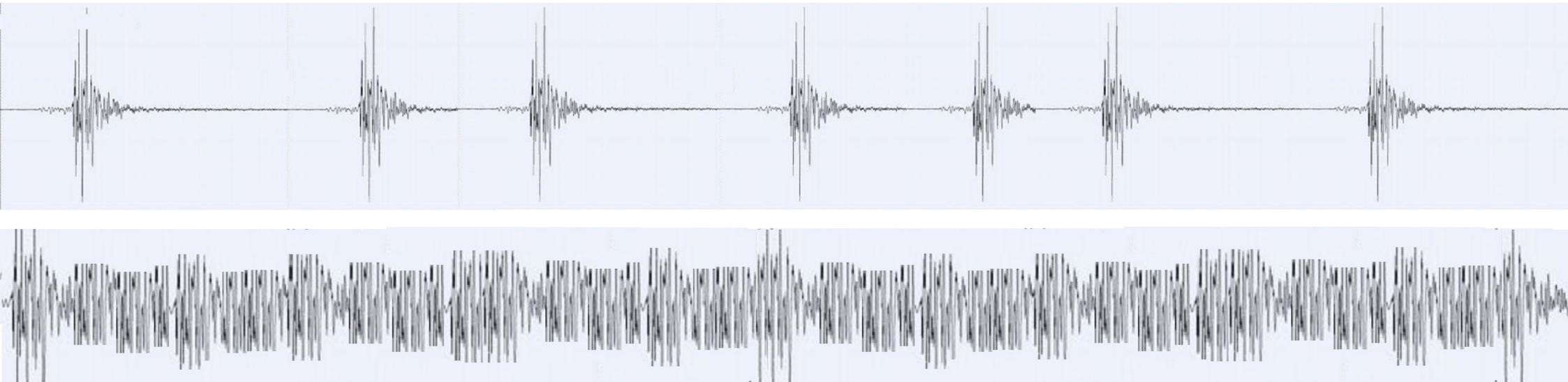


Aksesystem



Type og varighet – hvordan?

- Reell brukstid (“triggertid”) – hvor mye bruk før man går inn i nøyaktige vurderinger
- Måle (stoppeklokke, trigger-detektor på utstyr eller hånd, spørre)
- Representativt utvalg?
- Estimere
- Hva om det er endringer/ variasjoner?



Eksempel:

- Omlegging av dekk på en bil tar 15 minutter. Det skiftes dekk på 30 biler per dag.
- Jobber man da med vibrerende utstyr hele dagen?
 - Ja? Det kan se slik ut fra hvordan de kan svare
 - Nei: Kun den tiden de bruker muttertrekker mm; kanskje 2 min per bil
 - 5 muttere*3 s/mutter per dekk
 - gir 120 sek per bil; ca 2 min av 15 det tar å skifte dekk.

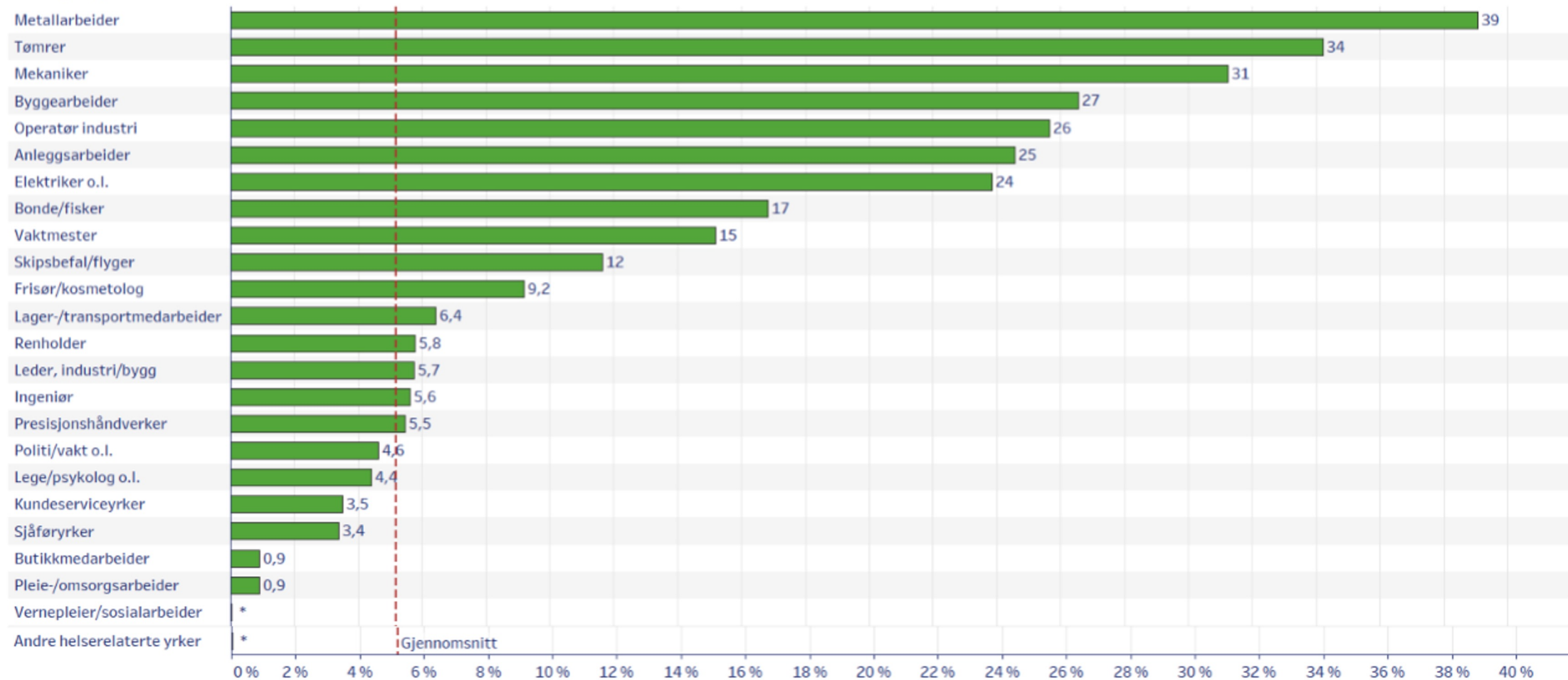
- Vibrasjoner (samlet)
- Helkroppsvibrasjoner
- Armvibrasjoner

