

RISIKOVURDERING AV MEKANISKE VIBRASJONER

Hånd- og armvibrasjoner

Helkroppsvibrasjoner



Styringsgruppe

Tom Myran, professor,
Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU.
Arild Ljådal, rådgiver NHO Telemark.
Ole Skaane, toksikolog / juridisk rådgiver,
HMS-seksjon, Hydro Polymers AS.
Anne Kristin Fell, overlege,
Seksjon for arbeidsmedisin, Sykehuset Telemark.
Berit Sørset, fagsjef, Norsk Industri.

Prosjektgruppe

Ulf Skogen, sertifisert yrkeshygieniker / eurotox reg.
toksikolog, Bedriftshelsen as.
Birger Bjørkevoll, verneleder, Borealis AS.
Ole-Jørgen Hetty, HMS-koordinator,
NLI Alfr. Andersen as.

Informasjonen i håndboken vil forhåpentligvis gjøre bedriftshelsetjenestene bedre i stand til å kunne bistå sine medlemsbedrifter i risikovurderingen av mekaniske vibrasjoner.

NHOs arbeidsmiljøfond har gitt økonomisk støtte til utarbeidelsen av håndboken.

Informasjonen gitt i håndboken er hentet fra litteratur, forskrifter og standarder angitt på sidene 87-90.

En stor takk til medlemmene i styringsgruppen og prosjektgruppen, samt overlege dr. med. Bo Veiersted (STAMI), forsker III / doktorgradskandidat Kristian Gould (Universitetet i Bergen) og fysioterapeut Solrun Holien (HMS Mosjøen AS), for nyttige innspill og diskusjoner. Vedlegg nr. 5, målerapport for helkroppsvibrasjoner, er utarbeidet av Solrun Holien.

Ulf Skogen
Prosjektleder, Skien 10. oktober 2007.

FORORD

I følge Statistisk sentralbyrås levekårsundersøkelse om arbeidsmiljø, påvirkes nærmere 200 000 arbeidstakere i Norge av arbeid med vibrerende håndholdte maskiner eller helkroppsvibrasjoner. Vibrasjon kan gi nedsatt funksjon av hender, invalidiserende tilstander og irreversible skader. Skadetyper som er typiske er hvite fingre og nerveskader som gjerne kommer på hender og armer. Ryggplager kan være forårsaket av helkroppsvibrasjoner. Yrkesgrupper som bønder, håndverkere og sjåførere er særlig utsatt, og menn er i flertall.

I følge Statistisk sentralbyrå sine levekårsundersøkelser fra 1996-2003 er det i gjennomsnitt, for både menn og kvinner i alle typer industri, 6% i alderen 16-66 år som mesteparten av arbeidstiden er utsatt for vibrasjoner. Det er i yrker i industrien (17%), transport (10%) og jord-, skogbruk, fiske (20%), hvor prosentandelen vibrasjonseksponerte er størst. Det er 11% av alle sysselsatte menn i alderen 16-66 år, som mesteparten av arbeidstiden er utsatt for vibrasjoner. 6% er utsatt for helkroppsvibrasjoner, og 5% er utsatt for hånd- og armvibrasjoner. 2% av alle sysselsatte kvinner i alderen 16-66 år, oppgir at de mesteparten av arbeidstiden er utsatt for vibrasjoner. 1% er utsatt for helkroppsvibrasjoner, og 1% er utsatt for hånd- og armvibrasjoner. I følge Statistisk sentralbyrå var i 2003, 19% av operatører/sjåførere, 6% av håndverkere, 16% av bønder og fiskere og 1% i salgs- og serviceyrker, utsatt for hånd- og armvibrasjoner og/eller helkroppsvibrasjoner, mesteparten av arbeidstiden.

Vibrasjoner i arbeidsmiljøet er et felt hvor det til nå er gjort lite arbeid i Norge. Antall meldte vibrasjonsskader har i de siste 10 år ligget på ca. 20-30 stk. per år, uavhengig av kjønn, mens det i Sverige er meldt 600-1100 vibrasjonsskader for menn og 20-30 for kvinner, per år.

En av fem i Norge rapporterer moderate eller kraftige smerter i muskler, sener og ledd, som de mener helt eller delvis skyldes arbeidet. Nakke- og skulderplager er de vanligste med 14%, mens armlager utgjør 9%. De siste 10 årene har man fått bedre kunnskap om arbeidsfaktorer som bidrar til nakke- og skuldersmerter.

Ved Det Europeiske arbeidsmiljøkontor har man konkludert med hva som er godt dokumenterte risikofaktorer. Det er både individfaktorer, psykososiale, sosiale og organisatoriske faktorer og ikke minst fysiske faktorer. Av de fysiske faktorene nevnes blant annet vibrerende håndholdte maskiner. Internasjonalt er vibrasjon et prioritert område, og det er utarbeidet et EU-direktiv om temaet, 2002/44/EF av 22 juni 2002. EU har definert vibrasjon som en av sine 10 satsningsområder på arbeidsmiljø og helse. Forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner- gjennomfører direktiv 2002/44/EF, og trådte i kraft 6. juli 2005. Den nye forskriften inneholder blant annet krav om risikovurdering, og angir tiltaks- og grenseverdier for vibrasjonseksponering.

I følge arbeidsmiljølovens § 3-3, skal arbeidsgiver knytte til seg bedriftshelsetjeneste (BHT) dersom risikoforholdene i virksomheten tilsier det. Vurderingen av om slik plikt foreligger skal foretas som ledd i gjennomføringen av det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet.

I kommentarene til forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner-, som omhandler § 6 om risikovurdering, står det som følger: Mange virksomheter hvor arbeidstakere utsettes for vibrasjoner har plikt til å knytte til seg bedriftshelsetjeneste (BHT). BHT skal kunne bistå med risikovurderingen. Vi håper at denne håndboken vil gi nyttige innspill i dette arbeidet.

INNHALDSFORTEGNELSE

HVA ER VIBRASJONER?	9
HVORDAN PÅVIRKES MENNESKET?	9
Hånd- og armvibrasjoner	9
Helkroppsvibrasjoner	11
VIBRASJONSTEORI	14
Vibrasjonsnivå	14
Frekvens	15
Toppfaktor (TF)	15
Frekvensveiling	15
Vibrasjonstype	16
Vibrasjonsretning	18
Hvilke vibrasjonsparameter brukes i eksponeringvurderingen?	18
FORSKRIFT NR. 582, VERN MOT MEKANISKE VIBRASJONER	19
Tiltaksverdier og grenseverdier	19
Tiltak ved overskridelse av tiltaksverdiene	19
Tiltak ved overskridelse av grenseverdiene	20
Målestandarder	20
BESTEMMELSE AV VIBRASJONSNIVÅET	21
Bruk av produsentens data	21
Bruk av andre datakilder	23
MÅLINGER AV VIBRASJONSNIVÅET	26
Måleutstyr	26
Akselerometere	26
Målinger av hånd- og armvibrasjoner	27
Måletid for hånd- og armvibrasjoner	28
Måleretninger for hånd- og armvibrasjoner	28
Målefrekvenser for hånd- og armvibrasjoner	29
Plassering og festing av akselerometere for måling av hånd- og armvibrasjoner	29

Målinger av helkroppsvibrasjon	34
Måletid for helkroppsvibrasjoner	36
Måleretninger for helkroppsvibrasjoner	36
Målefrekvenser for helkroppsvibrasjoner	36
Plassering og festing av akselerometere for måling av helkroppsvibrasjoner	37
Kilder til usikkerhet ved vibrasjonsmålingene	38
Målekonsulenter og selgere/utleiery av vibrasjonsmålestyr	39
Helkroppsvibrasjoner med støt	40
VDV - Tiltaksverdier og grenseverdier	40

BESTEMMELSE AV EKSPONERINGENS VARIGHET

Hånd- og armvibrasjon	42
Helkroppsvibrasjon	42

MATEMATISKE BEREGNINGER AV VIBRASJONSEKSPONERING

Hånd- og armvibrasjoner	43
Helkroppsvibrasjoner	45
Matematiske beregninger av vibrasjonseksposering ved støt	47

BEREGNING AV DAGLIG VIBRASJONSEKSPONERING

Web-baserte verktøy	50
Eksponeringsgraf	50
Eksponeringsnomogram	53
Eksponeringspoengsystem	54
Trafikklyssystem	56

RISIKOVURDERING	58
Forundersøkelse	58
Innholdet i risikovurderingen	61
Hvordan kan en risikovurdering se ut for å tilfredsstille kravene i forskriften?	63
Rapportmaler for risikovurdering	74
RISIKOKONTROLL - TILTAK	75
Kjøretøy- / maskinvalg	75
Innkjøpspolitikk	75
Alternative arbeidsmetoder	76
Arbeidsprosesser	78
Arbeidsplassutforming	78
Vedlikehold	80
Vibrasjonsdempende hansker	80
Beskyttelse mot kulde	81
OPPLÆRING OG INFORMASJON TIL ARBEIDSTAKERE	82
KRAV TIL PRODUSENTER, IMPORTØRER OG LEVERANDØRER	83
Arbeidstilsynets forskrift om maskiner	83
Arbeidstilsynets forskrift om tekniske innretninger	88
DATABASER	86
VIBRASJONSKALKULATORER	86
LITTERATUR	87
FORSKRIFTER	88
STANDARDSER	89

VEDLEGG

Nr. 1 Innholdet i en målerapport for hånd- og armvibrasjon	91
Nr. 2 Eksempel på en målerapport for hånd- og armvibrasjon	95
Nr. 3 Rapportmal for risikovurdering, hånd- og armvibrasjon	113
Nr. 4 Innholdet i en målerapport for helkroppsvibrasjon	115
Nr. 5 Eksempel på en målerapport for helkroppsvibrasjon	118
Nr. 6 Rapportmal for risikovurdering, helkroppsvibrasjon	127
Nr. 7 HAVS Screening	130
Nr. 8 Helkroppsvibrasjoner Screening	131
Nr. 9 Oversikt over målekonsulenter og selgere / utleiere av vibrasjonsmåleutstyr	133

HVA ER VIBRASJONER?

Den enkleste formen for vibrasjon, er en frem- og tilbakegående bevegelse.

Vibrasjoner påvirker oss mennesker på ulike måter. Det er derfor naturlig å dele inn vibrasjoner i to ulike områder, helkroppsvibrasjoner og hånd- og armvibrasjoner.

Hånd- og armvibrasjoner er mekaniske vibrasjoner som overføres fra arbeidsutstyr til hånd og/eller arm og medfører risiko for skade på blodkar, skjelett, ledd, nerver eller muskler. Man utsettes for hånd- og armvibrasjoner ved arbeid med vibrerende maskiner som holdes i hendene f.eks. slipemaskiner, motorsager, muttertrekker, meiselmaskiner, gressklippere etc.

Helkroppsvibrasjoner er mekaniske vibrasjoner som overføres til hele kroppen og medfører risiko for helseskade, særlig i ryggraden. Man utsettes for helkroppsvibrasjoner f.eks. i skogsmaskiner, gravemaskiner, trucker, tog, busser etc.

HVORDAN PÅVIRKES MENNESKET?

HÅND- OG ARMVIBRASJONER

Akutte effekter

Akutte effekter av vibrasjon kan være nedsatt blodgjennomstrømning, nedsatt følelse med evt. dårligere finmotorikk og økt muskelaktivering. De ovennevnte akutte effekter kan føre til problemer med å utføre presisjonsoppgaver, problemer med å håndtere maskiner og dermed økt risiko for ulykker. Tiden det tar før normal følelse gjenopprettes varierer med eksponeringstiden og vibrasjonsnivået, men 10-30 minutter er vanlig.

Kroniske effekter

Langvarig vibrasjonseksposering kan føre til varige skader på blodårer, nerver, muskler og ledd. Hånd-arm vibrasjonssyndrom (HAVS) er et samlebegrep for vevsskade/dysfunksjon i kar, nerve og/eller muskel-/skjelettsystemet i arm/hånd forårsaket av vibrasjon. Det finnes per i dag begrenset medisinsk behandling mot hvite fingre eller nerveskader.

Hvite fingre / Raynaud`s fenomen

Hvite fingre / Raynaud`s fenomen kjennetegnes av anfallsvise, blodfattige og følelseløse fingre, se figur 1. Når blodet kommer tilbake i fingrene, og de hvite fingrene blir røde, oppleves dette som smertefullt. Fortsetter vibrasjonseksposeringen vil de hvite områdene bli større, og flere fingre påvirkes. Tommelen påvirkes sjelden. Personer med hvite fingre får problemer med å arbeide i kulde. Foruten vibrasjon og kulde kan faktorer som fuktighet, stress, nikotin og enkelte medisiner (f.eks. mot høyt blodtrykk), påvirke blodsirkulasjon. Epidemiologiske og kliniske studier viser at det som regel kan forventes en viss reversibilitet av hvite fingre dersom vibrasjonseksposeringen opphører.



Figur 1: Hender med hvite fingre.

Nerveskader

Diffus perifer nerveskade

Symptomene er lammelser i fingre/hånd og evt. underarm, nedsatt følsomhet for vibrasjon, berøring, temperatur og smerte, og dårligere finmotorikk og nedsatt kraft.

Karpaltunnelsyndrom

Skyldes trykk på nervus medianus i håndleddet.

Symptomene er som ved diffus skade, men spesielt i pekefinger og langfinger. Det er vanlig med nattlige smerter i håndleddet, med utståling til hånd og underarm. En av faktorene som kan bidra til utvikling av Karpaltunnelsyndrom er vibrasjon, men andre faktorer har også betydning.

Skader på muskel-/skjelettsystemet

Sammenhengen mellom skader på muskel-

/skjelettsystemet og vibrasjonseksposering er usikker. Det er en viss overhyppighet av slitasjegikt i håndledd og albue hos vibrasjonseksposerte. Muskelsmerter og redusert muskelstyrke i underarmene ses ofte, men det er usikkert om dette kan relateres til vibrasjonseksposeringen alene.

HELKROPPSVIBRASJONER

Overføringen av vibrasjoner til kroppen blir påvirket av frekvens, vibrasjonsretning, kroppsstilling etc. Effekten av vibrasjoner på kroppen er derfor kompleks.

Epidemiologiske studier har vist at personer eksponert for helkroppsvibrasjoner over lang tid har en økt risiko for rygg smerter, skiveutglidning og tidligere degenerative forandringer i ryggrad.

Mange sjåførere klager også over smerter i nakke og skuldre, men epidemiologiske studier viser ingen sikker sammenheng mellom vibrasjonseksposering og slike plager.

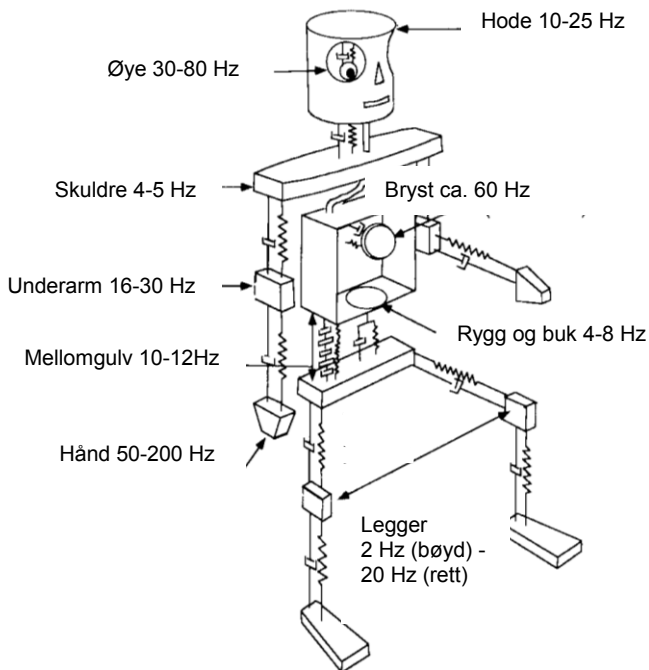
Spørsmålet om eksponering for helkroppsvibrasjoner kan føre til fordøyelsesplager, forstyrrelser i blodomløpet, og skader på forplantningsevnen, er ikke avklart.

Eksponering for lavfrekvent vibrasjon kan føre til bevegelsessyke / reisesyke.

Smerter i rygg, nakke og skuldre er ikke spesifikke for vibrasjonseksponering. Det er mange andre faktorer som for eksempel arbeidsstilling, arbeidsbelastning, individuell følsomhet etc., som har betydning. Forhøyede vibrasjonsnivåer er imidlertid forbundet med økende antall yrkessjåfører med rygg smerter.

De ulike kroppsdelers respons på vibrasjoner er frekvensavhengig. I en bestemt del av kroppen kan vibrasjoner med en gitt frekvens bli redusert, mens vibrasjonene ved en annen frekvens kan bli forsterket pga. resonans. Det er laget flere ulike typer biomekaniske modeller som viser hvordan vibrasjoner med ulike frekvenser påvirker kroppen. Et eksempel på en slik modell er vist i figur 2. Modellen viser effektene av vibrasjoner i z-(vertikal) retningen. Effektene av vibrasjoner horisontale x-(frem og tilbake) og y-(sideveis) retninger kan gi helt andre resonansforhold, og dermed andre effekter.

Et vibrerende underlag oppleves ulikt på kroppen avhengig av vibrasjonenes frekvens. Ved eksponering for lavere frekvenser opplever man at hele kroppen settes i svingning, mens det ved høyere frekvenser bare kjennes i lår, legger og føtter.



Figur 2: Vibrasjoner med ulike frekvenser påvirker kroppen på ulike steder. Vibrasjoner i z-(vertikal) retningen er vist på figuren (4).

VIBRASJONSTEORI

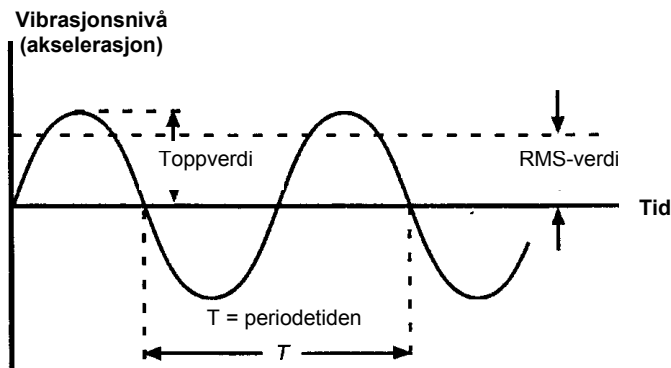
VIBRASJONSNIVÅ

Vibrasjonsnivået kan beskrives på flere ulike måter.

Med forflytning menes bevegelse i forhold til hviletilstanden, angitt i enheten meter (m).

Hastighet angir forflytningshastigheten per tidsenhet, angitt i enheten meter per sekund (m/s).

Akselerasjon angir hvordan forflytningshastigheten forandres med tiden, angitt i meter per sekund² (m/s²). Akselerasjon er den enheten som brukes for å beskrive hvordan vibrasjoner påvirker mennesket. Et problem er at akselerasjon hele tiden endres under en enkelt vibrasjon. Hvilke verdi skal man da angi? Man kan angi den høyeste verdien, toppverdien eller peakverdien, men helst vil man angi en type middelvei. Ettersom vibrasjon er en frem og tilbakebevegelse omkring et hvilenivå, så kommer en vanlig middelvei til å bli null, pga. svingningen er like stor på begge sider av hvilenivået. Det er derfor vanlig å angi vibrasjonenes effektiv-middelvei som kalles RMS-verdi (Root Mean Square), se figur 3. Effektiv-middelveien eller effektivverdien svarer til vibrasjonens energiinnhold per tidsenhet.



Figur 3: Toppverdi og RMS-verdi (5).

Effektivverdien (RMS-verdien) er definert som:

$$a_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^t (a(t))^2 dt}$$

$a(t)$ = akselerasjonens øyeblikksverdi ved tiden t

T = angir den totale tiden der a_{RMS} skal beregnes.

FREKVENS

Frekvensen hos en vibrasjon beskriver hvor ofte svingningene forekommer, og måles i svingninger per sekund. Denne enheten kalles Hertz (Hz).

Frekvensen er definert som:

$$f = \frac{1}{T}$$

der f er frekvensen og T er periodetiden for den aktuelle frekvensen

TOPPFAKTOR (TF)

Toppfaktoren (crest faktoren) brukes for å beskrive forholdet mellom toppverdien og RMS-verdien.

Toppfaktoren defineres som:

$$TF = \frac{a_{topp}}{a_{RMS}}$$

FREKVENSVEIING

Normalt vurderes ulike frekvenser å ha ulik betydning for påvirkning på mennesker. Visse frekvenser har større evne enn andre til å påvirke kroppens ulike vev. Dette innebærer at ulike frekvensområder vektet ulikt, såkalt frekvensveiging. Moderne måleinstrumenter har innebygd frekvensveiging.

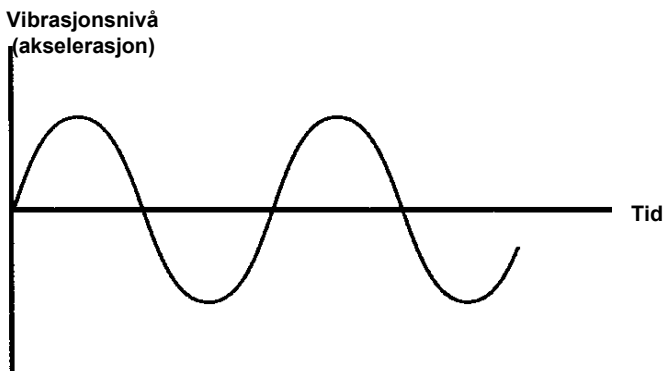
For helkroppsvibrasjoner er de viktigste frekvenser fra 0,5-80 Hz. For helkroppsvibrasjoner blir to typer vekting benyttet. En type vekting, Wd-vekting, brukes på de horisontale aksene x og y, og en annen type vekting, Wk-vekting, brukes på den vertikale z-aksen. Generelt avtar vektingen når frekvensen øker. Ved vurdering av helserisiko fra helkroppsvibrasjoner, må en vektingsfaktor tillegges de frekvensveide vibrasjonsnivåene. For x- og y-aksene må vibrasjonsnivåene ganges med faktoren 1,4, mens for z-aksen er faktoren 1,0.

For hånd- og armvibrasjoner er frekvensene mellom 8-1000 Hz viktige. Som for helkroppsvibrasjoner avtar vektingen når frekvensen øker. For hånd- og armvibrasjoner brukes bare en type frekvensveiling for alle tre aksene, x, y og z.

VIBRASJONSTYPE

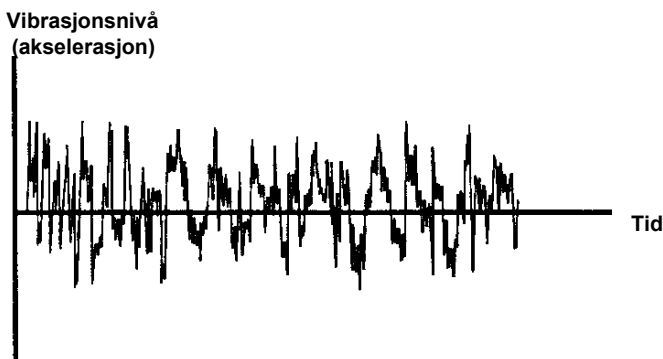
Vibrasjoner kan inndeles i tre hovedtyper:

Sinusvibrasjoner, som er den vanligste formen, er periodiske, se figur 4. Eksempel på sinusvibrasjoner kan være vibrasjoner som kommer fra en bilmotor.



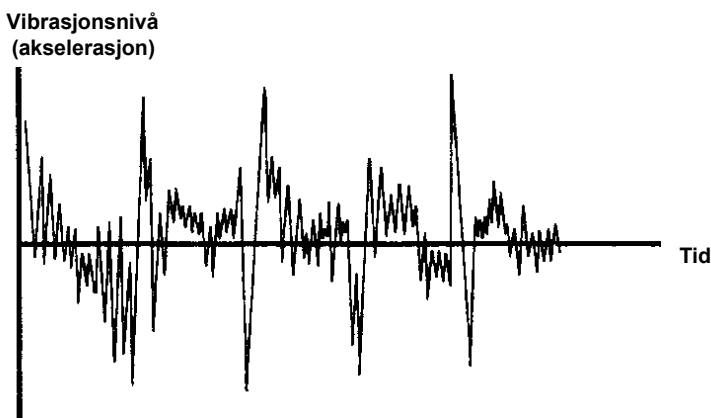
Figur 4: Sinusvibrasjoner (5).

Brusvibrasjoner er tilfeldig varierende. Eksempel på brusvibrasjon er bilkjøring på ujevnt underlag, se figur 5.



Figur 5: Brusvibrasjoner (5).

En støtvibrasjon varer kort tid, ofte med en toppverdi som er mye høyere enn den øvrige vibrasjonen. Eksempel på støtvibrasjon kan være slående maskiner, se figur 6.

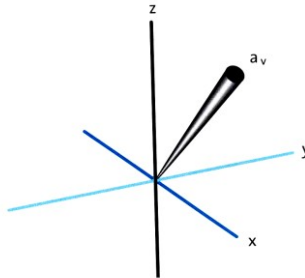


Figur 6: Støtvibrasjoner (5).

De fleste vibrasjoner som forekommer i arbeidslivet, er en blanding av de ulike vibrasjonstyper.

VIBRASJONSRETNING

Vibrasjoner består som oftest av bevegelser i flere retninger samtidig. Dette innebærer at vibrasjonene i tillegg til å ha et bestemt nivå, har en bestemt retning. For å beskrive disse mulige bevegelsesretningene er det vanlig å oppgi vibrasjonsnivåene i et koordinatsystem der aksene, som er vinkelrett på hverandre, blir angitt som x, y og z, se figur 7.



Figur 7: Vibrasjonsretninger (1).

Hvis vibrasjonsnivået er kjent i de ulike retningene x, y og z, kan det totale vibrasjonsnivået, a_v , beregnes ved hjelp av formelen:

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

HVILKE VIBRASJONSPARAMETER BRUKES I EKSPONERINGSVURDERINGEN?

Hånd- og armvibrasjon

I eksponeringsvurderingen brukes det totale vibrasjonsnivået som beregnes etter ovennevnte formel.

Helkroppsvibrasjon

I eksponeringsvurderingen brukes den høyeste av verdiene i de tre akseretningene x, y og z.

FORSKRIFT NR. 582, VERN MOT MEKANISKE VIBRASJONER

Forskrift nr. 582, -Vern mot mekaniske vibrasjoner-, ble fastsatt av Direktoratet for arbeidstilsynet 6. juli 2005. Forskriften gjennomfører EØS-avtalen vedlegg II kap. XVIII (direktiv 2002/44/EF). Forskriften skal sikre at arbeidstakernes helse og sikkerhet beskyttes mot fare som oppstår eller kan oppstå når arbeidstakerne utsettes for mekaniske vibrasjoner på arbeidsplassen. Forskriften gjelder for virksomheter der arbeidstakerne kan bli utsatt for mekaniske vibrasjoner, og det er arbeidsgiver som skal sørge for at bestemmelsene i forskriften blir gjennomført. Forskriften omfatter både faste og skiftende arbeidsplasser. Direktoratet for arbeidstilsynet har i skrivende stund ute til høring en ny forskrift, -Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer-. Forskrift nr. 582, -Vern mot mekaniske vibrasjoner-, vil inngå i den nye forskriften. Gjeldende tiltaksverdier og grenseverdier vil bli uendret.

TILTAKSVERDIER OG GRENSEVERDIER

Vibrasjonstype	Tiltaksverdi	Grenseverdi
Hånd- og armvibrasjon	2,5 m/s ²	5,0 m/s ²
Helkroppsvibrasjon	0,5 m/s ²	1,1 m/s ²

TILTAK VED OVERSKRIDELSE AV TILTAKSVERDIENE

Vibrasjonseksponeringen skal reduseres så langt som mulig, og er ikke begrenset til nivåer som overskrider tiltaksverdiene. Unødvendig eksponering skal alltid unngås. Individuelle forhold, samtidig eksponering for

andre faktorer eller tidligere skader kan føre til helseskader ved lavere eksponering enn tiltaksverdiene. Arbeidsgiver må kunne dokumentere hvilke vurderinger og tiltak som er utført eller planlagt for å redusere vibrasjonseksponeringen til under tiltaksverdiene.

TILTAK VED OVERSKRIDELSE AV GRENSEVERDIENE

Et strakstiltak vil være å redusere tiden med arbeid som gir helseskadelig vibrasjon ved å variere arbeidsoppgaver eller ta hvilepauser. Man må også vurdere om arbeidet utføres på en hensiktsmessig måte og om det er gitt tilstrekkelig opplæring i bruk av maskiner og verktøy. Fortsatt eksponering over grenseverdiene i påvente av nytt arbeidsutstyr, vedlikehold eller andre langsiktige tiltak aksepteres ikke.

MÅLESTANDARDER

Tilstrekkelige kunnskaper om målestandarder, feilkilder, anvendelse av måleutstyret og måleusikkerhet er en forutsetning for å oppnå pålitelige måleresultater. Måling av hånd- og armvibrasjoner skal utføres i samsvar med NS-EN ISO 5349-2 (2001). Mekaniske vibrasjoner, Målinger og bedømmelse av hvordan håndoverførte vibrasjoner virker inn på mennesker. Del 2: Praktisk veiledning for måling på arbeidsplassen (ISO 5349-2:2001). Vibrasjonsmålingene skal utføres for hver hånd dersom utstyret må holdes med begge hender. Måling av helkroppsvibrasjoner skal utføres i samsvar med NS-EN 14253 (2004). Mekanisk vibrasjon, Måling og beregning av yrkesmessig eksponering for helkroppsvibrasjoner som relateres til helse, Praktiske retningslinjer. I tillegg bør ISO 2631-5 legges til grunn dersom helkroppsvibrasjonene inneholder kraftige enkeltstøt. Dette pga. at enkeltstøt, som kan være helseskadelig, ikke i tilstrekkelig grad blir tatt hensyn til ved bestemmelse av daglig eksponeringsverdi.

BESTEMMELSE AV VIBRASJONSnivÅET

Bestemmelse av vibrasjonsnivå kan deles inn i følgende fire faser:

- identifisering av de arbeidsoperasjoner som tilsvarer operatørens normale arbeidsmønster,
- bestemmelse av vibrasjonsnivået for hver enkelt arbeidsoperasjon,
- vurdering/måling av daglig eksponeringstid for hver arbeidsoperasjon,
- beregning av daglig vibrasjonseksponering.

BRUK AV PRODUSENTENS DATA

Produsentene er ifølge maskindirektivet pliktige til å angi en maskins eller et kjøretøys vibrasjonsegenskaper.

Hånd- og armvibrasjon

Trykkluftdrevne håndholdte og/eller håndstyrte maskiner skal deklarerer i henhold til standardene i serien ISO 8662. Når det gjelder elektrisk håndholdte og/eller håndstyrte maskiner finnes det gjeldende standarder i serien EN 50144. Sistnevnte standarder er under revidering og vil etter hvert inngå i serien EN 60745. For mange håndholdte og/eller håndstyrte maskiner med egen forbrenningsmotor benyttes standarden EN ISO 22867.

Ovennevnte standarder er laget for å gi måledata med høy repeterbarhet og reproduserbarhet. Hovedhensikten med standardene er å gjøre det mulig å sammenlikne maskiner. Vibrasjonsmålingene utføres i spesielt veldefinerte arbeidssituasjoner, og måleresultatene vil nødvendigvis ikke være representative for vibrasjonsnivåene ved reell bruk av maskinene. Det har tidligere vært målt bare i en retning, og standardene angir den retningen som tenkes å ha de høyeste vibrasjonsnivåene.

I ISO-standarden 20634, som beskriver hvordan standardene ISO 8662 og EN 50144 skal revideres, så kreves det målinger i tre måleretninger.

Produsentenes oppgitte vibrasjonsdata for elektrisk- og luftdrevne håndholdte og/eller håndstyrte maskiner kan vanligvis ikke brukes direkte i en risikovurdering.

Tommelfingerregelen for justering av produsentenes data, for bruk i en risikovurdering, er som følger: det oppgitte vibrasjonsnivået multipliseres med 2. Hvis vibrasjonsnivået er oppgitt til $< 2,5 \text{ m/s}^2$, forhøyes verdien til $2,5 \text{ m/s}^2$, før multipliseringen utføres. Produsentene vil vanligvis ikke oppgi vibrasjonsnivået hvis dette er $< 2,5 \text{ m/s}^2$. For håndholdte og/eller håndstyrte maskiner med forbrenningsmotor, f.eks. motorsag og ryddesag, kan de oppgitte vibrasjonsnivåer benyttes i risikovurderingen uten justeringer. Produsentenes vibrasjonsdata er basert på målinger på nye maskiner. I en risikovurdering må man ta hensyn til at dårlig vedlikeholdte maskiner kan ha et høyere vibrasjonsnivå enn nye. Det er også viktig å være klar over at arbeidsmetoden, og materialet som maskinene benyttes på, påvirker vibrasjonsnivået.

Ønsker man å utføre en mer nøyaktig vurdering av vibrasjonseksposeringen, ut fra produsentenes data, kan man benytte opplysninger gitt i standarden / teknisk rapport CEN/TR 15350:2006: Mekaniske vibrasjoner - retningslinjer for vurdering av eksponering for hånd-arm overførte vibrasjoner ved bruk av tilgjengelig informasjon inklusive informasjon fra maskinprodusenter. Etter kravene i EU-direktiv 2002/44/EF gir CEN/TR 15350:2006 retningslinjer for estimering, vurdering og dokumentasjon av daglig vibrasjonseksposering, ved bruk av håndholdte vibrerende maskiner. CEN/TR 15350:2006 følger metodene angitt i målestandardene NS-EN ISO 5349-2 (2001) og NS-EN ISO 5349-1:2001, men istedenfor å utføre målinger brukes vibrasjonsdata

fra andre kilder, som for eksempel produsentenes data, til risikovurderingen.

I CEN/TR 15350:2006 finnes det tabeller for elektrisk- og luftdrevne maskiner, samt maskiner med egen forbrenningsmotor, der produsentens benyttede målestandard og korreksjonsfaktor for de enkelte maskintyper er angitt.

Helkroppsvibrasjoner

De oppgitte vibrasjonsdataene er vanligvis målt under forhold som ikke tilsvarer vanlig bruksmåte for maskinen, og kan derfor ikke uten videre benyttes i en risikovurdering. Bare noen få maskinspesifikke standarder finnes i dag (blant annet for industritrucker).

BRUK AV ANDRE DATAKILDER

På følgende nettsteder finnes databaser med produsentenes vibrasjonsdata, og i tillegg en del vibrasjonsdata målt under reel bruk av de håndholdte maskinene og kjøretøyene.

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/havhome.lasso>

http://www.las-bb.de/karla/index_.htm

<http://www.operc.com/pages/havtecselect.asp>

Følgende nettsteder inneholder produsentenes informasjon om hånd- og armvibrasjoner fra en del vanlige håndholdte maskiner;

<http://www.hitachi.no/businesssub.jsp?i=2#9>

<http://scaptocs.bosch-pt.com/boptocs-sca/Category.jsp?division=gw&language=no-NO>

<http://212.75.80.201/CPIndustrialSite/Default.asp>

http://www.atlascopco.se/sesv/Aboutus/incountry/utvardering_vibrationsexponering.asp

EU Guide to good practice on hand-arm vibration,

<http://www.humanvibration.com/EU/VIBGUIDE/HAV%20Good%20practice%20Guide%20V7.7%20English%20260506.pdf>, (side 36, appendix B),

og brosjyren -Controll the risk from hand-arm vibration-, fra HSE, <http://www.hse.gov.uk/pubns/indq175.pdf>, inneholder begge informasjon om vibrasjonsnivåer for en del vanlige håndholdte maskiner.

Følgende to nettsteder fra Health & Safety Executive (HSE) inneholder informasjon om helkroppsvibrasjoner fra henholdsvis utvalgte Bobcats og gravemaskiner; <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr400.pdf> og utvalgte gravemaskiner, bulldozere, dumpere, shovler, minigravere etc. <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr377.pdf>

EU Guide to good practice on whole-body vibration inneholder informasjon om vibrasjonsnivåer i en del utvalgte kjøretøy. Se side 39, appendix B i: http://www.humanvibration.com/EU/EU_index.htm

Hånd- og armvibrasjon

Ideelt sett finnes vibrasjonsdata for akkurat den type maskin man vil vurdere. Er imidlertid vibrasjonsdata ikke tilgjengelige for akkurat den maskinen som skal vurderes, må man bruke informasjon om liknende maskiner. Viktige faktorer å ta hensyn til er da blant annet; maskintype, modell, kraftkilde (elektrisk, luft etc.), vibrasjonsdemping, arbeidsoppgave som ble utført under vibrasjonsmålingene, hastighet på maskin under vibrasjonsmålingene, hvilke type materiale som ble bearbeidet under vibrasjonsmålingene etc. Når man benytter slike publiserte vibrasjonsdata, er det en god regel å sammenlikne data fra to eller flere kilder.

Helkroppsvibrasjon

Ideelt sett finnes vibrasjonsdata for akkurat den type kjøretøy man vil vurdere. Er imidlertid vibrasjonsdata ikke tilgjengelige for akkurat det kjøretøyet som skal vurderes, må man bruke informasjon om liknende kjøretøy. Viktige faktorer å ta hensyn til er da blant annet; kjøretøytype, modell/klasse, kraftkilde (elektrisk

eller forbrenningsmotor), vibrasjonsdemping, arbeidsoppgave som ble utført under vibrasjonsmålingene, hastighet på kjøretøyet under vibrasjonsmålingene, dekktype benyttet, hvilke type underlag kjøretøyet ble kjørt på under vibrasjonsmålingene.

Også for helkroppsvibrasjoner, er det en god regel å sammenlikne data fra to eller flere kilder.

MÅLINGER AV VIBRASJONSNIVÅET

Noen ganger er det ikke mulig å få tilstrekkelig informasjon om vibrasjonsnivået fra produsentene eller andre kilder. Det kan da være nødvendig å foreta vibrasjonsmålinger på arbeidsplassen.

MÅLEUTSTYR

Vibrasjonsmålinger kan foretas med enkle, kompakte vibrasjonsmålere som har innebygget frekvensveiling og integrerende måleutstyr. Disse systemene er først og fremst utformet for å vurdere vibrasjonseksposering på arbeidsplassen. I systemer for vibrasjonsmåling brukes vanligvis akselerometere for å registrere den vibrerende overflatens bevegelser. Måle- og analyseutstyret skal oppfylle kravene i NS-EN ISO 8041 (2005), Menneskets respons på vibrasjoner, måleutstyr, som angir de minste ytelseskravene. Type-2 instrumenter kan normalt brukes for evaluering av vibrasjonseksposering av mennesker.

AKSELEROMETERE

For å bestemme vibrasjonsnivået på en vibrerende kontaktflate, brukes vanligvis et akselerometer. Når akselerometeret utsettes for en bevegelse, gir den et signal som tilsvarer bevegelsens akselerasjon. Valget av akselerometer bestemmes vanligvis av forventet størrelse på vibrasjonene, nødvendig frekvensområde, fysiske egenskaper ved overflaten som det måles på, og omgivelsene akselerometeret skal brukes i. Når akselerometeret er montert til en vibrerende overflate, endres vibrasjonsegenskapene for den aktuelle overflaten. Jo lettere akselerometer som brukes, jo mindre blir feilen. Ved værharde forhold vil det være nødvendig å vurdere akselerometerets følsomhet for temperatur, fuktighet eller andre miljøfaktorer. Håndholdte maskiner som f.eks en pneumatisk hammer kan produsere høye vibrasjonsnivåer opptil 5000 m/s².

Dette ligger langt utenfor frekvensområdet som benyttes i NS-EN ISO 5349, og bruk av mekaniske filtre er nødvendig for å dempe de høyfrekvente vibrasjonene.

MÅLINGER AV HÅND- OG ARMVIBRASJONER

NS-EN ISO 5349-2 (2001). Mekaniske vibrasjoner. Måling og bedømmelse av hvordan håndoverførte vibrasjoner virker inn på mennesker. Del 2: Praktisk veiledning for måling på arbeidsplassen (ISO 5349-2:2001).

Målingene må utføres på en slik måte at vibrasjonsnivåene blir representative for den gjennomsnittlige eksponeringen. Der en maskin blir holdt med begge hender, må vibrasjonsmålinger utføres for begge hender. Den høyeste verdien blir benyttet for vurdering av vibrasjonseksponeringen. Vær oppmerksom på at det er støttehånden, dvs. den hånden som ikke holder i maskinens håndtak, som ofte er den høyest eksponerte.

For å få et godt bilde av den gjennomsnittlige daglige vibrasjonseksponeringen er det viktig å foreta målinger for alle kraftdrevne maskiner eller arbeidsstykker som kan gi bidrag til den daglige vibrasjonseksponeringen.