5,2 % er utsatt for armvibrasjoner.

Det tilsvarer om lag 140 000 sysselsatte personer.

Figurene viser prosentandelen som oppgir at de er utsatt for armvibrasjoner i minst ¼ av arbeidsdagen. Dette kan være vibrasjoner fra håndholdte maskiner eller verktøy.

Yrkesgrupper



* Tall kan ikke oppgis pga. for få respondenter i datamaterialet eller få utsatte i gruppen.

■ Andel som er utsatt for armvibrasjoner



Personlige risikofaktorer

- Snus/røyking
- Nerveskader
- Diabetes
- Blodtrykksmedisin (betablokkere)
- Alder
- Høyde
- Overvekt/BMI
- Fysikk
- Gravid?

Ytre risikofaktorer

- Kulde
- Fuktighet
- Stress
- Arbeidsstillinger, ergonomi
- Høy kraftbruk



hav [Beskyttet visning] - Excel

[Fil](#)
[Hjem](#)
[Sett inn](#)
[Sideoppsett](#)
[Formler](#)
[Data](#)
[Se gjennom](#)
[Visning](#)
[Fortell meg hva du vil gjøre...](#)

BESKYTTET VISNING Vær forsiktig – filer fra Internett kan inneholde virus. Hvis du ikke trenger å redigere den, er det tryggere å holde seg i beskyttet visning. Aktiver redigering

D11

HAND-ARM VIBRATION EXPOSURE CALCULATOR

Version 5.6 June 2019

Company name / work area:

Employee ID and/or task name:

Tool or process name <small>Select HSE recommended initial values or enter your own information</small>	Vibration magnitude m/s ²	Exposure points per hour	Time to reach EAV 2.5 m/s ² A (8)		Time to reach ELV 5 m/s ² A (8)		Exposure duration		Partial exposure m/s ² A (8)	Partial exposure points
			hours	minutes	hours	minutes	hours	minutes		

Zoom to fit **Help**

Reset **Print (preview)**

Reset Options:

Lock tool or process information

Lock company and calc. by names

Instructions for use:

Enter vibration magnitudes and exposure durations (for an individual worker or a task carried out by several workers) in the **white areas**. Results are displayed in the **yellow areas**

Information on tool types may be entered directly into the tools/process names columns, or selected from a drop-down list of HSE recommended initial data values.

To clear all cells, click on the 'Reset' button

Tick the 'Lock tool or process information' check box to prevent 'Reset' clearing these cells

Additional information such as company name, worker name may be added if printing or saving the calculation.

For more information, click the 'Help' button

Daily exposure
m/s² A (8)

Total exposure
points

Exposure calculation by:

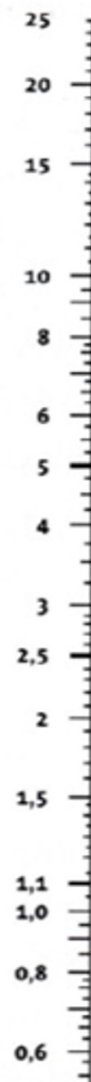
Job role:

Calculation date:



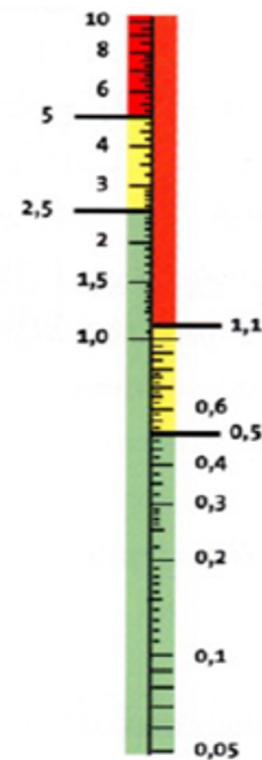
Nomogram.
Vibrasjonshåndboka
s. 53

Vibrasjons-
eksponering
 m/s^2

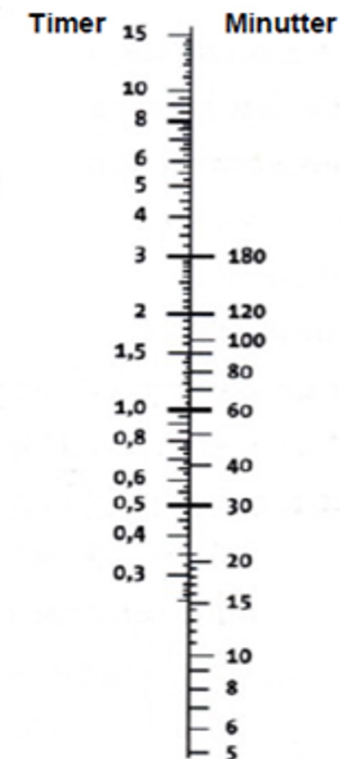


Daglig vibrasjons-
eksponering, $A(8)$, m/s^2

Hånd- og arm - Helkropp



Daglig
eksponeringstid



Rød strek

20 m/s² i 30 min:

Grenseverdi for HAV,
over for WBV

Blå strek:

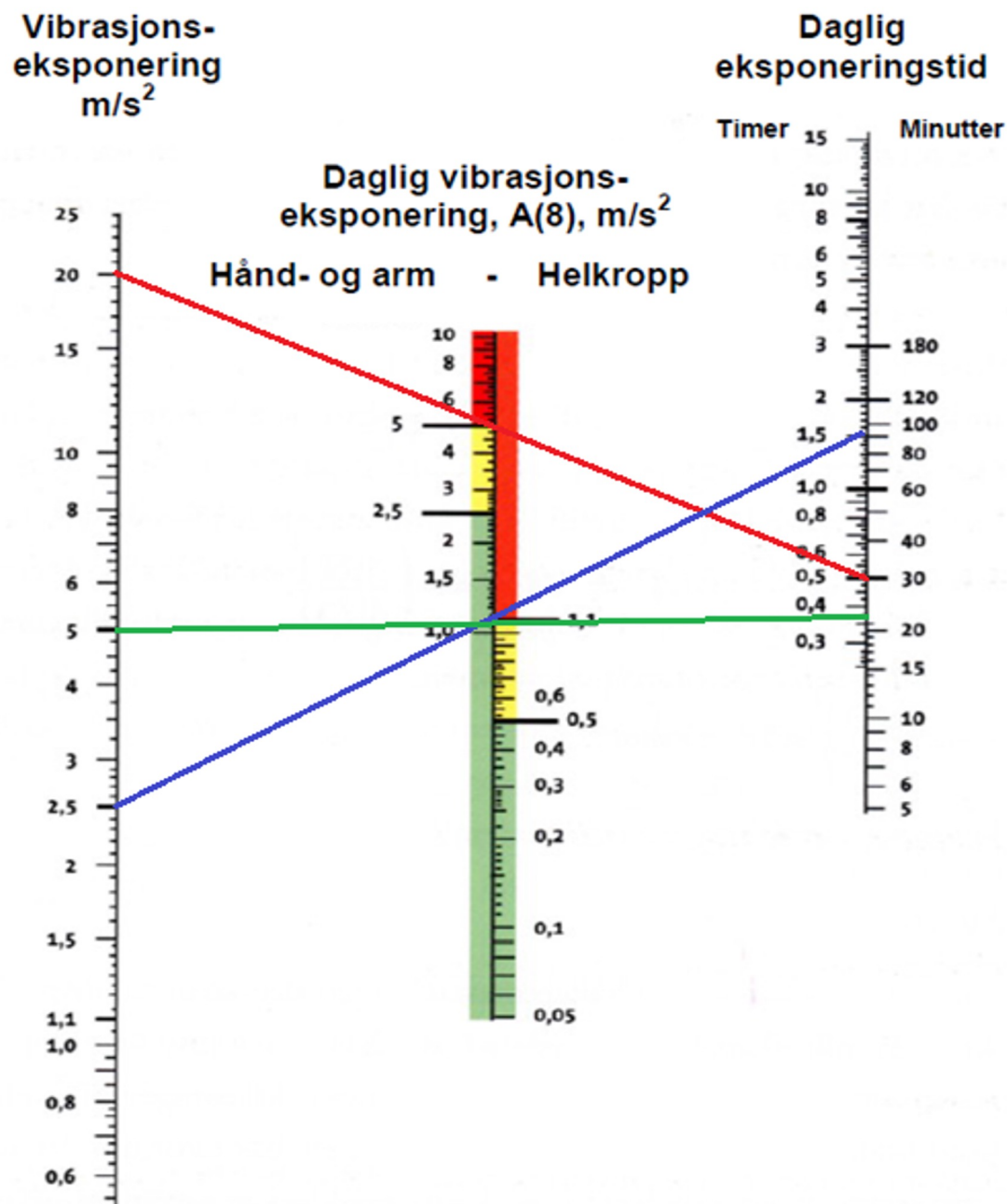
2,5 m/s² i 1,5 t:

Grønt for HAV,
grenseverdi for WBV

Grønn strek:

5 m/s² i drøyt 20 min:

Grønt for HAV,
grenseverdi for WBV



Eksponeringspoeng HAV.
 100 poeng = tiltaksverdi
 400 poeng = grenseverdi

Enkeltaktiviteter kan
 summeres for å finne
 dagspoeng.