Det er i tillegg nødvendig å identifisere alle;

- kilder til vibrasjonseksponeringen (maskiner som brukes),
- driftsmodi for maskinene (tomgang, stor/liten belastning, ulike hastigheter, drill med og uten slag),
- endringer i driftsbetingelsene (betongbrekker på hardt kontra løst underlag),
- tilleggsutstyr (slipepapir av ulike grader, ulike meiselskjær).

For nærmere beskrivelse av innholdet i en målerapport, og eksempel på en målerapport, henvises til vedlegg nr. 1 og 2.

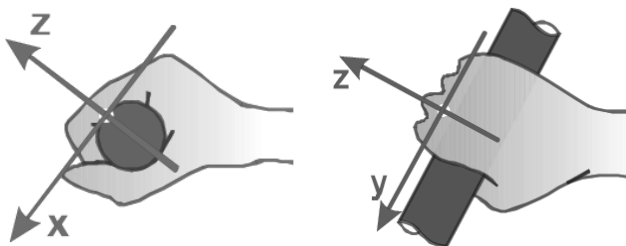
Det kan være nyttig å skaffe opplysninger fra arbeidstakerne/ledere om hvilke situasjoner de tror forårsaker de høyeste vibrasjonsverdiene.

MÅLETID FOR HÅND- OG ARMVIBRASJONER

Målingene skal beskrive middelveidien over en periode som er representativ for det aktuelle arbeidet. Dersom det er mulig bør måleperioden starte når arbeidstakernes hånd først kommer i kontakt med den vibrerende overflaten, og den bør slutte når kontakten opphører. Dersom det er mulig bør det tas en serie målinger til ulike tider i løpet av arbeidsdagen. Etterpå beregnes gjennomsnittet av disse målingene, slik at variasjoner i vibrasjonene i løpet av dagen blir tatt hensyn til. Den totale måletiden for hver maskin utstyr bør minst være 1 minutt. Det anbefales å ta et antall kortvarige målinger fremfor å foreta en enkelt langtidsmåling. Imidlertid bør ikke målingene være av kortere varighet enn 8 sekunder. For hver arbeids- operasjon/syklus bør det tas minst 3 målinger. Er hensikten å bestemme vibrasjons-eksponeringen for en bestemt arbeidsoppgave, bør det måles på tre ulike arbeidstakere.

MÅLERETNINGER FOR HÅND- OG ARMVIBRASJONER

Målinger utføres i de tre vinkelrette retningene x, y og z, se figur 8.

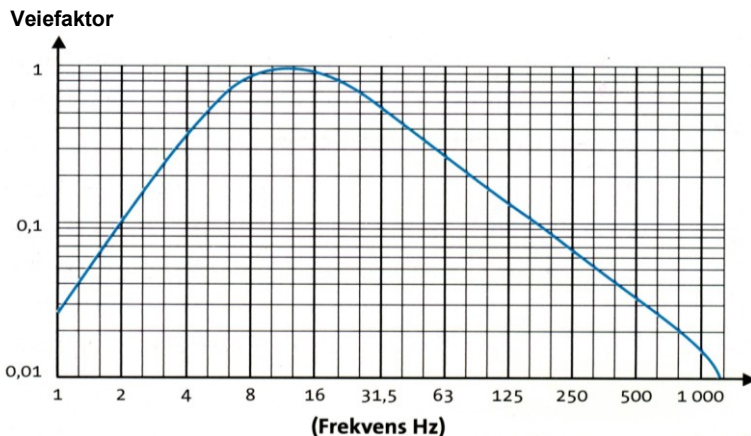


Figur 8: Måleretninger for hånd- og armvibrasjoner (2).

MÅLEFREKVENSER FOR HÅND- OG ARMVIBRASJONER

Ved hånd- og armvibrasjoner bør minimum frekvensområdet 5-1500 Hz måles.

Frekvensveilingen (W_h) er likt i de tre retningene x, y og z, se figur 9. Etter frekvensveiling summeres verdiene i de tre retningene i en vektorsum.



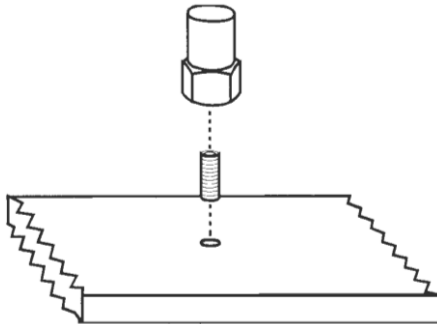
Figur 9: Frekvensveiling (W_h) for hånd- og armvibrasjoner (1).

PLASSERING OG FESTING AV AKSELEROMETERE FOR MÅLING AV HÅND- OG ARMVIBRASJONER

Vibrasjonsmålinger i overensstemmelse med NS-EN ISO 5349-1 bør foretas på eller i nærheten av håndens (eller hendenes) overflate der vibrasjonene kommer inn i kroppen. Akselerometeret bør om mulig plasseres midt i gripesonen, men dette er vanligvis bare mulig ved bruk av spesielle monteringsadaptore. Det finnes ulike måter å montere akselerometere på vibrerende overflater. Eksempler på noen monteringsmetoder er gitt nedenfor. Se også vedlegg nr. 2, eksempel på en målerapport for hånd- og armvibrasjon, for bilde av akselerometer.

Festing med pinneskru

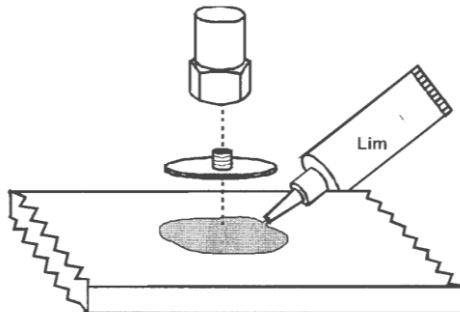
I den vibrerende overflaten bores hull som gjenges, og akselerometeret monteres i hullet med en festeskru, se figur 10.



Figur 10: Akselerometermontering med festeskru (14).

Festing med lim eller sement

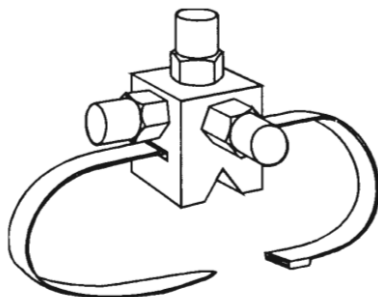
Akselerometeret monteres på den vibrerende overflaten ved hjelp av lim, se figur 11. Det anbefales ikke å bruke elastisk lim pga. dårlig koblingsstivhet.



Figur 11: Akselerometermontering ved hjelp av lim (14).

Klemkoblinger

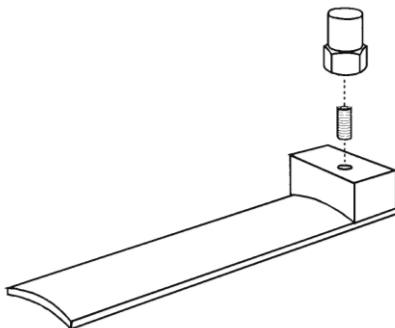
Klemkobling er spesielt egnet dersom maskinhåndtaket har et mykt utvendig belegg. Pga. at dette myke belegget kan påvirke overføringer av vibrasjoner, bør akselerometeret monteres så hardt at det elastiske materialet trykkes sammen. Akselerometeret festes til en festeblokk, som festes til den vibrerende overflaten ved hjelp av et fleksibelt bånd av metall, slangeklemme, eller nylon, se figur 12.



Figur 12: Akselerometermontering med klemme (14).


Håndholdte adaptere

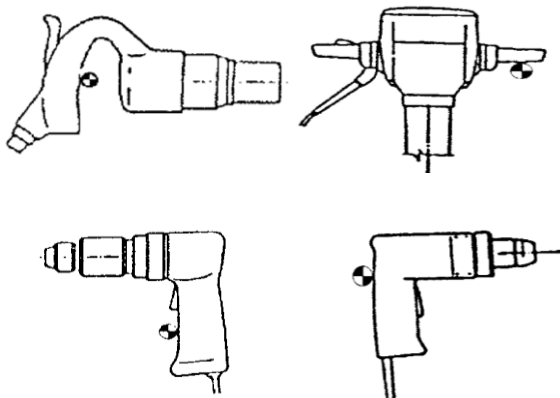
Det er ikke alltid de ovennevnte monteringsystemer kan brukes, og man må da benytte håndholdte adaptere, se figur 13. Håndholdte adaptere holdes på plass ved hjelp av operatørens gripeevne, men det anbefales å holde adapteren lett på plass på maskinen ved hjelp av tape.



Figur 13: Akselerometermontering på håndholdt adapter (14).

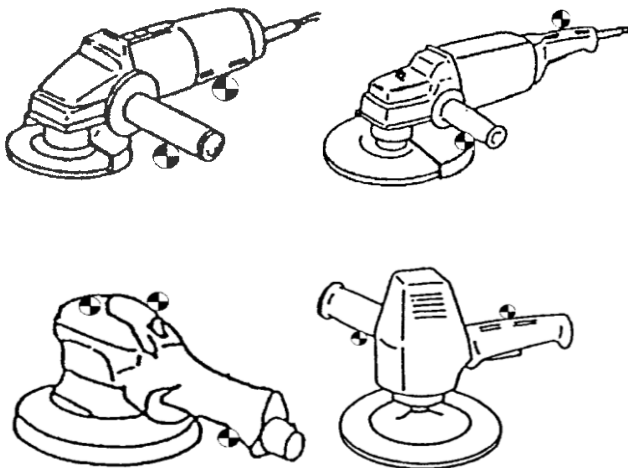
De håndholdte adapterne bør tilpasses under hånden eller mellom fingrene. Ved de fleste praktiske målinger monteres akselerometerne på en side av hånden, eller på undersiden av maskinens håndtak, i umiddelbar nærhet av håndens midtlinje. Vibrasjonsnivået kan være ulikt tvers over håndens bredde, spesielt ved bruk av håndholdte maskiner med håndtak på siden, som f.eks vinkelslipere. I slike tilfeller anbefales det å bruke to plasseringer av akselerometerne, en på hver side av hånden. Gjennomsnittet av de to målingene brukes ved beregning av vibrasjonseksposeringen.

I figurene 14-18 nedenfor, er vist eksempler på målepunkter, merket med tegnet , som er angitt i NS-EN ISO 8662 del 2 til 14, ISO 7505 og ISO 7916. Standardene spesifiserer metoder for vibrasjonsmåling i laboratorier på håndtaket av ulike kraftdrevne håndholdte maskiner, med sikte på å fastsette vibrasjonsemisjonsverdier. Pga. at målsettingen i en eksponeringsmåling er ulik målsettingen i en typeprøving, vil plasseringen i eksemplene nedenfor imidlertid ikke alltid være egnet for måling av vibrasjonseksposeringen. For vibrasjonseksposeringen skal plasseringen av akselerometrene baseres på hvor hånden faktisk holder maskinen.



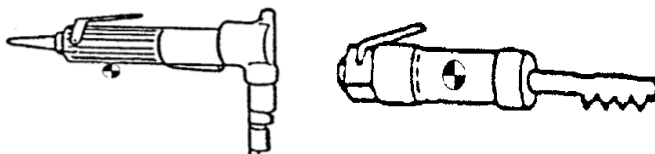
Figur 14: Målepunkter på meiselhammer, bergbor, meiselhammer og slagbormaskin (14).

Akselerometeret skal normalt plasseres i et punkt midtveis langs lengden av hovedhåndtaket. Der det er to symmetriske håndtak, skal akselerometeret plasseres på håndtaket uten startknapp.



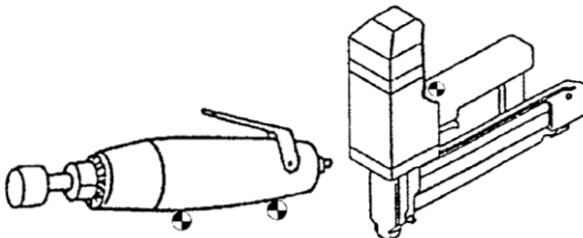
Figur 15: Målepunkter på vinkelslipere, pendelslipe-maskin og vertikal slipe-/pussemaskin (14).

Målingene skal foretas på begge håndtak, evt. på motorhuset. På håndtakene skal akselerometerne plasseres i et punkt midtveis langs lengden av håndtaket, fortrinnsvis på undersiden.



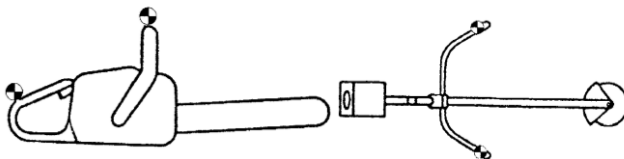
Figur 16: Målepunkter på nibler og bajonettsag (14).

Målingene skal foretas på hovedhåndtaket der operatøren vanligvis holder maskinen.



Figur 17: Målepunkter på rett finslipemaskin og spikerpistol (14).

Målingene skal foretas på hovedhåndtaket der operatøren vanligvis holder maskinen.



Figur 18: Målepunkter på motorsag og rydningssag (14).

Akselerometeret skal plasseres så nær operatørens hånd som mulig, uten å hindre normalt grep. Avstanden mellom akselerometeret og den nærmeste hånden skal ikke være større enn 2 cm.

MÅLINGER AV HELKROPPSVIBRASJON

Helkroppsvibrasjon er veldig avhengig av underlagets beskaffenhet, kjøretøyets hastighet, hvordan kjøretøyet blir kjørt, fører sete, dekktype, vedlikehold av kjøretøyet, etc. Det kan derfor være nødvendig å foreta vibrasjonsmålinger.

Vibrasjonsmålingene skal gjøres i henhold til Norsk Standard NS-EN 14253 (2004). Mekanisk vibrasjon. Måling og beregning av yrkesmessig eksponering for helkroppsvibrasjoner som relateres til helse. Praktiske retningslinjer.

For å finne den gjennomsnittlige daglige vibrasjonseksponeringen ($A(8)$) er det viktig å identifisere alle arbeidsoperasjonene som bidrar. Det er viktig å foreta målinger for alle maskiner og arbeidsoperasjoner som gir et bidrag til den daglige vibrasjonseksponeringen.

For hver arbeidsoperasjon skal følgende defineres.

- maskintypen,
- beskrivelse av arbeidsoperasjonen (f.eks for en gravemaskin: graving, kjøring),
- driftsforhold (kjøring med og uten last, med/uten tilleggsutstyr f.eks traktor med plog),
- underlagets beskaffenhet (forskjell ute og inne?, hvis mulig dekktype og dekktrykk),
- førerretets tilstand og beskaffenhet (evt. demping og justeringsmuligheter bør også vurderes),
- antall ganger arbeidsoperasjonene utføres per dag,
- arbeidsoperasjonens varighet, evt. min., maks og normal varighet,
- hvis mulig, karakter av vibrasjon (kontinuerlig, støt, etc.).

For nærmere beskrivelse av innholdet i en målerapport, og eksempel på en målerapport, henvises til vedlegg nr. 4 og 5.

I tillegg kan det være nyttig å innhente følgende informasjon:

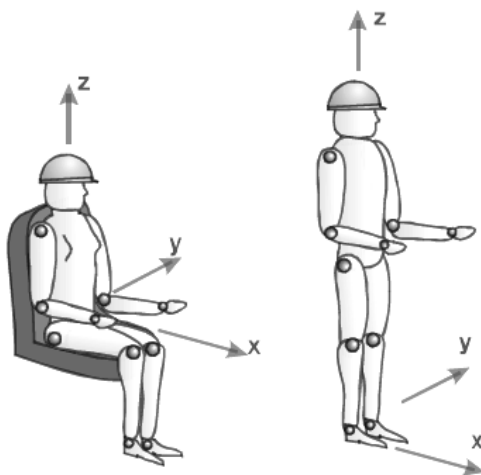
- produsentens informasjon om vibrasjonsverdier, og hvilke driftsforhold de er målt under,
- sjåførens kroppsstilling/ergonomi / siktforhold,
- informasjon fra sjåfører/arbeidsledere om hvilke arbeidssituasjoner de tror er årsak til mest vibrasjon.

MÅLETID FOR HELKROPPSVIBRASJONER

Målingene skal beskrive middelveiden over en periode som er representativ for det aktuelle arbeidet. Måletiden bør ikke være kortere enn 3 minutter. Der de enkelte arbeidsoperasjoner er kortere enn 3 minutter, kan arbeidsoperasjonene gjentas for å samle målinger over minst 3 min. For hver arbeidsoperasjon/syklus bør det tas minst 3 målinger. EU's Guide to good practice on Hand- Arm Vibration, anbefaler en måletid på minimum 20 minutter.

MÅLERETNINGER FOR HELKROPPSVIBRASJONER

Målingene utføres i de tre vinkelrette retningene x, y og z, se figur 19.

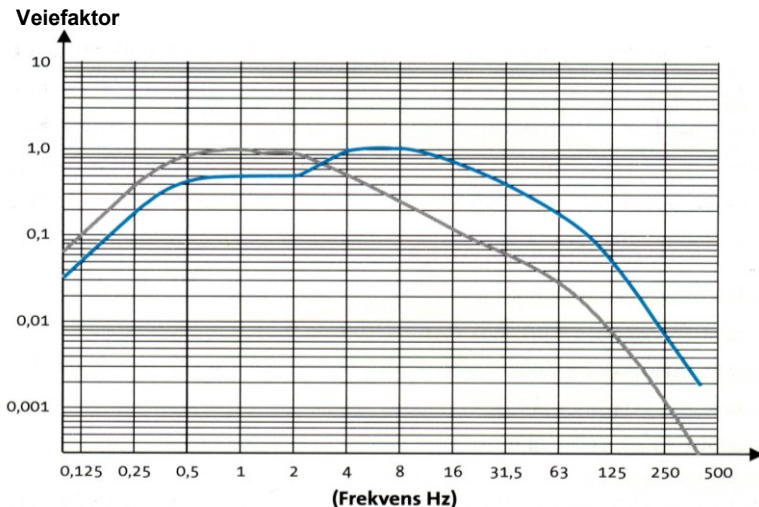


Figur 19: Måleretninger for helkroppsvibrasjoner (3).

MÅLEFREKVENSER FOR HELKROPPSVIBRASJONER

Ved helkroppsvibrasjoner bør minimum frekvensområdet 1-80 Hz måles. For vibrasjoner i de horisontale retningene x og y, gjelder en annen frekvensveiing (W_d) enn i den vertikale retningen z (W_k), se figur 20.

Måleverdiene i x- og y-retningen skal multipliseres med k-faktoren 1,4, for å ta hensyn til at kroppen har ulik følsomhet for vibrasjoner i x-, y- og z-retningen. Ved vurdering av vibrasjonseksposeringen brukes den høyeste verdiene i x-, y- eller z-retningen.



Figur 20: Frekvensveiling for helkroppsvibrasjoner. Grå linje for x- og y- (Wh), og blå linje for z- (Wk) (1).

PLASSERING OG FESTING AV AKSELEROMETERE FOR MÅLING AV HELKROPPSVIBRASJONER

Sittende personer

Vibrasjoner skal måles på setet for sittende personer. For sittende personer på et ikke-stivt eller elastisk sete skal akselerometeret monteres på en halvstiv plate. Det er ikke nødvendig å feste platen på setet, siden sjåførens kroppsvekt utgjør tilstrekkelig feste i det frekvensområdet som blir målt.

Se også vedlegg nr. 5, eksempel på en målerapport for helkroppsvibrasjon, for bilde av akselerometer.

Stående personer

Vibrasjoner skal måles på overflaten der føttene oftest er plassert, gulvet, for stående personer. Akselerometeret som brukes skal være godt festet til arbeidsplattformen. Vibrasjoner skal måles på den bærende flaten like ved området der føttene er i kontakt med overflaten. Hvis arbeidsplattformen er dekket av mykt materiale, kan akselerometeret monteres på midten av en stiv plate, der personen står på platen. Ulike monteringsystemer kan brukes for å feste akselerometeret på den vibrerende flaten f.eks. magnet, lim eller dobbeltsidig tape.

KILDER TIL USIKKERHET VED VIBRASJONSMÅLINGENE

Måleutstyret skal kalibreres før og etter vibrasjonsmålingene, med en kalibrator som gir et vist vibrasjonsnivå og frekvens. Ved vibrasjonsmålingene er det viktig at målesikkerheten minimaliseres. De vanligste feilkildene er som følger:

Problemer mer kabeltilkobling

Det vanligste problemet ved måling av håndoverførte vibrasjoner er å sikre at det er en driftssikker forbindelse mellom akselerometeret og signalkabelen. Særlig ved tilkoblingen til akselerometeret bør det legges vekt på å sikre at kabelen og tilkoblingsstykket ikke belastes unødvendig når den kraftdrevne maskinen eller håndholdte arbeidsstykket er i gang. Defekt signalforbindelse kan ganske enkelt komme til uttrykk som tap av signalet og dermed indikere at det ikke er noen vibrasjoner.

Elektromagnetiske forstyrrelser

For å unngå elektromagnetiske forstyrrelser bør skjermede kabler benyttes, og skjermingen bør jordes. Man bør også unngå å plassere signalkablene parallelt med strømkablene, og elektrisk isolering mellom

akselerometeret og den vibrerende overflaten kan være nødvendig.

Triboelektrisk påvirkning

Hvis signalkablene utsettes for kraftige vibrasjoner kan det føre til at elektriske signaler dannes. Signalkablene bør derfor sikres mot den vibrerende overflaten i nærheten av akselerometeret, for eksempel ved å tape fast kablene.

Mekanisk påvirkning

Hvis akselerometeret utsettes for kraftige høyfrekvente vibrasjoner, for eksempel i forbindelse med støt ved bruk av slagverktøy, kan det føre til at vibrasjonssignalet blir forvrengt og en falsk lavfrekvent tilleggskomponent fremkommer i vibrasjonssignalet. Mekaniske filter bør benyttes mellom den vibrerende overflaten og akselerometeret. Det mekaniske filteret hindrer at høyfrekvente vibrasjoner når akselerometeret.

Feilaktige giversignaler

Feilaktige giversignaler kan oppstå ved at man f.eks. berører akselerometeret. Dette kan f.eks. forekomme under måling av helkroppsvibrasjoner hos en sittende sjåfør. Når føreren setter seg ned, eller rører på seg, gir det et bidrag til vibrasjonssignalene. Imidlertid har dette bidraget ikke noen sammenheng med sjåførens vibrasjonseksposering å gjøre, og kan ikke benyttes ved en eksponeringsvurdering.

MÅLEKONSULENTER OG SELGERE/UTLEIERE AV VIBRASJONSMÅLEUSTYR

For oversikt over målekonsulenter og selgere/utleiery av vibrasjonsmåleutstyr i Norge per d.d., henvises til vedlegg 9. Gjør oppmerksom på at denne listen ikke nødvendigvis er fullstendig.

HELKROPPSVIBRASJONER MED STØT

Toppfaktoren (crest faktoren) brukes for å beskrive forholdet mellom toppverdien og RMS-verdien.

Toppfaktoren defineres som:

$$TF = \frac{a_{topp}}{a_{RMS}}$$

Dersom toppfaktoren > 9 skal alternative målemetoder benyttes for å bestemme mulige helseeffekter. VDV (vibration dose value) - metoden er da et av alternativene. RMS-verdien vil undervurdere risiko for helseskade i situasjoner med høye toppverdier. VDV-metoden gir en bedre indikasjon på mulig helserisiko der hvor vibrasjonene inkluderer sjokk. Enheten for VDV er $m/s^{1.75}$, og i motsetning til RMS-verdien, er VDV en kumulativ verdi, dvs. den øker med økende måletid. Det er derfor viktig å kjenne til nøyaktig måletid. Det er den høyeste av verdiene i x-, y-, og z-aksen som brukes i eksponeringsvurderingen. Måleverdiene i x- og y-retningen skal multipliseres med k-faktoren 1,4, for å ta hensyn til at kroppen har ulik følsomhet for vibrasjoner i x-, y- og z-retningen.

VDV - TILTAKSVERDIER OG GRENSEVERDIER

Helkroppsvibrasjon med støt	Tiltaksverdi	Grenseverdi
VDV	9,1 $m/s^{1.75}$	21 $m/s^{1.75}$

Ovennevnte tiltaksverdi og grenseverdi er angitt i EUs vibrasjonsdirektiv (EU Directive 2002/44/EC) og i Guide to good practice on Hand- Arm Vibration.
<http://www.humanvibration.com/EU/VIBGUIDE/HAV%20Good%20practice%20Guide%20V7.7%20English%20260506.pdf>

Det er angitt i EU-direktivet at det er opptil hvert enkelt medlemsland om de vil benytte VDV tiltaks- og grenseverdi. I Norge er ikke ovennevnte VDV tiltaks- og grenseverdi tatt inn i forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner-.

BESTEMMELSE AV EKSPONERINGENS VARIGHET

For å bestemme den daglige vibrasjonseksponeringen må man kjenne til eksponeringstiden.

HÅND- OG ARMVIBRASJON

Erfaring viser at brukere av ulike typer håndholdte vibrerende maskiner ofte selv overestimerer brukstiden. Det er viktig å regne med bare den tiden da arbeidstakeren er eksponert for vibrasjoner, og ikke den tiden da arbeidstakeren har lagt fra seg maskinen, eller bare holder i den uten at maskinen er i drift. Den eksakte brukstiden kan bestemmes ved bruk av stoppeklokke, videoinnspilling eller tidsstudier.

Eksempel ved kontinuerlig bruk av maskiner f. eks. slipemaskin: Observer bruk av maskinen i en representativ del av dagen, og bruk stoppeklokke eller video for å bestemme brukstiden.

Eksempel ved periodisk bruk av maskiner f. eks. muttetrekker: Ved bruk av muttetrekker for å skru av/på hjul kan man måle tiden det tar å skru av/på en hjulmutter. Kjenner man da til antall hjul som tas av/på kan man beregne den daglige eksponeringstiden.

HELKROPPSVIBRASJON

For helkroppsvibrasjoner stemmer arbeidstakerens estimerte brukstid som regel bra med den virkelige brukstiden. Eksponeringen skjer vanligvis kontinuerlig i den tiden kjøretøyet benyttes, men vær oppmerksom på at vibrasjonen kan være ulik under for eksempel vanlig kjøring, tomgangskjøring, og under venting og opplasting. Vibrasjonen er som regel størst under kjøring, men i noen tilfeller, f.eks. skogsmaskiner og gravemaskiner, er det vibrasjonen når kjøretøyet står stille, som er den dominerende.

MATEMATISKE BEREGNINGER AV VIBRASJONSEKSPONERING

HÅND- OG ARMVIBRASJONER

Summen av vibrasjonen i x-, y- og z-retningen, skal brukes ved vurdering av arbeidstakernes vibrasjonseksposering.

Eks. 1: Summering av vibrasjonsnivåer

Vibrasjonen, ved bruk av en håndholt slipemaskin, var som følger i x-, y-, og z-retningen.

x-akse: 2,5 m/s², y-akse: 3,2 m/s², z-akse: 4,0 m/s²

Hvilket vibrasjonsnivå, a_v , blir arbeidstakeren eksponert for?

$$a_v = \sqrt{2,5^2 + 3,2^2 + 4,0^2} = 5,7 \text{ m/s}^2$$

Eks. 2: Daglig vibrasjonseksposering

Hva blir den daglige vibrasjonseksposeringen ($A(8)$) hvis vi antar at arbeidstakeren bruker ovennevnte slipemaskin 2 timer (T) per arbeidsdag?

$$A(8) = A(T) \times \sqrt{\frac{T}{8}} = 5,7 \times \sqrt{\frac{2}{8}} = 2,9 \text{ m/s}^2$$

Eks. 3: Maks brukstid før tiltaksgrensen overskrides

Hvor lenge (T) kan arbeidstakeren bruke slipemaskinen før tiltaksverdien på 2,5 m/s² overskrides?

$$T = 8 \times \left(\frac{A(8)}{A(T)} \right)^2 = 8 \times \left(\frac{A(2,5)}{A(5,7)} \right)^2 = 1,5 \text{ timer}$$

Eks. 4: Maks vibrasjonsnivå før tiltaksgrensen overskides, gitt en bestemt brukstid

Gitt at vi kjenner brukstiden for maskinen, men ikke vibrasjonsnivået. Vi ønsker å regne ut det maksimale vibrasjonsnivået (a_v) arbeidstakeren kan eksponeres for i den oppgitte brukstiden, før tiltaksverdien overskrides.

Brukstiden er oppgitt til 5 minutter, og tiltaksverdien er som kjent $2,5 \text{ m/s}^2$.

$$a_v = 8 \times \left(\frac{2,5}{x} \right)^2 = 0,083 \text{ timer } (5/60 = 0,083)$$

$$a_v = \left(\frac{2,5}{x} \right)^2 = \frac{0,083}{8}$$

$$a_v = \frac{2,5}{x} = \sqrt{0,010375}$$

$$a_v = x = \frac{2,5}{\sqrt{0,010375}}$$

$$a_v = 24,5 \text{ m/s}^2.$$

Eks. 5: Daglig vibrasjonseksponering ved eksponering for flere vibrasjonskilder

Hvis en arbeidstaker blir eksponert for mer enn en vibrasjonskilde, blir den totale vibrasjonseksponeringen beregnet ut fra vibrasjonsnivået og eksponeringstiden for hver kilde. En platearbeider bruker følgende maskiner i løpet av arbeidsdagen:

Maskin	Vibrasjonens vektorsum, a_v	Brukstid
Slipemaskin	$4,0 \text{ m/s}^2$	2,5 timer
Vinkelkutter	$3,0 \text{ m/s}^2$	1 time
Meiselmaskin	$20,0 \text{ m/s}^2$	15 minutter

Hva blir platearbeiderens daglige vibrasjons-eksponering?

Vi beregner først det daglige ($A(8)$) vibrasjonsbidraget fra hver maskin:

Slipemaskin

$$A(8) = A(T) \times \sqrt{\frac{T}{8}} = 4,0 \times \sqrt{\frac{2,5}{8}} = 2,2 \text{ m/s}^2$$

Vinkelkutter

$$A(8) = A(T) \times \sqrt{\frac{T}{8}} = 3,0 \times \sqrt{\frac{1}{8}} = 1,1 \text{ m/s}^2$$

Meiselmaskin

$$A(8) = A(T) \times \sqrt{\frac{T}{8}} = 20,0 \times \sqrt{\frac{15}{8 \times 60}} = 3,5 \text{ m/s}^2$$

Platearbeiderens daglige ($A(8)$) vibrasjonseksponering blir:

$$A(8) = \sqrt{2,2^2 + 1,1^2 + 3,5^2} = 4,3 \text{ m/s}^2$$

Platearbeiderens daglige vibrasjonseksponering overskrider tiltaksverdien, men er under grenseverdien.

HELKROPPSVIBRASJONER

Eks. 1: Maks kjøretid før tiltaksgrensen overskrides

Hva blir den maksimale kjøretiden (T) før tiltaksgrensen på $0,5 \text{ m/s}^2$ blir nådd, dersom vibrasjonsnivået for sjåføren av en laster på en søppelplass, er som følger:

x-akse: $0,49 \text{ m/s}^2$, y-akse: $0,59 \text{ m/s}^2$, z-akse: $0,62 \text{ m/s}^2$

Korreksjonsfaktor på 1,4 må inkluderes for x- og y-retningene, og det høyeste av vibrasjonsnivåene i de tre akseretningene benyttes.

$$\text{x-akse: } 0,49 \text{ m/s}^2 \times 1,4 = 0,69 \text{ m/s}^2$$

$$\text{y-akse: } 0,59 \text{ m/s}^2 \times 1,4 = 0,83 \text{ m/s}^2$$

$$\text{z-akse: } 0,62 \text{ m/s}^2 \times 1,0 = 0,62 \text{ m/s}^2$$

Vibrasjonsnivået i y-aksen skal derfor brukes i vurderingen.

$$T = 8 \times \left(\frac{A(8)}{A(T)} \right)^2 = 8 \times \left(\frac{A(0,5)}{A(0,83)} \right)^2 = 2,9 \text{ t} = 2 \text{ t og } 54 \text{ min.}$$

Eks. 2: Daglig vibrasjonseksposering ved kjøring av flere kjøretøy

Sjåføren bruker 1 time av arbeidsdagen til å laste/losse varebil sin med en liten gaffeltruck, og han kjører varebil 6 timer hver arbeidsdag.

Vibrasjonsnivået er målt i setet på varebil og gaffeltrucken.

Gaffeltruck	Varebil
x-akse: $0,5 \text{ m/s}^2$	x-akse: $0,2 \text{ m/s}^2$
y-akse: $0,3 \text{ m/s}^2$	y-akse: $0,3 \text{ m/s}^2$
z-akse: $0,9 \text{ m/s}^2$	z-akse: $0,3 \text{ m/s}^2$

Daglig eksponering ($A(8)$) i x, y og z aksene blir som følger:

Gaffeltruck

$$A_x(8) = 1,4 \times 0,5 \times \sqrt{1/8} = 0,25 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = 1,4 \times 0,3 \times \sqrt{1/8} = 0,15 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = 1,0 \times 0,9 \times \sqrt{1/8} = 0,32 \text{ m/s}^2$$

Varebil

$$A_x(8) = 1,4 \times 0,2 \times \sqrt{6/8} = 0,24 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = 1,4 \times 0,3 \times \sqrt{6/8} = 0,36 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = 1,0 \times 0,3 \times \sqrt{6/8} = 0,26 \text{ m/s}^2$$

Daglig vibrasjonseksposering for x, y og z akse blir:

$$A_x(8) = \sqrt{0,25^2 + 0,24^2} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = \sqrt{0,15^2 + 0,36^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = \sqrt{0,32^2 + 0,26^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

Ved beregning av sjåførens daglige vibrasjonseksposering skal den høyeste av vibrasjonsnivåene i de tre akseretningene benyttes.

Sjåførens daglige vibrasjonseksposering ($A(8)$) er $0,4 \text{ m/s}^2$, som er rett under tiltaksgrensen.

MATEMATISKE BEREGNINGER AV VIBRASJONSEKSPONERING VED STØT

Eks. 1) Daglig vibrasjonseksposering

Beregning av daglig eksponering, VDV, ved utførelse av en arbeidsoperasjon.

En sjåfør kjører skogsmaskin 6,5 timer per arbeidsdag. Følgende VDV ble målt på skogsmaskinens sete i en 2 timers måleperiode:

x-akse: $3 \text{ m/s}^{1.75}$, y-akse: $5 \text{ m/s}^{1.75}$, z-akse: $4 \text{ m/s}^{1.75}$

VDV eksponeringen i x-, y- og z-aksen blir:

$$VDV_x = 1,4 \times 3 \times \left(\frac{6,5}{2}\right)^{\frac{1}{4}} = 5,6 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$VDV_y = 1,4 \times 5 \times \left(\frac{6,5}{2}\right)^{\frac{1}{4}} = 9,4 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$VDV_z = 1,0 \times 4 \times \left(\frac{6,5}{2}\right)^{\frac{1}{4}} = 5,4 \text{ m/s}^{1.75}$$

Ved beregning av sjåførens daglige vibrasjonseksposering skal den høyeste av vibrasjonsnivåene i de tre akseretningene benyttes.

Sjåførens daglige vibrasjonseksposering er $9,4 \text{ m/s}^{1.75}$, som er rett over tiltaksgrensen på $9,1 \text{ m/s}^{1.75}$.

Eks. 2: Daglig vibrasjonseksposering, VDV, ved kjøring av flere kjøretøy

En sjåfør bruker 1 time av arbeidsdagen til å laste/losse varebilen sin med en liten gaffeltruck, og han kjører varebilen 6 timer hver arbeidsdag. Vi skal beregne en varebilsjåførs daglige vibrasjonseksposering.

Vibrasjonsnivået er målt i setet på varebilen og gaffeltrucken:

Gaffeltruck Måletid 1 time	Varebil Måletid 4 timer
x-akse: $6 \text{ m/s}^{1.75}$	x-akse: $4 \text{ m/s}^{1.75}$
y-akse: $4 \text{ m/s}^{1.75}$	y-akse: $5 \text{ m/s}^{1.75}$
z-akse: $12 \text{ m/s}^{1.75}$	z-akse: $6 \text{ m/s}^{1.75}$

Daglig eksponering i x, y og z akse blir som følger:

Gaffeltruck

VDV eksponeringen i x-, y- og z-aksen blir:

$$VDV_x = 1,4 \times 6 \times \left(\frac{1}{1}\right)^{\frac{1}{4}} = 8 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$VDV_y = 1,4 \times 4 \times \left(\frac{1}{1}\right)^{\frac{1}{4}} = 6 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$VDV_z = 1,0 \times 12 \times \left(\frac{1}{1}\right)^{\frac{1}{4}} = 12 \text{ m/s}^{1.75}$$

Varebil

VDV eksponeringen i x-, y- og z-aksen blir:

$$\text{VDV}_x = 1,4 \times 4 \times \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{4}} = 6 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$\text{VDV}_y = 1,4 \times 5 \times \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{4}} = 8 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$\text{VDV}_z = 1,0 \times 6 \times \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{4}} = 7 \text{ m/s}^{1.75}$$

Daglig vibrasjonseksponering for x, y og z aksen blir:

$$\text{VDV}_x = (8^4 + 6^4)^{\frac{1}{4}} = 9 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$\text{VDV}_y = (6^4 + 8^4)^{\frac{1}{4}} = 9 \text{ m/s}^{1.75}$$

$$\text{VDV}_z = (12^4 + 7^4)^{\frac{1}{4}} = 12 \text{ m/s}^{1.75}$$

Ved beregning av sjåførens daglige vibrasjonseksponering skal den høyeste av vibrasjonsnivåene i de tre akseretningene benyttes. Sjåførens daglige vibrasjonseksponering er $12 \text{ m/s}^{1.75}$, som er over tiltaksgrensen, men under grenseverdien.

BEREGNING AV DAGLIG VIBRASJONSEKSPONERING

Nedenfor er angitt ulike verktøy for beregning av daglig vibrasjonseksposering.

WEB-BASERTE VERKTØY

Det finnes flere vibrasjonseksposeringskalkulatorer tilgjengelig på nettet, som forenkler prosessen med å beregne daglig vibrasjonseksposering.

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/sv/havkalkylator.lasso>

<http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm>

<http://www.hvbg.de/d/bia/prs/softwa/kennwertrechner/index.html>

EKSPONERINGSGRAF

Fargekodene på grafene i figurene 21 og 22 er som følger: Grønn sone indikerer vibrasjonsnivåer under tiltaksverdien. Gul sone indikerer vibrasjonsnivåer mellom tiltaksverdi og grenseverdi. Rød sone indikerer vibrasjonsnivåer over grenseverdien.

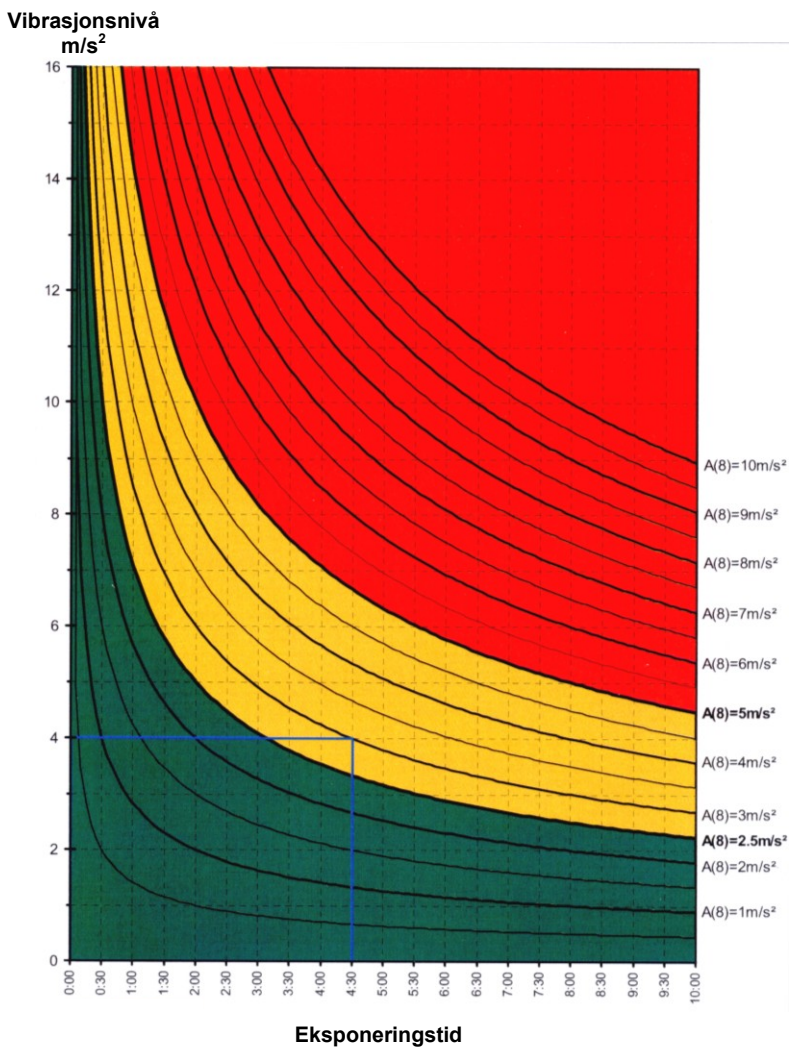
Hånd- og armvibrasjoner

Se graf i figur 21. Gjennomsnittlig vibrasjonsnivå for aksene x, y og z benyttes.