Vibrasjonshåndboka fig. 24

Acceleration [m/s ²]	Daglig eksponeringstid											
	5 min	15 min	30 min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	
40	267	800	1600	3200	6400	9600	12800	16000	19200	25600	32000	
30	150	450	900	1800	3600	5400	7200	9000	10800	14400	18000	
25	104	313	625	1250	2500	3750	5000	6250	7500	10000	12500	
20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000	
19	60	181	361	722	1444	2166	2888	3610	4332	5776	7220	
18	54	162	324	648	1296	1944	2592	3240	3888	5184	6480	
17	48	145	289	578	1156	1734	2312	2890	3468	4624	5780	
16	43	128	256	512	1024	1536	2048	2560	3072	4096	5120	
15	38	113	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500	
14	33	98	196	392	784	1176	1568	1960	2352	3136	3920	
13	28	85	169	338	676	1014	1352	1690	2028	2704	3380	
12	24	72	144	288	576	864	1152	1440	1728	2304	2880	
11	20	61	121	242	484	726	968	1210	1452	1936	2420	
10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	
9	14	41	81	162	324	486	648	810	972	1296	1620	
8	11	32	64	128	256	384	512	640	768	1024	1280	
7	8	25	49	98	196	294	392	490	588	784	980	
6	6	18	36	72	144	216	288	360	432	576	720	
5,5	5	15	30	61	121	182	242	303	363	484	605	
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	
4,5	3	10	20	41	81	122	162	203	243	324	405	
4	3	8	16	32	64	96	128	160	192	256	320	
3,5	2	6	12	25	49	74	98	123	147	196	245	
3	2	5	9	18	36	54	72	90	108	144	180	
2,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	
2	1	2	4	8	16	24	32	40	48	64	80	

http://www.av.se/dokument/Teman/Vibrationer/Poangmetod_HandochArm.pdf



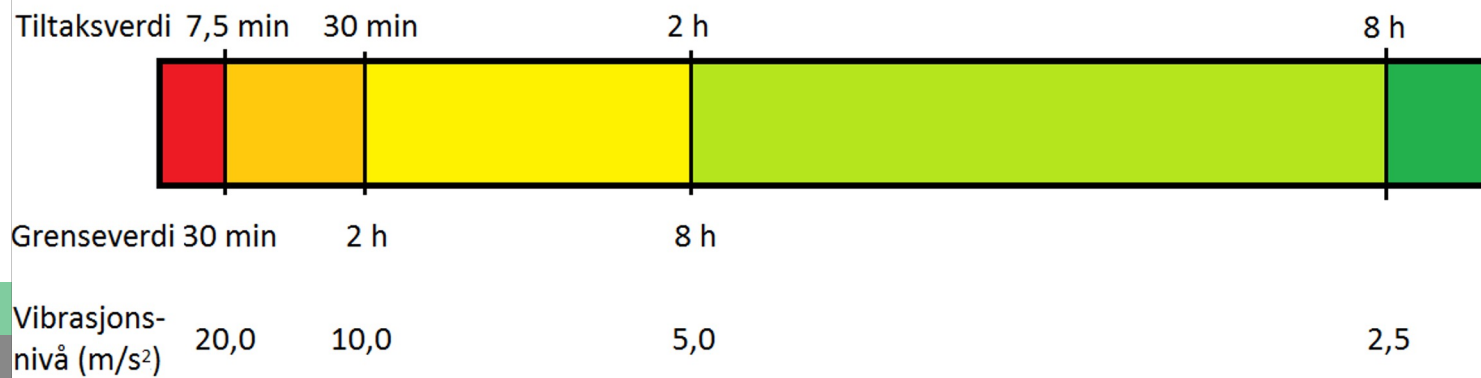
Fargekode	Eksponeringstid for å nå tiltaksverdien	Eksponeringstid for å nå grenseverdien
Rød	< 30 min.	< 2 timer
Gul	30 min. – 2 timer	2 – 8 timer
Grønn	> 2 timer	> 8 timer

Trafikklys-system ut fra hvor lenge man kan bruke det enkelte utstyr.

Gir brukeren info om hvor lenge det kan brukes per dag.

NB: det er alltid en **faktor 4** i tid mellom når man når tiltaksverdi og grenseverdi for HAV

Høyrødt	Tiltaksverdi nås før 7,5 min, grenseverdi før 30 minutter: Utstyret bør kasseres/ byttes ut. I noen tilfeller er reparasjon aktuelt.
Oransje	Tiltaksverdi nås før 30 minutter, grenseverdi før 2 timer: Utstyret må vurderes opp mot total brukstid. Ved brukstid over 30 minutter bør annet utstyr med mindre vibrasjon skaffes. Det må tas pauser slik at eksponeringen ikke kommer i en bolk
Gult	Tiltaksverdi nås før 2 timer, grenseverdi før 8 timer. Vær obs på helseeffekter, og ta pauser, bytt på oppgavene slik at man ikke står konstant hele dagen. Ved brukstid over 2 timer bør annet utstyr med mindre vibrasjon skaffes.
Grønt	Tiltaksverdi nås et sted mellom 2 og 8 timer. Grenseverdi overskrides ikke i løpet av 8 timer. Nytt utstyr bør minimum ligge her.
Mørkegrønt	Kan brukes mer enn 8 timer uten at tiltaksverdien nås