Helkroppsvibrasjoner

Se graf i figur 22. Høyeste vibrasjonsnivå for aksene x, y og z benyttes. Husk å ta hensyn til k-faktoren.

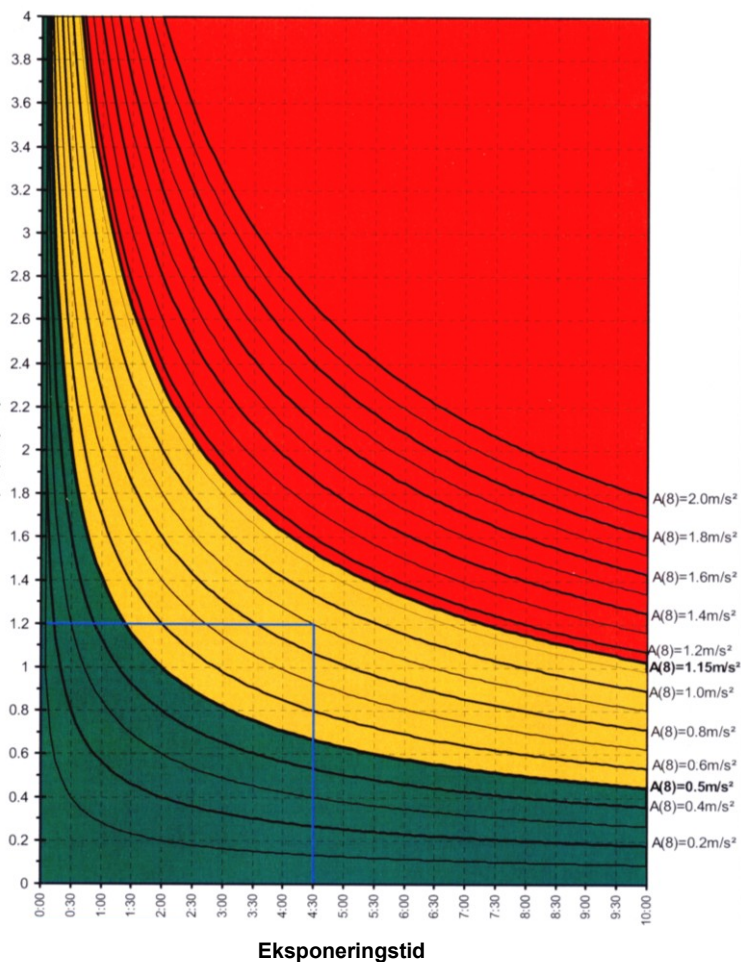
k-faktoren = 1,4 for x- og y-aksen, og 1,0 for z-aksen.



Figur 21: Eksponeringsgraf for hånd- og armvibrasjoner.

Eks.: Et vibrasjonsnivå på 4 m/s² i 4 timer og 30 minutter, gir en daglig (8-timer) vibrasjonseksponering på 3 m/s² (2).

Vibrasjonsnivå
 m/s^2



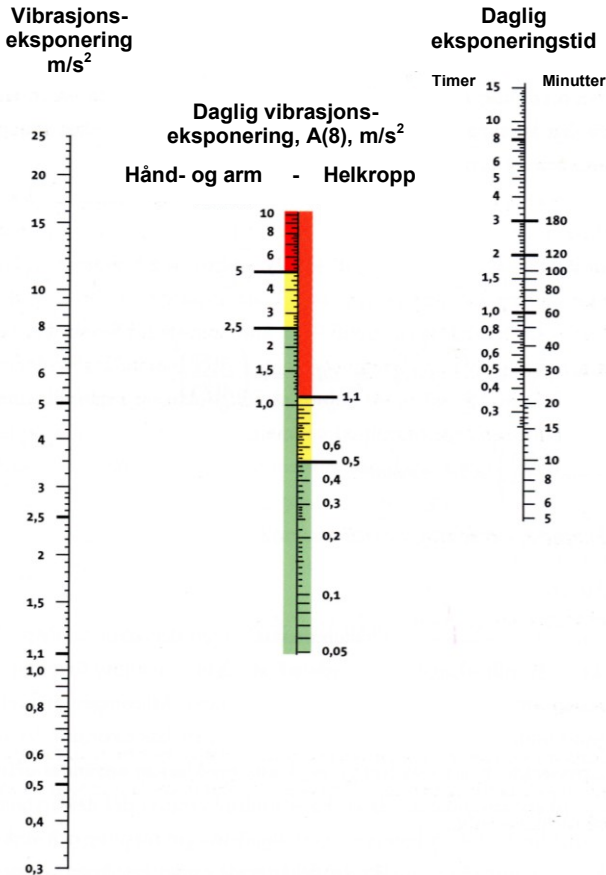
Figur 22: Eksponeringsgraf for helkroppsvibrasjoner.

Eks.: Et vibrasjonsnivå på $1,2 \text{ m/s}^2$ i 4 timer og 30 minutter, gir en daglig (8-timer) vibrasjonseksponering på $0,9 \text{ m/s}^2$ (grenseverdien i Norge er $1,1 \text{ m/s}^2$, og ikke $1,15 \text{ m/s}^2$ som angitt på eksponeringsgrafen) (3).

EKSPONERINGSNOMOGRAM

Hånd- og armvibrasjoner og helkroppsvibrasjoner

Daglig vibrasjonseksposering kan finnes ved hjelp av nomogram, se figur 23.



Figur 23: Nomogram for beregning av daglig vibrasjonseksposering (1).

Ved bruk av eksponeringsnomogrammet, trekkes en linje fra skalaen på venstre side, vibrasjonsnivået, til stedet på skalaen til høyre som angir eksponeringstiden. Vibrasjonsnivået leses av på den midtre skalaen, der linjen krysser. Det angitt en skala for hånd- og armvibrasjoner og en for helkroppsvibrasjoner på den midtre skalaen. For summering av vibrasjonsnivåer, se regneeksempel på side 43.

EKSPONERINGSPOENGSYSTEM

Både beregninger av hånd- og armvibrasjon og helkroppsvibrasjon, kan forenkles ved bruk av et eksponeringspoengsystem. For hver maskin eller kjøretøy beregner man antall eksponeringspoeng ($P_{E, 1T}$) per time. Eksponeringspoengene summeres for å finne arbeidstakerens daglige vibrasjonseksponering.

Hånd- og armvibrasjoner

Tiltaksverdien ($2,5 \text{ m/s}^2$) = 100 poeng.

Grenseverdien (5 m/s^2) = 400 poeng.

Antall eksponeringspoeng (P_E) beregnes som følger:

$$P_E = \left(\frac{a_v}{2,5 \text{ m/s}^2} \right)^2 \times \frac{T}{8t} \times 100$$

a_v = vibrasjonsnivået i m/s^2 .

T = eksponeringstiden i timer.

Alternativ kan figur 24 benyttes for å finne eksponeringspoengene. I figuren er avrundede verdier benyttet.

Daglig vibrasjonseksponering $A(8)$ kan beregnes ved:

$$A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2 \times \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

Vibrasjonsnivå m/s^2	20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
	19,5	63	190	380	760	1500	2300	3050	3800	4550	6100	7600
	19	60	180	360	720	1450	2150	2900	3600	4350	5800	7200
	18,5	57	170	340	685	1350	2050	2750	3400	4100	5500	6850
	18	54	160	324	650	1300	1950	2600	3250	3900	5200	6500
	17,5	51	155	305	615	1250	1850	2450	3050	3700	4900	6150
	17	48	145	290	580	1150	1750	2300	2900	3450	4600	5800
	16,5	45	135	270	545	1100	1650	2200	2700	3250	4350	5450
	16	43	130	255	510	1000	1550	2050	2550	3050	4100	5100
	15,5	40	120	240	480	960	1450	1900	2400	2900	3850	4800
	15	38	115	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
	14,5	35	105	210	420	840	1250	1700	2100	2500	3350	4200
	14	33	98	195	390	785	1200	1550	1950	2350	3150	3900
	13,5	30	91	180	365	730	1100	1450	1800	2200	2900	3650
	13	28	85	170	340	675	1000	1350	1700	2050	2700	3400
	12,5	26	78	155	315	625	940	1250	1550	1900	2500	3150
	12	24	72	145	290	575	865	1150	1450	1750	2300	2900
	11,5	22	66	130	265	530	795	1050	1300	1600	2100	2650
	11	20	61	120	240	485	725	970	1200	1450	1950	2400
	10,5	18	55	110	220	440	660	880	1100	1300	1750	2200
	10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
	9,5	15	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800
	9	14	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600
	8,5	12	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450
8	11	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300	
7,5	9	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150	
7	8	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980	
6,5	7	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845	
6	6	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720	
5,5	5	15	30	61	120	180	240	305	365	485	605	
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	
4,5	3	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405	
4	3	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320	
3,5	2	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245	
3	2	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180	
2,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	
	5 m	15 m	30 m	1 t	2 t	3 t	4 t	5 t	6 t	8 t	10 t	
Daglig eksponeringstid												

Figur 24: Tabell for eksponeringspoengsystem, hånd- og armvibrasjoner (2).

Helkroppsvibrasjoner

Tiltaksverdien ($0,5 \text{ m/s}^2$) = 100 poeng.

Grenseverdien ($1,1 \text{ m/s}^2$) = 485 poeng.

Antall eksponeringspoeng (P_E) beregnes som følger:

$$P_E = \left(\frac{ka_v}{0,5 \text{ m/s}^2} \right)^2 \times \frac{T}{8t} \times 100$$

a_v = vibrasjonsnivået i m/s^2 .

k = korreksjonsfaktor,

1,4 for x- og y-aksen og 1,0 for z-aksen.

T = eksponeringstiden i timer.

Alternativ kan figur 25, på neste side, benyttes for å finne eksponeringspoengene. I figuren er avrundede verdier benyttet.

Daglig vibrasjonseksponering $A(8)$ kan beregnes ved:

$$A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2 \times \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

TRAFIKKLYSSYSTEM

For en del håndholdte maskiner er det utarbeidet et trafikklyssystem, der maskinene / utstyret er gitt ulike fargekoder, grønn, gul eller rød, avhengig av forventet vibrasjonsnivå.

Arbeidstakerne kan da enkelt, ut fra fargekodingen, se hvor lange maskinen kan brukes før tiltaksverdien / grenseverdien overskrides.

Er trafikklyssystemet laget ut fra produsentenes opplysninger om de håndholdte maskiners vibrasjonsnivå, bør som tidligere nevnt vibrasjonsnivåene, som en tommelfingerregel, multipliseres med 2, for å være representative for bruk i en risikovurdering.

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

Vibrasjonsnivå x k (m/s ²)	2	50	100	200	400	600	800	1000	1000	1600	2000	2400
	1,9	45	90	180	360	540	720	905	905	1450	1800	2150
	1,8	41	81	160	325	485	650	810	810	1300	1600	1950
	1,7	26	72	145	290	435	580	725	725	1150	1450	1750
	1,6	32	64	130	255	385	510	640	640	1000	1300	1550
	1,5	28	56	115	225	340	450	565	565	900	1150	1350
	1,4	25	49	98	195	295	390	490	490	785	980	1200
	1,3	21	42	85	170	255	340	425	430	675	845	1000
	1,2	18	36	72	145	215	290	360	365	575	720	865
	1,1	15	30	61	120	180	240	305	305	485	605	725
	1	13	25	50	100	150	200	250	250	400	500	600
	0,9	10	20	41	81	120	160	205	205	325	405	485
	0,8	8	16	32	64	96	130	160	160	255	320	385
	0,7	6	12	25	49	74	98	125	125	195	245	295
0,6	5	9	18	36	54	72	90	90	145	180	215	
0,5	3	6	13	25	38	50	63	63	100	125	150	
0,4	2	4	8	16	24	32	40	40	64	80	96	
0,3	1	2	5	9	14	18	23	23	36	45	54	
0,2	1	1	2	4	6	8	10	10	16	20	24	
	15 m	3 m	1 t	2 t	3 t	4 t	5 t	6 t	8 t	10 t	12 t	

Daglig eksponeringstid

Figur 25: Tabell for eksponeringspoengsystem, helkroppsvibrasjoner (3).

Husk å multiplisere med k-faktor, hvis dette ikke allerede er utført. Vibrasjonsnivåene i x- og y-aksen multipliseres med k-faktor 1,4, mens vibrasjonsnivået i z-aksen multipliseres med k-faktoren 1,0 (dvs. blir uendret).

RISIKOVURDERING

Arbeidsgiveren skal kartlegge og dokumentere i hvilken utstrekning arbeidsutstyret utsetter arbeidstakerne for vibrasjoner og vurdere enhver risiko for deres helse og sikkerhet forbundet med vibrasjoner. Daglig eksponeringsverdi (A(8)) kartlegges ved å registrere utførelsen av arbeidet med særlig vekt på arbeidsmetoder, styrken på vibrasjoner og vibrasjonsinformasjon som er relevant for de aktuelle arbeidssituasjonene, medregnet opplysninger fra produsenten av utstyret. Når det er nødvendig skal arbeidsgiveren foreta måling av vibrasjonseksponeringen.

FORUNDERSØKELSE

For å vurdere om det er nødvendig å gå videre med en mer omfattende risikovurdering, kan følgende spørsmål være til hjelp:

Hånd- og armvibrasjon

Brukes roterende maskiner (f. eks. slipemaskiner)?
Noen roterende maskiner kan overskride tiltaksverdien etter ca. 30 minutter, og det bør gjøres en risikovurdering hvis arbeidstakeren benytter slikt utstyr i mer enn ca. 2 timer per arbeidsdag.

Brukes maskiner som lager støt (f.eks. meisler)?
Vibrasjonsnivået er vanligvis mye høyere for maskiner som lager støt, enn for roterende maskiner. Noen slående maskiner kan overskride tiltaksverdien etter bare 5 minutter, og det bør gjøres en risikovurdering hvis arbeidstakeren benytter slikt utstyr i mer enn ca. 30 minutter per arbeidsdag.

Advarer maskinprodusentene mot vibrasjonsrisiko?
For utstyr som setter arbeidstakerne i fare for å pådra seg vibrasjonsskader, skal produsenten informere om dette i brukerhåndboken.

Blir arbeidstakernes hender numne, og/eller får stikninger, under eller etter bruk av vibrerende maskiner?

Hvis nummenhet og stikking/prikking i hendene merkes under eller etter bruk av vibrerende maskiner, er det en indikasjon på risiko ved lang tids bruk av maskinene.

Har noen vibrasjonseksponeerte arbeidstakere allerede rapportert om symptomer på hånd- arm vibrasjonssyndrom (HAVS)?

Skjema for screening av HAVS er gitt i vedlegg 7. Bevis på HAVS er en indikasjon på at vibrasjonseksponeeringen må undersøkes nærmere. Der hvor symptomene er koblet til eksponering under tiltaksverdien, kan det identifisere arbeidstakere som er spesielt mottakelige for vibrasjonsskader. Skjemaer for stadieinndelinger av vaskulære og nevrologiske symptomer er gitt i arbeidsmedisinske veiledninger utarbeidet av Norsk arbeidsmedisinsk forening.

<http://www.nhi.no/amv/>

Helkroppsvibrasjon

Kjøres det off-road?

Det er vanlig at sjåførere som i deler av arbeidsdagen kjører off-road, f.eks. traktorer og skogsmaskiner, blir utsatt for høye nivåer av helkroppsvibrasjon.

Kjører, eller betjener, en arbeidstaker vibrerende maskiner i lange perioder hver arbeidsdag?

Faktorene som bestemmer en sjåførs daglige vibrasjonseksponeering er vibrasjonsnivået og hvor lenge sjåføren blir eksponert. Jo lenger eksponeringen varer, jo høyere blir sjåførens vibrasjonseksponeering. med faste dekk uten luft, for å oppnå maksimal stabilitet.

Blir kjøretøy kjørt på underlag de ikke er konstruert for?

Noen industrikjøretøy, som f.eks. gaffeltrucker, er utstyrt. Hvis slike trucker med faste dekk kjøres på ujevnt

underlag, som de ikke er beregnet for, kan sjåføren bli utsatt for høye vibrasjonsnivåer.

Kjøres det på dårlig vedlikeholdte veier?

De fleste kjøretøy beregnet for kjøring på vanlig veier vil gi lave vibrasjonsnivåer så lenge veiene er godt vedlikeholdt. Kjøretøy med mindre effektiv demping kan gi høye vibrasjonsnivåer, spesielt hvis de ikke er lastet og kjører på dårlig vedlikeholdte veier.

Blir arbeidstakerne utsatt for støt?

Den største vibrasjonsrisikoen tenkes å komme i forbindelse med eksponering for støtvibrasjon. Støtvibrasjon kan forekomme ved kjøring på dårlig underlag i for stor fart, eller feilinnstilling av fører sete. Noen tungt lastede kjøretøy kan overføre støt til sjåføren ved hard oppbremsing.

Trenger sjåførene å arbeide i ubekvemme arbeidsstillinger, eller utføre manuelle arbeidsoppgaver? Dårlig designet førerhus kan føre til at sjåføren må strekke og/eller vri seg, eller sitte i en fastlåst stilling over lengre tid. Hvordan er fører setet? Uheldige ergonomiske forhold kan alene, eller kombinert med helkroppsvibrasjoner, føre til muskel-/skjelettplager.

Advarer kjøretøyprodusenten for risiko for helkroppsvibrasjoner?

Hvis kjøretøyet setter arbeidstakerne i fare for å pådra seg vibrasjonsskader, skal produsenten informere om dette i brukerhåndboken.

Rapporterer sjåførene om vondt i ryggen?

Skjema for screening av plager relatert til helkroppsvibrasjoner er gitt i vedlegg 8. I så fall er det en indikasjon på at vibrasjonseksposeringen, og de ergonomiske forholdene, må undersøkes nærmere.

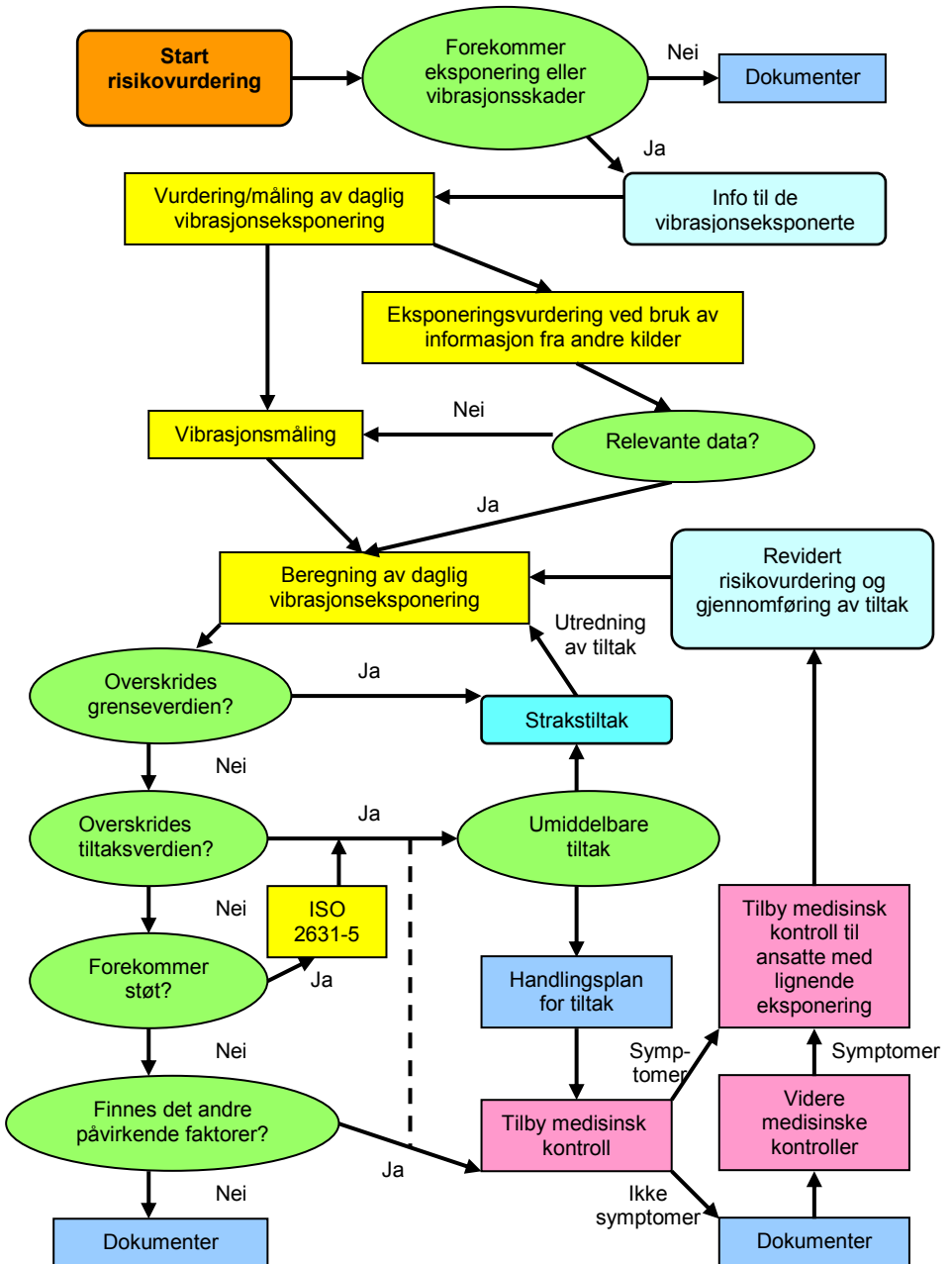
INNHALDET I RISIKOVURDERINGEN

I følge forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner-, skal risikovurderingen ta hensyn til følgende:

- a) Nivå, type og varighet av vibrasjonseksposering, forekomst av variasjon i vibrasjonsnivå og gjentatte støt.
- b) Grenseverdiene og tiltaksverdiene for daglig eksposering (A(8)).
- c) Virkning på helse og sikkerheten til arbeidstakere som er særlig utsatt for risiko.
- d) Indirekte virkninger på sikkerheten til arbeidstakeren fra vekselvirkninger mellom vibrasjon og arbeidsstedet eller arbeidsutstyret.
- e) Produsentens informasjon om arbeidsutstyret.
 - f) Om det er mulig å benytte arbeidsutstyr som gir mindre vibrasjonseksposering.
- g) Lengden av eksposeringen for helkroppsvibrasjoner utover vanlig arbeidstid, som faller innunder arbeidsgiverens ansvar.
- h) Økt helserisiko på grunn av samvirkning mellom vibrasjoner og andre faktorer på arbeidsplassen.
- i) Relevante opplysninger fra helseundersøkelser, og andre offentliggjorte opplysninger, så langt det er mulig.

Arbeidsgiveren skal oppdatere risikovurderingen med jevne mellomrom, særlig med hensyn til endringer i produksjonsforhold eller organisering av arbeidet som kan innvirke på risiko.

Flytskjema for risikovurdering av vibrasjonseksposering er gitt i figur 26.



Figur 26: Flytskjema for risikovurdering (1).

HVORDAN KAN EN RISIKOVURDERING SE UT FOR Å TILFREDSSTILLE KRAVENE I FORSKRIFTEN?

Punkt a)

Nivå, type og varighet av vibrasjonseksposering, forekomst av variasjon i vibrasjonsnivå og gjentatte støt.

Punkt b)

Grenseverdiene og tiltaksverdiene for daglig eksponering (A(8)).

Hånd- og armvibrasjoner

For å synliggjøre om operatørens vibrasjonseksposering tilfredsstiller kravene gitt i forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner-, er det i tabellene under benyttet følgende fargekoder:

Vibrasjons-eksponering under tiltaksgrensen	Vibrasjons-eksponeringen mellom tiltaks- og grenseverdi	Vibrasjons-eksponeringen over grenseverdien
< 2,5 m/s ²	2,5 – 4,9 m/s ²	≥ 5,0 m/s ²

Summen av vibrasjonen i x-, y- og z-retningen, skal brukes ved vurdering av arbeidstakernes vibrasjonseksposering.

Er eksponeringstiden kortere enn 30 (10) minutter kan vibrasjonsnivået være 10 (17) m/s² før tiltaksverdien overskrides, og 20 (35) m/s² før grenseverdien overskrides.

Risikovurderingen utføres på 3 ulike måter avhengig av om både vibrasjonsnivået og eksponeringstiden, eller bare en av disse parameterne er kjent.

1. Vibrasjonsnivå og brukstid kjent

- Hva blir beregnet vibrasjonseksposering ved bruk av enkelte maskiner?
- Hva blir daglig vibrasjonseksposering ved bruk av flere typer maskiner?

Eksempel

Bruk av Hitachi stikksag, med vibrasjonsnivå 11,0 m/s², i 30 minutter?

Vibrasjonseksposeringen beregnes ut fra formelen:

$$A = A(T) \times \sqrt{\frac{T}{8}} = 11,0 \times \sqrt{\frac{0,5}{8}} = 2,8 \text{ m/s}^2$$

der A = beregnet vibrasjonseksposering
T = eksponeringstid i timer
A(T) = vibrasjon i eksponeringstiden

Maskin / Produsent	Modell / Type / Effekt	Vibrasjons-nivå m/s ²	Bruks-tid i timer	Beregnet vibrasjons eksposering m/s ²
Stikksag Hitachi	CR 10V 720	11,0	0,5	2,8
Motorsag Stihl	MSE 220L 2200	6,7	3	4,1
Daglig vibrasjonseksposering beregnes ut fra formelen: $A(8) = \sqrt{2,8^2 + 4,1^2} =$				5,0 m/s²

2. Vibrasjonsnivået kjent

- Hva blir maks brukstid før tiltaksverdien / grenseverdien oppnås?

Eksempel

Bruk av Hitachi stikksag med vibrasjonsnivå 11,0 m/s².

Maks brukstid før tiltaksverdien, 2,5 m/s², oppnås beregnes ut fra formelen:

$$T = 8 \times \left(\frac{A(8)}{A(T)} \right)^2 = 8 \times \left(\frac{A(2,5)}{A(11)} \right)^2 = 0,41 \times 60 = 25 \text{ min.}$$

der $A(8)$ = tiltaksverdien / grenseverdien

T = eksponeringstid i timer

$A(T)$ = vibrasjon i eksponeringstiden

Maskin / Produsent	Modell / Type / Effekt	Vibrasjonsnivå m/s ²	Maks brukstid før tiltaksverdien oppnås <2,5 m/s ²	Maks brukstid før grenseverdien oppnås 2,5 - <5,0 m/s ²
Stikksag Hitachi	CR 10V 720	11,0	25 min.	1 time og 39 min.

3. Brukstiden kjent

- Hva er maks vibrasjonsnivå før tiltaksverdien / grenseverdien oppnås?

Eksempel

Bruk av Hitachi drill, DH18VB, 420 Watt, 2 timer per dag.

Maks vibrasjonsnivå, før tiltaksverdien, $2,5 \text{ m/s}^2$, oppnås, beregnes ut fra formelen:

$$a_v = 8 \times \left(\frac{2,5}{x} \right)^2 = 2 \text{ timer}$$

$$a_v = \left(\frac{2,5}{x} \right)^2 = \frac{2}{8} \quad a_v = \frac{2,5}{x} = \sqrt{0,25}$$

$$a_v = x = \frac{2,5}{0,5} \quad a_v = 5 \text{ m/s}^2$$

der $a_v =$ vibrasjonsnivå

Maskin / Produsent	Modell / Type / Effekt	Bruks-tid i timer	Maks vibrasjon før tiltaksverdien oppnås $<2,5 \text{ m/s}^2$	Maks vibrasjon før grenseverdien oppnås $2,5 - <5,0 \text{ m/s}^2$
Drill Hitachi	DH 18VB 420	2	5 m/s^2	10 m/s^2

Helkroppsvibrasjoner

For å synliggjøre om operatørens vibrasjonseksposering tilfredsstillt kravene gitt i forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner-, er det i tabellene under benyttet følgende fargekoder:

Vibrasjons-eksponering under tiltaks grensen	Vibrasjons-eksponeringen mellom tiltaks- og grenseverdi	Vibrasjons-eksponeringen over grenseverdien
< 0,5 m/s ²	0,5 – 1,0 m/s ²	≥ 1,1 m/s ²

Korreksjonsfaktor på 1,4 må inkluderes for x- og y-retningen, og det høyeste av vibrasjonsnivåene i de tre akseretningene x-, y- og z-, brukes ved vurdering av arbeidstakernes vibrasjonseksposering.

Er eksponeringstiden kortere enn 30 (10) minutter kan vibrasjonsnivået være 2 (3,5) m/s² før tiltaksverdien overskrides, og 4,4 (7,6) m/s² før grenseverdien overskrides.

På samme måte som for hånd- og armvibrasjoner utføres risikovurderingen på 3 ulike måter, avhengig av om både vibrasjonsnivået og eksponeringstiden, eller bare en av disse parameterne er kjent.

1. Vibrasjonsnivå og brukstid kjent

- Hva blir beregnet vibrasjonseksposering ved kjøring av de enkelte kjøretøy?
- Hva blir daglig vibrasjonseksposering ved kjøring av flere typer kjøretøy?

Eksempel

Bruk av Toyota gaffeltruck 6 timer om dagen, der vibrasjonsnivået er $0,6 \text{ m/s}^2$.

Vibrasjonseksposeringen beregnes ut fra formelen:

$$A = A(T) \times \sqrt{\frac{T}{8}} = 0,6 \times \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,52 \text{ m/s}^2$$

der A = beregnet vibrasjonseksposering
 T = eksponeringstid i timer
 $A(T)$ = vibrasjon i eksponeringstiden

Kjøretøy / Produsent	Modell / Type	Vibrasjons-nivå m/s^2	Bruks-tid i timer	Beregnet vibrasjons eksposering m/s^2
Gaffel-truck Toyota	MX 2000	0,6	6	0,52
Varebil Toyota	TX 2,2	0,3	2	0,15
Daglig vibrasjonseksposering beregnes ut fra formelen: $A(8) = \sqrt{0,52^2 + 0,15^2} =$				0,54 m/s^2

2. Vibrasjonsnivået kjent

- Hva blir maks brukstid før tiltaksverdien / grenseverdien oppnås?

Eksempel

Bruk av Toyota gaffeltruck med vibrasjonsnivå er 0,6 m/s².

Maks brukstid før tiltaksverdien, 0,5 m/s², oppnås beregnes ut fra formelen:

$$T = 8 \times \left(\frac{A(8)}{A(T)} \right)^2 = 8 \times \left(\frac{A(0,5)}{A(0,6)} \right)^2 = 5,56$$

= 5 timer og 34 min. (0,56 x 60 min = 34 min.)

der $A(8)$ = tiltaksverdien / grenseverdien

T = eksponeringstid i timer

$A(T)$ = vibrasjon i eksponeringstiden

Kjøretøy / Produsent	Modell / Type	Vibrasjonsnivå m/s ²	Maks brukstid før tiltaksverdien oppnås <0,5 m/s ²	Maks brukstid før grenseverdien oppnås 0,5 - <1,1 m/s ²
Gaffeltruck Toyota	MX 2000	0,6	5 timer og 34 min.	26 timer og 54 min.

3. Brukstiden kjent

- Hva er maks vibrasjonsnivå før tiltaksverdien / grenseverdien oppnås?

Eksempel

Bruk av dumper, Volvo MB DR 860, 2 timer per dag.

Maks vibrasjonsnivå før tiltaksverdien, $0,5 \text{ m/s}^2$, oppnås, beregnes ut fra formelen:

$$a_v = 8 \times \left(\frac{0,5}{x} \right)^2 = 2 \text{ timer}$$

$$a_v = \left(\frac{0,5}{x} \right)^2 = \frac{2}{8} \quad a_v = \frac{0,5}{x} = \sqrt{0,25}$$

$$a_v = x = \frac{0,5}{0,5} \quad a_v = 1 \text{ m/s}^2$$

der $a_v = \text{vibrasjonsnivå}$

Kjøretøy / Produsent	Modell / Type	Bruks- tid i timer	Maks vibrasjon før tiltaks- verdien oppnås $0,5 \text{ m/s}^2$	Maks vibrasjon før grense- verdien oppnås <math>0,5 - <1,1 \text{ m/s}^2</math>
Dumper Volvo	MB DR 860	2	1 m/s^2	2,2 m/s^2

Helkroppsvibrasjoner med støt

Når eksponeringen for helkroppsvibrasjoner inneholder kraftige støt, toppfaktor >9, vil målemetodene som forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner- viser til undervurdere belastningen. Det kan da være nødvendig å gjøre ekstra vurderinger og legge til grunn også standarden ISO 3631-5, som er angitt i ovennevnte forskrifts veiledning. I ISO 3631-5 er det angitt alternative målemetoder for å bestemme mulige helseeffekter.

VDV (vibration dose value) - metoden er et av alternativene. Enheten for VDV er $\text{m/s}^{1.75}$, og i motsetning til RMS-verdien, er VDV en kumulativ verdi, dvs. den øker med økende måletid. Det er derfor viktig å kjenne til nøyaktig måletid.

Vibrasjons-eksponering under tiltaksgrensen	Vibrasjons-eksponeringen mellom tiltaks- og grenseverdi	Vibrasjons-eksponeringen over grenseverdien
$< 9,1 \text{ m/s}^{1.75}$	$9,1 - 20,9 \text{ m/s}^{1.75}$	$\geq 21 \text{ m/s}^{1.75}$

Punkt c)

Virkning på helse og sikkerheten til arbeidstakere som er særlig utsatt for risiko.

Gravide

Det må undersøkes om det er gravide blant de vibrasjonseksponeerte arbeidstakerne. Lavfrekvente helkroppsvibrasjoner (1-20 Hz) kan innebære økt abortrisiko. Gravide skal ikke arbeide i kjøretøy, kabiner eller maskiner som medfører sterke helkroppsvibrasjoner. Det finnes imidlertid ingen sikker grenseverdi. Bruk av maskiner som medfører hånd- og armvibrasjoner er ikke forbundet med forplantningsskade. Imidlertid har mange håndholdte vibrerende maskiner et så høy støynivå at gravide ikke bør arbeide med slike maskiner.

Spesielt utsatte arbeidstakere

Det må undersøkes om det er spesielt utsatte arbeidstakere, som det må tas hensyn til, blant de vibrasjonseksponeerte. Ansatte med vibrasjonsskade, hvite fingre / Raynaud's fenomen, sirkulasjonsforstyrrelser eller nerveskader, bør i minst mulig grad eksponeres for vibrasjoner. Det samme er tilfelle med arbeidstakere som bruker medisiner som gir sammentrekning av blodårene. Andre disponerende faktorer er diabetes, stort alkoholforbruk, røyking og høy alder.

Punkt d)

Vurdering av sikkerhet

Vibrasjoner kan påvirke konstruksjoners stabilitet og gjøre avlesning av måleinstrumenter og håndtering av styre- og reguleringsinnretninger vanskelig. Det skal i risikovurderingen være en vurdering av om vibrasjonene er så kraftige at det går ut over sikkerheten når maskinen kjøres / utstyret betjenes. Er det f. eks fare for å skade seg eller andre, som følge av at kjøretøyet ikke kan manøvreres normalt, eller

utstyret ikke kan holdes på en sikker måte. Vær oppmerksom på at eksponering for hånd- og armvibrasjoner kan føre til nedsatt følelse og evt. dårligere finmotorikk. Dette kan i enkelte tilfeller utgjøre en sikkerhetsrisiko.

Punkt e)

Produsentens informasjon om arbeidsutstyret.

Se i instruksjonsboken/brukermanualen etter oppgitt vibrasjonsnivå. Vibrasjonsdataene for hånd- og armvibrasjoner kan med forsiktighet brukes i risikovurderingen. For å kompensere at målingene ikke er utført etter de prinsipper som gjelder for bruk i risikovurderinger, multipliseres, som en tommelfingerregel, det oppgitte vibrasjonsnivået med 2. Hvis det oppgitte vibrasjonsnivået er oppgitt til $< 2,5 \text{ m/s}^2$, forhøyes verdien til $2,5 \text{ m/s}^2$, før multipliseringen utføres. For helkroppsvibrasjoner gjelder at vibrasjonsdataene vanligvis er målt under forhold som ikke tilsvarer vanlig bruksmåte for maskinen. Data fra produsenter av kjøretøy er egnet til sammenligning mellom produkter før anskaffelse

Punkt f)

Er det mulig å benytte arbeidsutstyr som gir mindre vibrasjonseksponering?

For mange arbeidsoppgaver finnes det alternative metoder å utføre arbeidet på, og bedriften må vurdere om de kan benytte en metode der ikke arbeidstakerne blir eksponert for vibrasjoner.

Punkt g)

Lengden av eksponeringen for helkroppsvibrasjoner utover vanlig arbeidstid, som faller innunder arbeidsgiverens ansvar.

Det er viktig å ta rede på om de ansatte er eksponert for helkroppsvibrasjoner, som arbeidsgiveren har ansvaret for i forbindelse med transport til å fra arbeidsplassen,

og/eller i forbindelse med innkvartering, personalrom, spiserom etc.

Punkt h)

Økt helserisiko på grunn av samvirkning mellom vibrasjoner og andre faktorer på arbeidsplassen.

Uheldige arbeidsstillinger, høyt kraftbruk, stress, kulde, fuktighet, støy etc. kan påvirke helse- og ulykkesrisikoen. Disse faktorene bør derfor vurderes spesielt.

Punkt i)

Relevante opplysninger fra helseundersøkelser, og andre offentliggjorte opplysninger, så langt det er mulig.

Dokumenterte, men ikke nødvendigvis offentlige opplysninger, bør også tas hensyn til. For risikovurdering av hånd-arm vibrasjonssyndrom (HAVS), henvises til arbeidsmedisinske veiledninger utarbeidet av Norsk arbeidsmedisinsk forening. <http://www.nhi.no/amv/>

RAPPORTMALER FOR RISIKOVURDERING

I vedlegg nr. 3 og 6, er det angitt to enkle rapportmalere for risikovurdering av henholdsvis hånd- og armvibrasjoner og helkroppsvibrasjoner.

Informasjonen gitt i punkt a) i risikovurderingene vil variere alt ettersom om vibrasjonsnivået, eksponeringstiden, eller begge parameterne er kjent.

RISIKOKONTROLL - TILTAK

Når man vurderer vibrasjonseksposeringen, er det viktig å ta rede på hvilke arbeidsprosesser som forårsaker vibrasjonene. Dette vil lette arbeidet med å finne de mest hensiktsmessige vibrasjonsreducerende tiltakene.

KJØRETØY- / MASKINVALG

Kjøretøyet/maskinen må være egnet for å utføre arbeidet på en effektiv måte. Tilleggsutstyr både på kjøretøy og håndholdte maskiner, kan påvirke vibrasjonsnivået. For eksempel vil slipeskiver av dårlig kvalitet ofte slites ujevnt, og er ofte dårlig balansert, hvilket resulterer i økt vibrasjon.

INNKJØPSPOLITIKK

Ved innkjøp av nytt utstyr/maskiner må helse og sikkerhetsaspekter, inkludert vibrasjon, tas hensyn til. Produsenter, importører, leverandører og andre forhandlere er i følge forskriften -Maskiner-, bestillingsnr. 522, pliktig til å utarbeide informasjon om utstyret/maskinen. Informasjonen skal sikre at arbeidstakere og forbrukere blir vernet mot skader på liv og helse, og ikke blir utsatt for uheldige belastninger.

Hånd- og armvibrasjoner

Informasjonen om vibrasjoner skal inneholde følgende:

- vibrasjonsnivå,
- hvordan vibrasjonsnivået har blitt fremskaffet.

Produsent, importør, leverandøren og/eller forhandler kan også ha informasjon om:

- evt. bruksmåter av utstyret som øker vibrasjonseksposeringen,
- hvordan bruke utstyret sikkert,
- anbefalt opplæring for brukere og vedlikeholdspersonale,
- hvordan bruke utstyret til spesielle arbeidsoppgaver,

- behov for spesielt verneutstyr,
- vedlikehold,
- evt. vibrasjonsreducerende tiltak.

Helkroppsvibrasjoner

Informasjonen om vibrasjoner skal inneholde følgende:

- vibrasjonsnivå,
- hvordan vibrasjonsnivået har blitt fremskaffet.