Forebyggende tiltak

- Vedlikehold og utskifting av utstyr
- Vibrasjonsdempende hansker?
- Større effekt av å redusere vibrasjonsnivået enn av å redusere tiden
- Krav i innkjøpssammenheng
- Rullering av arbeidsoppgaver
- Alternative arbeidsmetoder
- Varme hender
- Mikropauser
- Lett håndgrep

Redusere tid eller eksponeringsnivå?

$$a(8) = a_v \times \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{8}}$$

Reduseres tiden til det halve, reduseres 8-timers eksponeringen med 30 %

Redusere eksponeringsnivået til det halve, reduseres eksponeringen med 50%

WBV



HAV



Ingen
vibrasjon!

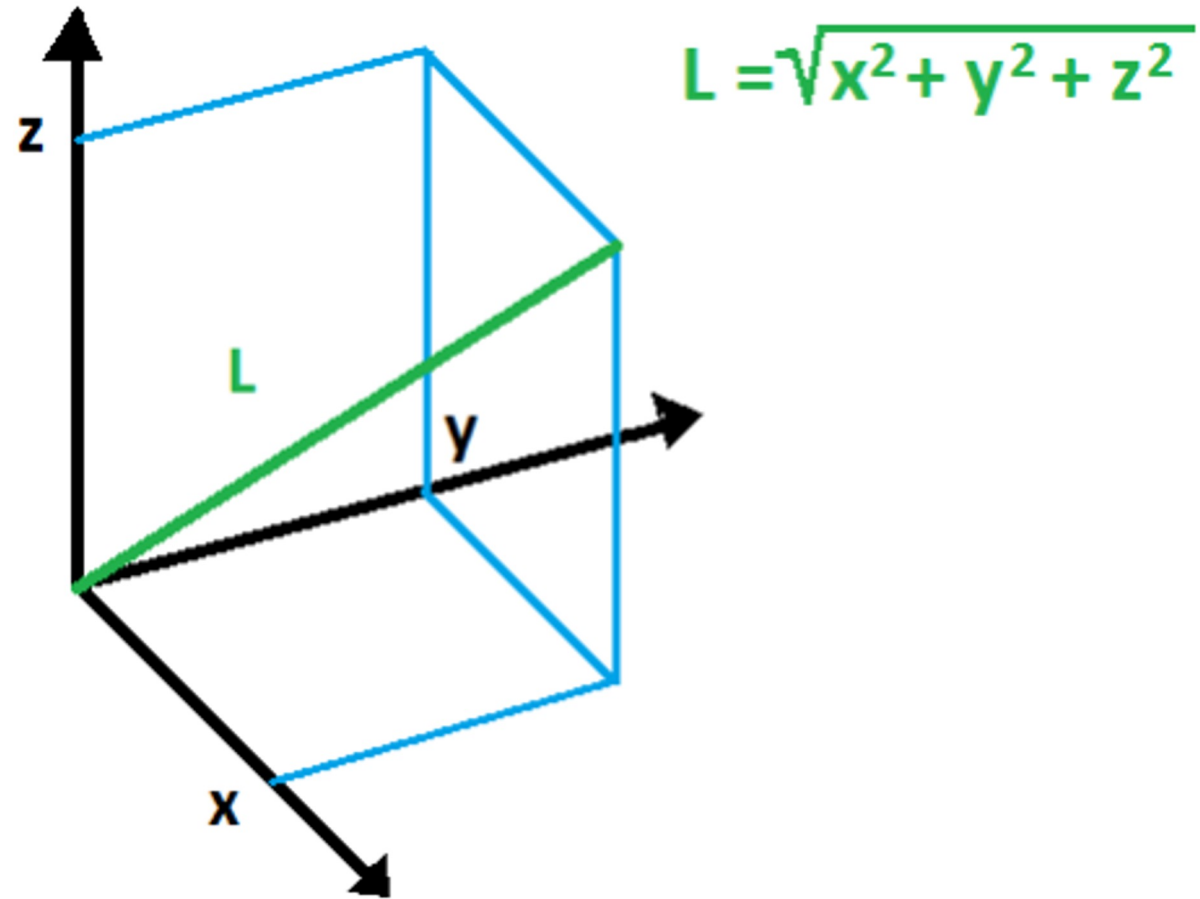
Ekstramateriale



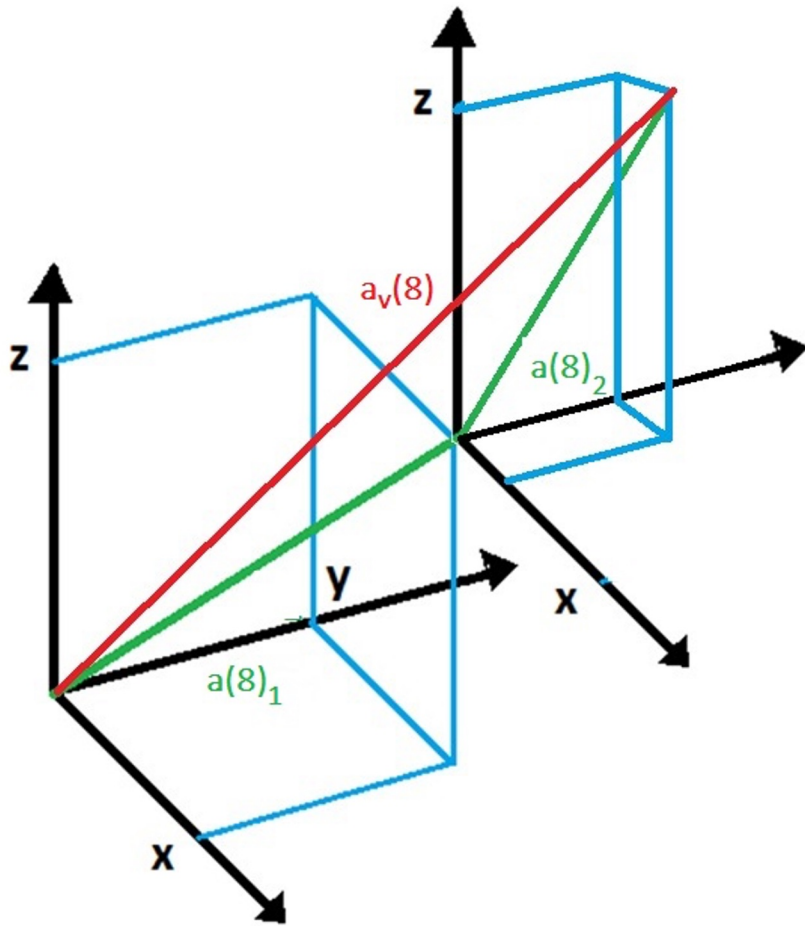
Vektorregning - RMS

Standard formel.

Ved beregning av vibrasjonsnivå er det vanlig at "L" noteres som "a_v", eventuelt "a_{vn}".
(a_w i noe måleutstyr)



Vektor-beregning på flere utstyr - summering av dose



$$a_v(8) = \sqrt{a(8)_1^2 + a(8)_2^2 + \dots + a(8)_n^2}$$



Vektorligningen

$$a_{vn} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

der

a_{vn} er vibrasjonsnivået av måling n

a_x , a_y og a_z er vibrasjonsnivået i den enkelte akse

(tilsvarer Pytagoras for beregning av trekant (2-dim))



Summering av aktiviteter

$$a_v = a_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^t (a(t))^2 dt}$$