Produsenter, importører, leverandører og/eller forhandlere kan også ha informasjon om:

- i hvilke tilfeller kjøretøyet kan forårsake helkroppsvibrasjoner over tiltaksverdien og grenseverdien,
- hvordan vedlikeholde kjøretøyet,
- om det er anbefalt noen form for spesialtrening for sjåfører eller mekanikere, for å kontrollere vibrasjonseksposeringen,
- informasjon som viser at setet i kjøretøyet reduserer vibrasjonen til det laveste nivå man rimelig kan oppnå.

ALTERNATIVE ARBEIDSMETODER

Det er kanskje mulig å finne alternative arbeidsmetoder som reduserer eller eliminerer vibrasjonseksposeringen.

På hjemmesidene til Health & Safety Executive (HSE), <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/campaign/index.htm> finnes informasjon om ulike vibrasjonsreducerende tiltak i støperier, stålindustrien og bygg og anlegg. Eksempler er gitt i figurene 26-28.



Figur 26: Roterende slipemaskin med vibrasjon 2 m/s^2 .



Figur 27: Alternativ til roterende slipemaskin.
Båndsliper med vibrasjon $0,5 \text{ m/s}^2$.



Figur 28: Fjernstyrt "hoppetusse" uten vibrasjons-
eksponering for operatøren.

ARBEIDSPROSESSER

Arbeidsoppgavene skal være tilrettelagt på en slik måte at eksponeringen for vibrasjoner blir så lav som mulig, og daglig eksponeringstid blir så liten som mulig. Det er viktig at arbeidstakere som eksponeres for vibrasjoner, har muligheter for regelmessige pauser. For helkroppsvibrasjoner gjelder at eksponeringen for støt bør hindres, og at sjåførens arbeidsstilling ikke bidrar til økt risiko for vibrasjonsskader. Innfør jobbrotasjon, og unngå at utstyr og kjøretøy går unødig på tomgang. Den mest effektive metoden for å redusere operatørens vibrasjonseksponering, er å fjerne vibrasjonene ved kilden. Dette er mer effektivt enn å redusere eksponeringstiden.

En halvering av vibrasjonsnivået betyr at operatørens eksponering reduseres med 50%, mens en halvering av eksponeringstiden bare reduserer operatørens eksponering med ca. 30%. Grunnen er at operatørens vibrasjonseksponering er en funksjon av vibrasjonsnivået multiplisert med kvadratroten av eksponeringstiden, se formel side 43.

ARBEIDSPASSUTFORMING

Førerhus, fører sete og dekk

Instrumenter, speil, spaker etc. må kunne tilpasses slik at arbeidsstillingen blir god. Fører sete bør kunne reguleres etter sjåførens høyde og vekt, være vibrasjonsdempet, kunne stilles fremover og bakover, ha regulerbar vinkel på ryggen og ha stort nok utslag slik at ikke setet slår mot bunnen ved ujevnheter i kjørebanelen. Bruk bare fører seter anbefalt av produsenten. Feil fører sete kan pga. egensvingninger og uønskede resonanseffekter øke vibrasjonseksponeringen. Feil fører sete kan også føre til støteksponeeringer hvis fører setets fjæringssystem overbelastes.

Hvordan førerhuset er festet til kjøretøyet, samt dekktype og lufttrykket i dekkene, vil ha betydning for vibrasjonsnivået i førersetet.

Antivibrasjonshåndtak

Antivibrasjonshåndtak kan redusere vibrasjonseksposeringen, men feil håndtak kan øke eksposeringen pga. egensvingninger og uønskede resonanseffekter. Bruk derfor bare antivibrasjonshåndtak anbefalt av produsenten.

Elastiske materialer

Å kle elastiske materialer som gummi rundt vibrerende håndtak kan øke komforten, men vil eventuelt bare i svært liten grad redusere vibrasjonen i de frekvenser som bidrar mest ved bestemmelse av vibrasjonseksposeringen.

Gripe- og presskraft

Ved å redusere gripe- og presskraften, vil vibrasjonseksposeringen reduseres. Fjærene i det vibrasjonsdempende systemet vil ikke ha noen vibrasjonsdempende effekt, hvis de er helt sammentrykt. En god regel er å la maskinen gjøre arbeidet, dvs. ikke press for hardt. Bruk av opphengsystemer, og montering av utstyr på stativ, kan bidra til at gripekraften kan reduseres, se figur 29.



Figur 29: Drill hengt opp i talje.

VEDLIKEHOLD

Vedlikehold av kjøretøy og håndholdte maskiner er viktig for å holde vibrasjonene på et lavest mulig nivå.

Hånd- og armvibrasjon

Hold kutte-/sagemaskiner skarpe, bytt slitte slipeskiver, og bytt ut slitte vibrasjonsdempere.

Helkroppsvibrasjoner

Vedlikehold førerretet og veibanen, still inn førerretet etter ønsket vekt, og tilpass lufttrykket i dekkene etter last og veibane.

VIBRASJONSDEMPENDE HANSKER

Hansker som er merket "anti-vibration" skal være CE-merket, hvilket indikerer at de er testet og godkjent i henhold til EN ISO 10819:1997. Standarden innebærer at hansen ikke får forsterke vibrasjon ved frekvensene

31,5 - 200 Hz, og ved frekvenser fra 200 - 1250 Hz skal hansken redusere vibrasjonsnivået med 40%. Vibrasjonsdempende hansker demper lite under 150 Hz. Dette betyr at for de fleste håndholdte maskiner, er vibrasjonsdempingen ubetydelig. Vibrasjonsdempende hansker kan redusere vibrasjonseksposeringen for maskiner som produserer høyfrekvent vibrasjon, eller som har høy omdreiningshastighet, og som holdes i et lett grep.

BESKYTTELSE MOT KULDE

Lav kroppstemperatur øker risikoen for hvite fingre pga. redusert blodsirkulasjon. Motorsager er tilgjengelige med oppvarmede håndtak. Temperaturen innendørs bør minimum være 16 °C. Unngå luftverktøy som blåser kald eksos på hendene, se figur 30. Varme klær og varme hansker bør benyttes dersom det arbeides med vibrerende håndholdte maskiner i kalde omgivelser.



Figur 30: Slipemaskin med påtaptet gummimansjett for å hindre eksosutblåsing mot hendene.

OPPLÆRING OG INFORMASJON TIL ARBEIDSTAKERE

Jmf. § 12 i forskriften -Vern mot mekaniske vibrasjoner-, skal arbeidsgiveren sørge for at arbeidstakerne og verneombud før løpende informasjon om opplæring om:

- risikovurderingen som er foretatt, og de tiltak som skal iverksettes,
- grenseverdier og tiltaksverdier,
- resultatet av vibrasjons- vurderinger/målinger,
- hvordan oppdage og hvordan rapportere om tegn til vibrasjonsskader,
- i hvilke tilfeller arbeidstakerne har rett til helseundersøkelse,
- trygge arbeidsmetoder som minsker eksponeringen og risikoen for helseskade som bruken av arbeidsutstyret kan medføre.

I tillegg til ovennevnte krav i forskriften kan det være hensiktsmessig at det blir gitt informasjon om blant annet:

- hvordan og hvorfor rapportere om kjøretøy og håndholdte maskiner, som trenger vedlikehold, og
- at røyking og snusing medfører sammentrekninger av blodårene, og øker risikoen for hvite fingre.

En PowerPoint presentasjon med forslag til informasjon og opplæring av vibrasjonseksponerte arbeidstakere, finnes på <http://www.bedriftshelsen.no/filer/Info.ppt>

Presentasjonen må tilpasses den enkelte risikovurdering og bedrift.

KRAV TIL PRODUSENTER, IMPORTØRER OG LEVERANDØRER

ARBEIDSTILSYNETS FORSKRIFT OM MASKINER

Formålet med Arbeidstilsynets forskrift -Maskiner-, bestillingsnr. 522, er å sikre at maskiner og sikkerhetskomponenter konstrueres og bygges slik at arbeidstakere og forbrukere er vernet mot skader på liv og helse og ikke blir utsatt for uheldige belastninger. Forskriften er begrenset til å gjelde konstruksjon og bygging av maskiner, og retter seg derfor til produsenter, importører, leverandører og andre forhandlere. For nærmere definisjon av maskin, henvises til forskriften.

Maskiner skal være konstruert og bygd slik at farer som skyldes vibrasjon, blir redusert til lavest mulig nivå tatt i betraktning den tekniske utvikling og de midler som står til rådighet for å redusere vibrasjon, særlig ved kilden. Konstruktører, som i utgangspunktet skal konstruere maskinen med så lite vibrasjon som mulig, vil finne råd og veiledning i prEN 1030-1, Guidelines for vibration hazards reduction Part 1: Engineering methods by design of machinery.

Maskiner med førerhus

Dersom maskinen er innrettet med førerhus, skal dette være konstruert, bygd og/eller utstyrt slik at det sikrer føreren gode arbeidsforhold og vern mot forekommende farer, som utilstrekkelig oppvarming og ventilasjon, utilstrekkelig utsyn, for mye støy og vibrasjon, fallende gjenstander, inntrengende gjenstander, velt osv.

For førerstoler gjelder at vibrasjoner, som føreren utsettes for, skal reduseres til et lavest mulig nivå. Stolens forankring skal tåle alle påkjenninger som den kan bli utsatt for, særlig ved velt. Det er i dag svært vanlig at maskinprodusenten ikke er den samme som produsenten av førerstolen. Der hvor dette er tilfellet, må maskinprodusenten forlange at produsenten av

førerstolen gir nødvendige opplysninger om vibrasjonsdempende evne og forankring av sikkerhetsbelter, slik at disse kan beskrives i den tekniske dokumentasjonen.

Bruksanvisningen skal inneholde informasjon om vibrasjoner fra maskinen. Målingene kan være foretatt på den aktuelle maskinen, eller oppgitt vibrasjonsnivå kan være fastlagt på grunnlag av målinger foretatt på en tilsvarende maskin.

Hånd- og armvibrasjoner

Det skal gis opplysninger om den frekvensveide geometriske middelverdien av akselerasjon armene utsettes for, hvis den overstiger $2,5 \text{ m/s}^2$ målt ved hjelp av en egnet prøvemetode. Hvis akselerasjon ikke overstiger $2,5 \text{ m/s}^2$, skal dette også angis.

Helkroppsvibrasjoner:

Det skal gis opplysninger om den frekvensveide geometriske middelverdien av akselerasjon som kroppen (føtter eller sete) utsettes for, dersom denne verdien overstiger $0,5 \text{ m/s}^2$. Dersom verdien er mindre enn $0,5 \text{ m/s}^2$, skal dette også angis. Dersom ikke harmoniserte standarder anvendes, skal vibrasjonsdataene måles ved bruk av den mest hensiktsmessige målemetode for den aktuelle maskinen. Produsenten skal angi maskinens driftstilstand ved målingene og metodene som ble anvendt ved målingene.

Bærbare, håndholdte og/eller håndstyrte maskiner

I bruksanvisningen for bærbare, håndholdte og/eller håndstyrte maskiner, skal det i tillegg til den generelle informasjon som kreves i forhold til sikkerhet og helse, gis informasjon om vibrasjon som blir overført fra håndholdte og håndstyrte maskiner. Det skal gis opplysninger om den frekvensveide geometriske middelverdien av akselerasjon armene utsettes for, hvis den overstiger $2,5 \text{ m/s}^2$ målt ved hjelp av en egnet

prøvemetode. Hvis akselerasjon ikke overstiger $2,5 \text{ m/s}^2$, skal dette også angis. Produsenten skal opplyse om hvilke målemetoder som ble brukt, og under hvilke forhold målingene ble foretatt. Når det gjelder fastmontert utstyr skal bruksanvisningen, når det er nødvendig, gjengi de kravene som gjelder ved installasjon med hensyn til reduksjon av støy eller vibrasjon, ved bruk av dempere, fundamenttype, masse osv. For nærmere angivelse av de ulike målestandardene henvises til kap. -Bruk av produsentenes data-, på side 21.

ARBEIDSTILSYNETS FORSKRIFT OM TEKNISKE INNRETNINGER

Arbeidstilsynets forskrift -Tekniske innretninger-, bestillingsnr. 221, retter seg mot produsenter, importører, leverandører og forhandlere av arbeidsutstyr. Forskriften omfatter arbeidsutstyr som ikke omfattes av forskrift om maskiner, og som brukes eller ventelig vil bli brukt i virksomhet som kommer inn under arbeidsmiljøloven. For nærmere definisjon av tekniske innretninger, henvises til forskriften.

Tekniske innretninger skal være slik laget og oppstilt at arbeidsstillinger og arbeidsbevegelser ikke medfører fare for ulykker, uheldige belastninger og skade på liv og helse. Teknisk innretning skal plasseres og oppstilles fullt betryggende med hensyn til omgivelsene, og slik at betjening og vedlikehold kan skje farefritt og uten uheldige belastninger. I følge kommentarene til forskriften skal en skal være spesielt oppmerksom på at teknisk innretning er tilstrekkelig dempet mot vibrasjon f.eks. gjennom fundament, dempende underlag eller bruk av spesielle hansker ved vibrerende betjeningsorganer. Teknisk innretning skal leveres med nødvendig og lett forståelig bruksanvisning på norsk. Bruksanvisningen skal omfatte opplysninger om transport, oppstilling, montering, bruk og vedlikehold.

DATABASER

Databaser med vibrasjonsdata

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/sv/havsok.lasso>

<http://www.las-bb.de/karla/index.htm>

<http://www.operc.com/pages/havtecselect.asp>

<http://www.hitachi.no/businesssub.jsp?i=2#9>

<http://scaptocs.bosch-pt.com/boptocs-sca/Category.jsp?division=gw&language=no-NO>

<http://212.75.80.201/CPIndustrialSite/Default.asp>

http://www.atlascopco.se/sesv/Aboutus/incountry/utvardering_vibrationsexponering.asp

Publikasjoner med vibrasjonsdata

<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr400.pdf>

<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr377.pdf>

<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg175.pdf>

<http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/campaign/index.htm>

<http://www.hse.gov.uk/pubns/indg175.pdf>

Vibrasjonsdempende tiltak

<http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/campaign/index.htm>

VIBRASJONSKALKULATORER

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/sv/havkalkylator.las>
[so](http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm)

<http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm>

<http://www.hvbq.de/d/bia/prasoftwa/kennwertrechner/index.html>

LITTERATUR

- 1: Petterson K. Vibrationer –hur du minskar risken för senskador. Arbetsmiljöverket. 2005.
- 2: Guide to good practice on Hand- Arm Vibration. European Commission Directorate General Employment, Social Affairs and Equal Opportunities. EU Good Practice Guide V7.7. 12/6-2006.
<http://www.humanvibration.com/EU/VIBGUIDE/HAV%20Good%20practice%20Guide%20V7.7%20English%20260506.pdf>
- 3: 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://www.humanvibration.com/EU/EU_index.htm
- 4: Kjellberg A, Wikström BO, Landström U. Injuries and other adverse effects of occupational exposure to whole-body vibration. A review for criteria documentation. Arbete och hälsa. 1994:41. Arbetsmiljöinstitutet.
- 5: Burström L, Lundström R, Sörensen A. Kunskapsunderlag för åtgärder mot skador och besvär i arbete med handhållna vibrerande maskiner. Tekniska aspekter. Arbete och hälsa. 2000:17. Arbetslivsinstitutet.
- 6: Moen BE. Fysiske og biologiske arbeidsmiljøfaktorer, samt arbeidsulykker. Del 1 Håndbok for bedriftshelsetjenesten. 2003.
- 7: Norsk arbeidsmedisinsk forening. Arbeidsmedisinske veiledninger. Utredning av personer med mistenkt vibrasjonsskade i hånd eller arm (HAVS).
<http://www.nhi.no/amv/>
- 8: Statistisk sentralbyrå. <http://www.ssb.no>

FORSKRIFTER

9: Forskrift om -Vern mot mekaniske vibrasjoner-.

Arbeidstilsynet. Bestillingsnr. 582

<http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download.php?tid=27852>

10: Forskrift om maskiner. Bestillingsnr. 522.

<http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download.php?tid=27832>

11: Kommentarer til forskriften.

<http://www.arbeidstilsynet.no/c28863/artikkel/vis.html?tid=28643>

12: Forskrift om tekniske innretninger. Bestillingsnr. 221.

<http://www.arbeidstilsynet.no/binfil/download.php?tid=27819>

13: Kommentarer til forskriften.

<http://www.arbeidstilsynet.no/c28863/artikkel/vis.html?tid=28634>

STANDARDER

Hånd- og armvibrasjon

14: NS-EN ISO 5349-2 (2001). Mekaniske vibrasjoner. Måling og bedømmelse av hvordan håndoverførte vibrasjoner virker inn på mennesker. Del 2: Praktisk veiledning for måling på arbeidsplassen (ISO 5349-2:2001).

15: NS-EN ISO 5349-1:2001. Mekaniske vibrasjoner – Målinger og bedømmelse av hvordan håndoverførte vibrasjoner virker inn på mennesker – Del 1: Generelle krav (ISO 5349-1:2001).

16: CEN/TR 15350:2006: Mekaniske vibrasjoner - retningslinjer for vurdering av eksponering for hånd-arm overførte vibrasjoner ved bruk av tilgjengelig informasjon inklusive informasjon fra maskinprodusenter.

17: EN ISO 8662 (EN 28662) (all parts), Hand-held portable power tools – Measurements of vibration at the handle.

18: EN 50144 (all parts), Safety of hand-held electric motor-operated tools.

19: EN 60745 (all parts), Hand-held motor-operated electric tools - Safety.

20: EN ISO 22867, Forestry machinery – Vibration test code for portable hand-held machines with internal combustion engine – Vibration at the handles (ISO 22867:2004)

Helkroppsvibrasjon

21: NS-EN 14253 (2004). Mekanisk vibrasjon. Måling og beregning av yrkesmessig eksponering for helkroppsvibrasjoner som relateres til helse. Praktiske retningslinjer.

22: NS-ISO 2631-1. Mekaniske vibrasjoner og støt. Bedømmelse av hvordan helkroppsvibrasjoner virker inn på mennesker. Del 1: Generelle retningslinjer (ISO 2631-1:1997).

23: ISO 2631-5. Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks.

Måleutstyr

24. NS-EN ISO 8041 (2005). Menneskets respons på vibrasjoner - Måleutstyr.

**INNHALDET I EN MÅLERAPPORT
FOR MÅLING AV HÅND- OG ARMVIBRASJON**

I følge standarden NS-EN ISO 5349-2 (2001)
(Mekaniske vibrasjoner. Måling og bedømmelse av
hvordan håndoverførte vibrasjoner virker inn på
mennesker. Del 2: Praktisk veiledning for måling på
arbeidsplassen (ISO 5349-2:2001)) skal målerapporten
inneholde følgende informasjon:

Generell informasjon;

- firma /oppdragsgiver,
- hensikt med målingene,
- dato,
- personen(e) som har vært omfattet av vurderingen av,
individuell eksponering,
- personen som utfører målingene og beregningene.

Miljøforhold på arbeidsplassen;

- målepunkt,
- temp., fuktighet og støy.

**Informasjon brukt til å velge arbeidsoperasjonene
som måles;**

Det er viktig å foreta målinger for alle kraftdrevne verktøy
eller arbeidsstykker som kan gi et signifikant bidrag til
den daglige vibrasjonseksponeringen. For å få et godt
bilde av den gjennomsnittlige daglige vibrasjons-
eksponeringen er det nødvendig å identifisere alle;

- kilder til vibrasjonseksponering,
- driftsmodi for det kraftdrevne verktøyet,
- endringer i driftsbetingelsene der dette kan berøre
vibrasjonseksponeringen,
- tilleggsutstur som kan påvirke
vibrasjonseksponeringen.

I tillegg kan det være nyttig å skaffe;

- opplysninger fra arbeidstakere og arbeidsledere om hvilke situasjoner de tror forårsaker de høyeste vibrasjonsverdiene,
- beregninger av mulige vibrasjonsskader som hver enkelt arbeidsoperasjon medfører, på bakgrunn av opplysninger om vibrasjonsemisjonsverdier som produsenten har angitt, eller ut fra offentliggjorte resultater fra tidligere målinger på lignende kraftdrevne verktøy.

Daglig arbeidsmønster for hver arbeidsoperasjon som vurderes;

- beskrivelse av arbeidsoperasjonene som måles,
- maskiner og tilleggsutstyr som brukes,
- materialer og arbeidsstykker som brukes,
- eksponeringsmønstre (f.eks. arbeidstimer, pauser),
- informasjon som brukes for å fastsette daglig eksponeringstid (f.eks. arbeidshastighet eller antall arbeidssykluser eller komponenter per dag, eksponeringstid per syklus eller håndholdt arbeidsstykke).