$$= \sqrt{\frac{1}{T} (a_{v1}^2 * t_1 + a_{v2}^2 * t_2 + \dots + a_{vn}^2 * t_n)}$$

der

a_v er vibrasjonsnivået over måletiden T

T er den totale måletiden.

(Settes T til 8 timer får du total dagsdose)

t_1 til t_n er måletiden for den enkelte repetisjon

a_{v1} til a_{vn} er vibrasjonsnivået ved den enkelte repetisjon

Akseptabel eksponeringstid



$$T_{\text{exp}} = 8 \times \left(\frac{a(8)}{a_v} \right)^2 \quad \text{Samme som:} \quad a(8) = a_v \times \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{8}}$$

der

a_v er vibrasjonsnivået som skal vurderes

$a(8)$ er 8-timersverdien det beregnes i forhold til
(tiltaks- eller grenseverdi)

T_{exp} er tiden man kan bruke utstyret før $a(8)$ nås

8 er tiden normen gjelder for, her 8 timer

Formelen kan ved kjent brukstid i stedet brukes til å beregne en "vibrasjonsdose" som summeres med vektorligningen

Utleddning av formel:

Bidrag til dagsdose per måling (tar hensyn til eksponeringstid):

$$a(8) = a_v * \sqrt{\frac{T_{Eksp}}{8}} \Rightarrow a_8^2 = a_v^2 * \frac{t}{8} \Rightarrow a_T^2 = a_v^2 * \frac{t}{T}$$

a(8) – verdiene summeres med vektorligningen:

$$\begin{aligned} a_v(8) &= \sqrt{a(8)_1^2 + a(8)_2^2 + \dots + a(8)_n^2} = \sqrt{a_{v1}^2 * \frac{t_1}{8} + a_{v2}^2 * \frac{t_2}{8} + a_{v3}^2 * \frac{t_3}{8}} \\ &= \sqrt{\frac{1}{8} * (a_{v1}^2 * t_1 + a_{v2}^2 * t_2 + a_{v3}^2 * t_3)} \end{aligned}$$

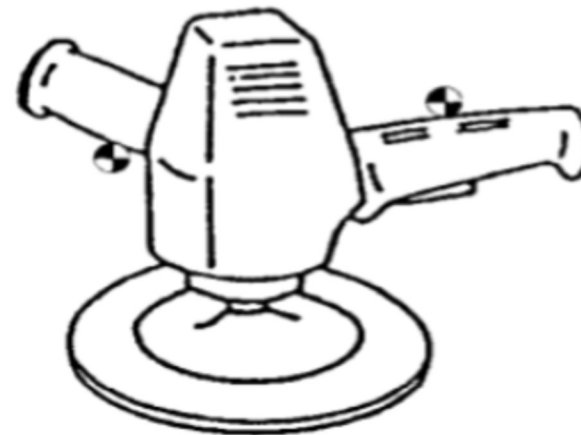
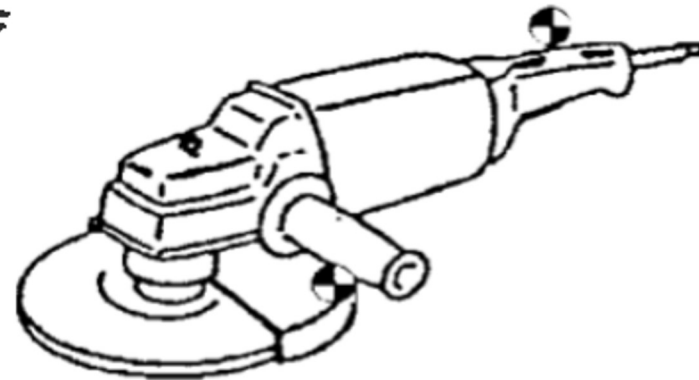
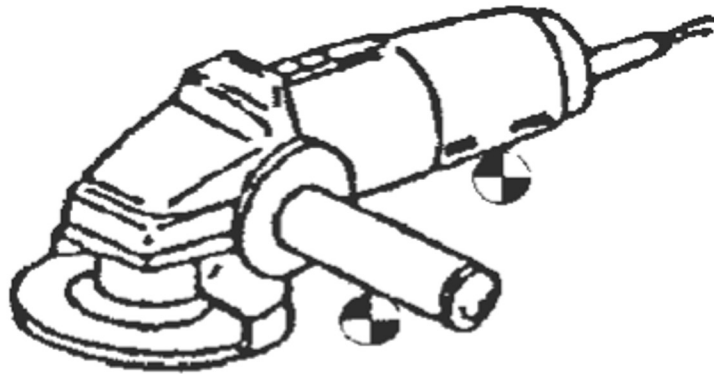
Når det bare vurderes etter samlet måletid:

$$a_v(T) = \sqrt{\frac{1}{T} * (a_{v1}^2 * t_1 + a_{v2}^2 * t_2 + a_{v3}^2 * t_3)}$$

som ved flere målinger med lik tid blir:

$$a_v = \sqrt{\frac{a_1^2 * t + a_2^2 * t + \dots + a_n^2 * t}{n * t}} = \sqrt{\frac{a_{v1}^2 + a_{v2}^2 + \dots + a_n^2}{n}}$$

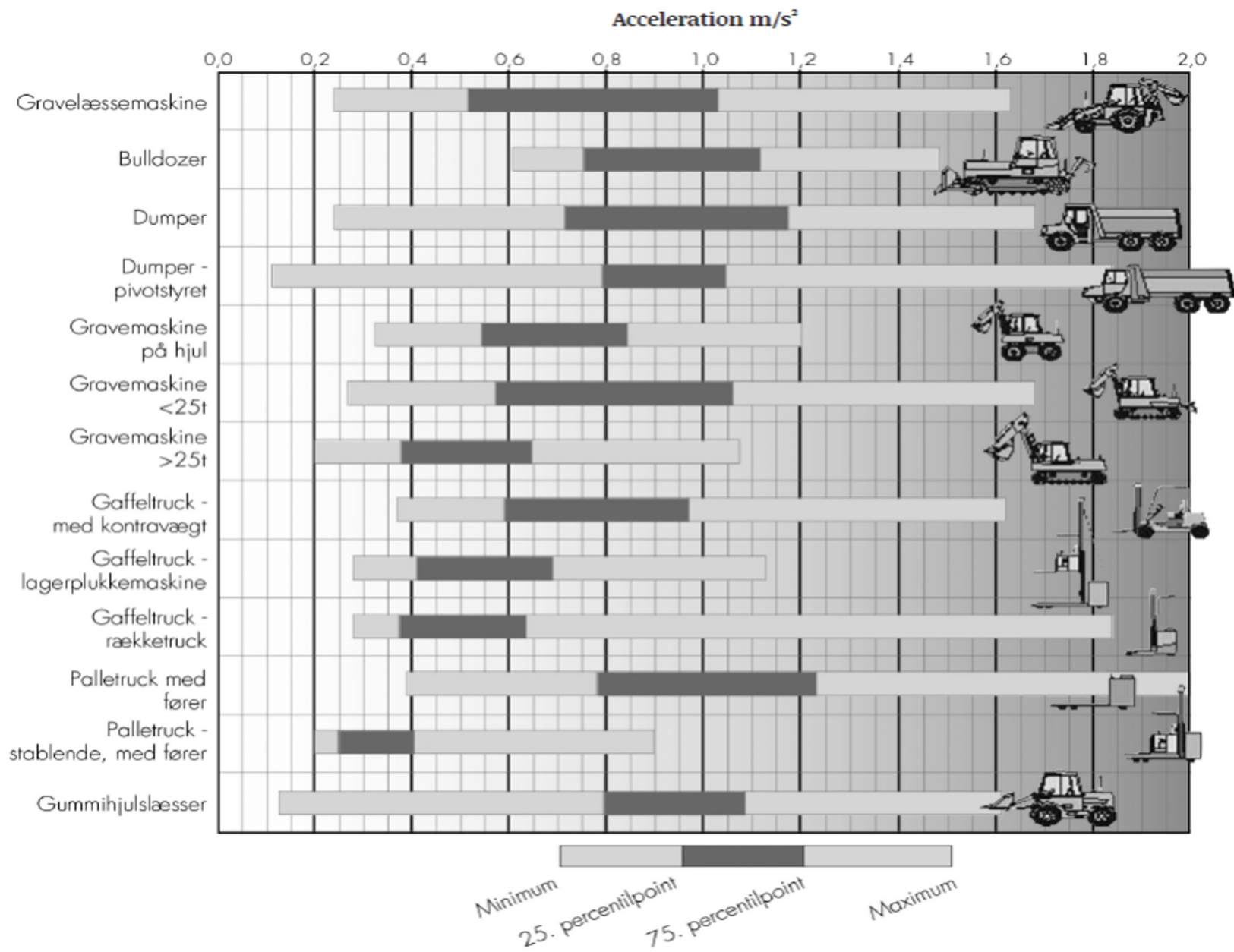
Standardiserte måleposisjoner



Fra EU-guiden om God praksis

Guide to good practice on Whole-Body Vibration.
 European Commission
 Directorate General
 Employment, Social Affairs
 and Equal Opportunities. EU
 Good Practice Guide V6.7g.
 12/6-2006.

http://resource.isvr.soton.ac.uk/HRV/VIBGUIDE/2008_11_08%20WBV_Good_practice_Guide%20v6.7h%20English.pdf



Vibrasjonskalkulatorer

- Norsk olje og gass (viser til Sinus)
- <http://stoydata.sinusas.no/Calculator.aspx>
- <http://ergonomiportalen.no/vibrasjon/>
- <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm>
(jeg foretrekker denne)

Se også referanse 1 i:

<http://oem.bmj.com/content/61/5/387.full.pdf+html>



NS-EN-ISO 5349-1 og 2

- Skjema for føring av måleopplysninger
- Minimum
 - 3 repetisjoner
 - Total måletid minst 1 minutt
 - men uansett nok til en sikker nok vurdering
- Måles i alle aktuelle bruksmåter
 - Underlag/ materialeegenskaper
 - Håndgrep/ dempingsegenskaper i håndtak
 - Ekstrautstyr

Feilkilder ved vibrasjonsmålinger

- Bruk riktig måleområde i forhold til vibrasjonsnivået.
- Unngå direkte berøring av akselerometeret.
- Festing av akselerometeret.
- Gripekraft.
- Elektromagnetiske forstyrrelser
 - Unngå å plassere signalkablene parallelt med strømkablene.
 - Kraftige vibrasjoner i signalkablene kan danne falske elektriske signaler.
- Ved kraftige støt ved bruk av slagverktøy kan det dannes en falsk lavfrekvent tilleggskomponent.
- Husk å kalibrere (eller i det minste funksjonskontrollere) vibrasjonsmåleren før og etter bruk.

Eksempler på reelle måledata



Hva	Gjennomsnitt	standardavvik	n
1.1 Gressklipper, på asfalt (transport)	4,0	0,5	3
1.2 Gressklipper, på gress	3,3	0,1	4
1.3 Gressklipper, gress, gasshåndtak	3,2	0,2	3
2.1 Løvblåse, håndtak	2,1	0,3	3
2.2 Løvblåser, på blåserør	3,3	0,1	3
3.1 Kanttrimmer, hovedhåndtak	4,6	2,2	5
3.2 Kanttrimmer, støttehåndtak	7,6	0,2	3
4.1 Slåmaskin, tomgang (transport)	3,8	0,2	4
4.3 Slåmaskin,	19,1	0,3	3
4.4 Slåmaskin, på grus (transport)	3,5	0,8	4
5.1 Løvblåse, på gress	8,1	1,1	3
5.2 Løvblåse, på hardt underlag	9,1	1,2	5
8.1 Sitteklipper, på gasspedal	8,1	0,5	11

Hva	Gjennomsnitt	standardavvik	n
10.1 Gressklipper, elektrisk	4,3	0,1	3
10.2 Kantklipper, elektrisk, høyre / venstre	1,5/ 2,5	0,1	3
10.3 Kantklipper, bensin, høyre / venstre	11,7 / 11,3	1,6 / 0,6	3
10.4 Hekksaks, elektrisk, venstre	5,1	0,7	3
10.5 Hekksaks, bensin, høyre / venstre	12,4 / 11,5	1,1 / 0,6	3
10.6 Motorkost, elektrisk, høyre	2,0	0,1	3
10.7 Motorkost, bensin, høyre	11,3	0,1	3



Snitt av en måleserie på ett utstyr

Rapporteres som rent aritmetisk gjennomsnitt av vektorsummene for den enkelte måling, ikke RMS-snitt (a_v) av flere målinger.

Standardavvik rapporteres (usikkerhet)

Forskjellen mellom RMS og aritmetisk snitt er liten til ikke-eksisterende så lenge spredningen i måledata er liten