Nærmere opplysninger om vibrasjonskilder;

- teknisk beskrivelse av det kraftdrevne verktøyet eller maskinen,
- type og/eller modellnummer,
- alder og grad av vedlikehold for det kraftdrevne verktøyet eller maskinen,
- det kraftdrevne håndholdte verktøyets eller det håndholdte arbeidsstykkets vekt,
- eventuelle innretninger for vibrasjonskontroll på maskinen eller det kraftdrevne verktøyet,
- typen håndgrep som brukes,
- maskinens automatiske kontrollsystemer (f.eks. dreimomentregulering på en muttertrekker),
- maskinkraften,
- rotasjonsfrekvens eller støtfrekvens
- tilleggsutstyrets modell og/eller type,

- eventuelle tilleggsopplysninger (f.eks. dreimomentregulering på en muttertrekker).

Måleutstyr;

- nærmere opplysninger om måleutstyret,
- sporbarhet for kalibrering,
- dato for den siste kontrollprøvingen,
- resultater fra funksjonskontroll,
- resultater fra eventuelle interferensprøvinger.

Betingelser for akselerasjonsmålingen;

- akselerometerets plassering og retning (medregnet en skisse med dimensjoner),
- metode for festing av adapter (transduser),
- adapterets masse og fester,
- driftsforhold,
- armens og håndens stilling (medregnet opplysninger om operatøren er venstre- eller høyrehendt, ta gjerne et bilde),
- eventuelle tilleggsopplysninger (f.eks. data om mate- og gripekrefter).

Måleresultater;

- frekvensveide effektivverdier av håndoverførte vibrasjoner for x-, y- og z-aksen, om mulig for hver arbeidsoperasjon,
- måletid,
- hvis det foreligger en frekvensanalyse, de uveide frekvensspekterne,
- hvis det ble brukt en- eller toaksiale målinger, multiplikasjonsfaktor for å beregne samlet vibrasjonsverdi (medregnet begrunnelse for bruk av en- eller toaksiale målinger og begrunnelse for de multiplikasjonsfaktorene som er brukt).

Resultater fra beregninger av daglig vibrasjonseksposering;

- samlet vibrasjonsverdi for hver arbeidsoperasjon
- varighet av vibrasjonseksposeringen for hver arbeidsoperasjon
- partiell vibrasjonseksposering for hver arbeidsoperasjon hvis den foreligger
- daglig vibrasjonseksposering
- beregning av usikkerheten ved resultatene fra daglig vibrasjonseksposering

Når vibrasjonsnivå og eksponeringstid blir målt kan usikkerheten ved beregning av operatørens daglige vibrasjonseksposering, i følge EUs Guide to good practice on Hand- Arm Vibration, være +20% - -40% av reell verdi. Når opplysninger om vibrasjonsnivå og eksponeringstid er estimert og ikke målt, kan usikkerheten bli enda større.

MÅLERAPPORT – MÅLING AV HÅND- OG ARMVIBRASJON

GENERELL INFORMASJON

Vibrasjonsmålingene ble foretatt hos NLI, Alfred Andersen AS i Larvik den 20/6-2007. Bedriften, ved produksjonssjef og verneombud, hadde på forhånd funnet frem det de benyttet av håndholdt verktøy som vibrerte. Verneombudet, som var sveiser og hadde lang erfaring i bruk av verktøyet, benyttet verktøyet, mens sertifisert yrkeshygieniker / eurotox reg. toksikolog Ulf Skogen i Bedriftshelsen as utførte vibrasjonsmålingene.

MILJØFORHOLD PÅ ARBEIDSPLASSEN

Vibrasjonsmålingene ble utført inne i en stor, ca. 2000 m² stor verkstedhall. temperaturen var ca. 20°C og relativ fuktighet ca. 60%.

MÅLEUTSTYR

Vibrasjonsmåleren som ble benyttet var en Type I måler, HVM100 Human Vibration Meter, fra Larson Davis. RMS nivået varierer +/- 5 dB når instrumentet er testet fra -10 - 50 °C, og fra 30 - 90% relativ fuktighet. RMS nivået varierer +/- 5 dB når instrumentet er testet for magnetfelt med styrke 80 A/m ved 60 Hz. Vibrasjonsmåleren tilfredsstiller kravene til følsomhet i henhold til kravene i ISO 8041:1990(E), seksjon 7.1. Vibrasjonsmåleren ble kalibrert i x-, y- og z-retning, umiddelbart før vibrasjonsmålingene ble foretatt. Kalibratoren var av typen PCB 394C06, SN 2978, ACCEL 1 g (9,8 m/s²), FREQ 159,2 Hz. Vibrasjonsmåleren var ble leid av Seksjon for arbeidsmedisin ved Sykehuset Telemark, og ble innkjøpt av sykehuset i 2004. Akselerometeret som ble benyttet var et Intergrated Circuit Piezoelectric (ICP)-akselerometer av typen PCB piezotronics, modell 356 M86. Akselerometerets sensitivitet er oppgitt som følger: x = 9,40 mV/g, y = 10,10 mV/g og z = 9,88 mV/g.

BETINGELSER FOR VIBRASJONSMÅLINGEN



Vibrasjonsmålingene er utført i henhold til NS-EN ISO 5349-2 (2001). Mekaniske vibrasjoner. Måling og bedømmelse av hvordan håndoverførte vibrasjoner virker inn på mennesker. Del 2: Praktisk veiledning for måling på arbeidsplassen (ISO 5349-2:2001).

Akselerometeret ble fastet til en transduser (adapter) under målingene. Adapteret ble plassert mellom operatørens pekefinger og langfinger, og ble holdt på plass av operatøren. Dette gjaldt både under måling på høyre og venstre hånd. Operatøren var høyrehendt. Vibrasjonsmålingene ble foretatt når verktøyet var aktivt i bruk, og ikke ved tomgangskjøring. Verktøyet kjøres generelt svært lite på tomgang.

For alt verktøyet ble det utført 3 separate målinger på høyre hånd, og 3 separate målinger på venstre hånd. Under avsnittet om måleresultater under, er bare grafen for en av målingene per hånd presentert.

NÆRMERE OPPLYSNINGER OM VERKTØYET

Verktøyet som det er utført vibrasjonsmålinger på vedlikeholdes som følger: rettsliperen smøres daglig, Knarren smøres en gang per uke, elektrisk drill, 5" og 7" slipemaskin vedlikeholdes ikke, og luftdreven 5" og 7" slipemaskin vedlikeholdes ca. 3 ganger per år. Utover ovennevnte vedlikehold utføres ikke spesielt vedlikehold,

hvis ikke verktøyet blir ødelagt. Verktøyets alder kjenner bedriften ikke eksakt til, men angir at det luftdrevne verktøyet er ca. 5 år gammelt.

Bedriften har servicemanualer på det luftdrevne utstyret, som beskriver delenr. etc., men det er kun for den 7" luftdrevne slipemaskinen at produsenten har oppgitt vibrasjonsnivå. For 5" luftdreven slipemaskin, og 5" og 7" elektrisk slipemaskin, er vibrasjonsnivået, oppgitt av produsenten, funnet på databasen

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/sv/havsok.lasso>

DAGLIG EKSPONERINGSTID FOR DE ULIKE VERKTØY

Det er bedriftens sveisere og platearbeidere som benytter det verktøyet vi har målt vibrasjoner på. Platearbeidernes og sveisernes nøyaktige eksponeringstid har vi ikke klart å bestemme, men verneombudets og produksjonssjefens estimerer på brukstid er gitt i avsnittet måleresultater.

RISIKOVURDERING

Summen av vibrasjonen i x-, y- og z-retningen, skal brukes ved vurdering av arbeidstakernes vibrasjonseksponering.

Følgende fargekoder benyttes i rapporten:

Vibrasjons-eksponering under tiltaksgrensen	Vibrasjons-eksponeringen mellom tiltaks- og grenseverdi	Vibrasjons-eksponeringen over grenseverdien
< 2,5 m/s²	2,5 – 4,9 m/s²	≥ 5,0 m/s²

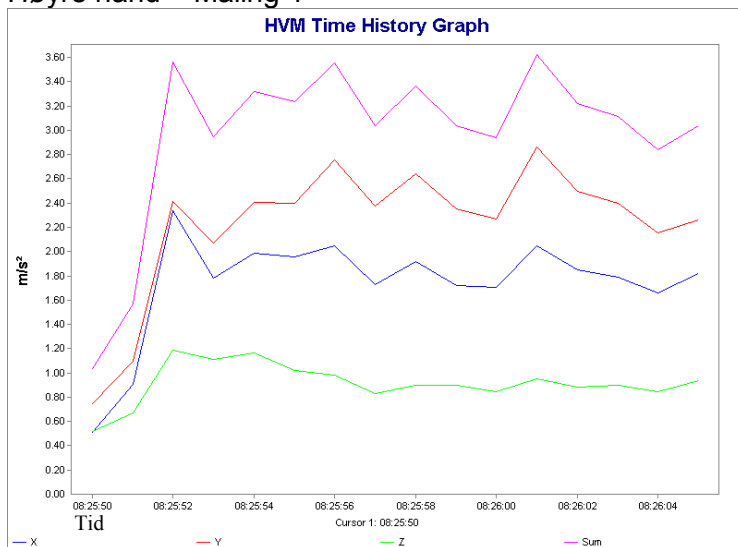
MÅLERESULTATER

Måleresultatene fra vibrasjonsmålingene er gitt på de etterfølgende sidene.

Verkstøytype: Rettsliper (heks), luftdreven.
 Produsent: Atlas Copco.
 Typebetegnelse: ?
 Vekt: 0,5 kg.
 Type arbeid: Sliping på svartstålplate.

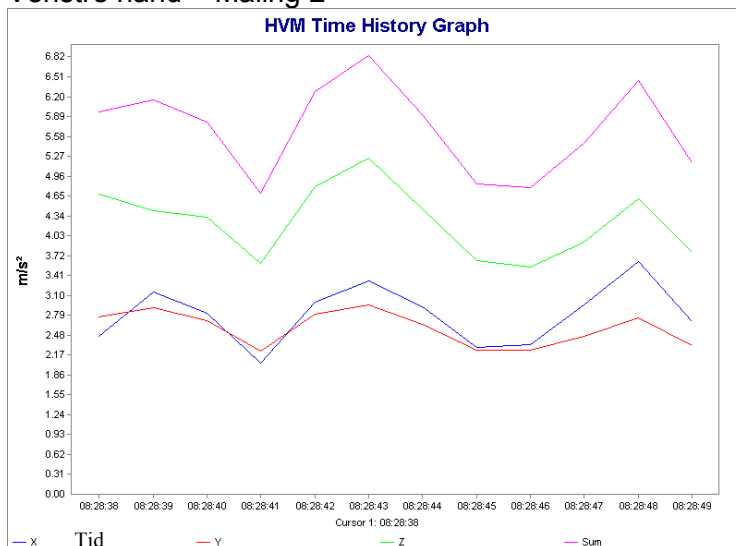


Høyre hånd – Måling 1



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s^2			Sum m/s^2
		x	y	z	
1	16	1,81	2,31	0,93	3,07
2	35	2,44	3,05	1,09	4,04
3	14	3,05	3,41	1,08	4,69
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					3,93

Venstre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	18	2,45	3,40	3,62	5,53
2	12	2,86	2,58	4,25	5,72
3	16	2,15	2,04	3,03	4,23
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					5,16

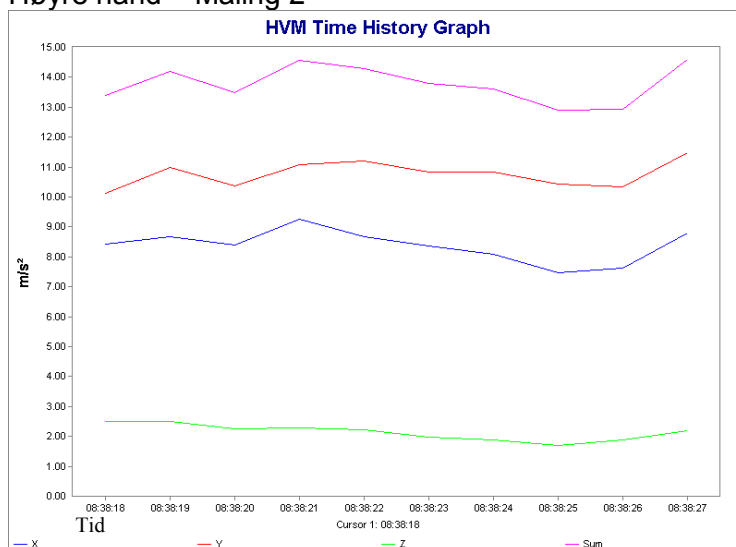
Estimert daglig brukstid	maks 30 min.
Daglig vibrasjonseksposering	1,3 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	1 t og 54 min.
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	7 t og 30 min.

Summen av vibrasjonene i x-, y- og z-retningen, skal brukes ved vurdering av arbeidstakernes vibrasjonseksposering. Vi bruker verdiene fra den hånden med høyest vibrasjonseksposering, venstre hånd. Formel for summering av vibrasjonsnivåer er angitt på side 43.

Verkstøytype: Knarr, luftdrevnen.
 Produsent: ESAB.
 Typebetegnelse: ?
 Vekt: 2 kg.
 Type arbeid: Meisling av sveiseslagg.

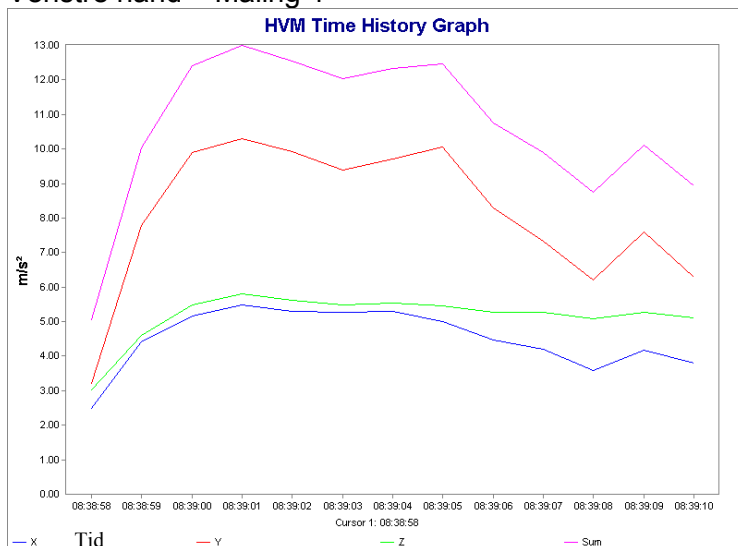


Høyre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s^2			Sum m/s^2
		x	y	z	
1	13	7,21	10,60	2,05	13,00
2	14	8,41	11,20	1,86	14,10
3	10	8,40	10,80	2,14	13,80
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					13,63

Venstre hånd – Måling 1



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	13	4,66	8,55	5,28	11,10
2	10	3,17	5,90	5,34	8,54
3	10	4,18	8,99	5,77	11,50
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					10,38

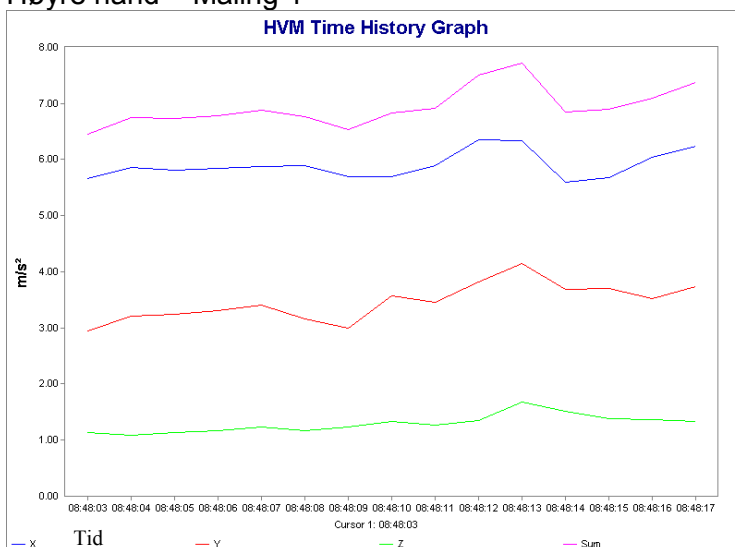
Estimert daglig brukstid	maks15 min.
Daglig vibrasjonseksposering	2,4 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	18 min.
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	1 t og 6 min.

Ved beregningene bruker vi verdiene fra den hånden med høyest vibrasjonseksposering, høyre hånd.

Verkstøytype: Drill, elektrisk.
Produsent: Hitachi, 790 W.
Typebetegnelse: DV20VB2.
Vekt: 3 kg.
Type arbeid: Boret i stålplate med 9 mm bor.

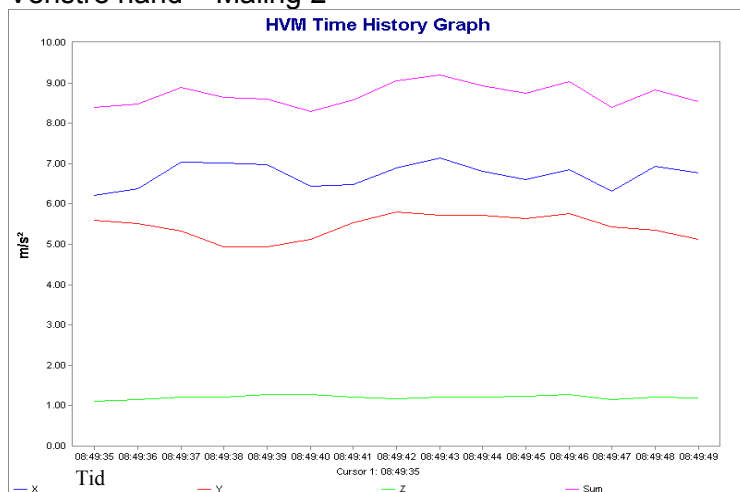


Høyre hånd – Måling 1



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	15	5,93	3,51	1,30	6,99
2	9	5,50	3,45	1,37	6,62
3	11	5,48	3,80	1,32	6,78
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					6,80

Venstre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	11	5,54	5,22	1,23	7,67
2	15	6,73	5,45	1,21	8,72
3	12	7,37	5,44	1,17	9,21
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					8,53

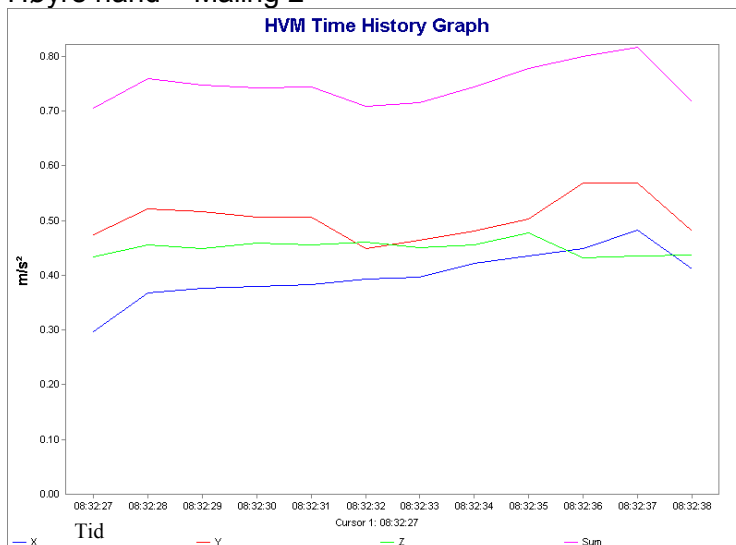
Estimert daglig brukstid	maks 15 min.
Daglig vibrasjonseksposering	1,5 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	42 min.
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	2 t og 12 min.

Ved beregningene bruker vi verdiene fra den hånden med høyest vibrasjonseksposering, venstre hånd.

Verktøytype: Slipemaskin, 5", luftdrevet.
 Produsent: Atlas Copco.
 Typebetegnelse: GTG 20, 12 000 rpm.
 Vekt: 2,2 kg.
 Type arbeid: Sliping på svartstål.
 Slipe-/kutteskive: Tyrolitt kombiskive, secur extra, A30Q-BFX, maks 12250 rpm.
 Oppgitt vibr. nivå: $<2,5 \text{ m/s}^2$, målestd. EN / ISO 8662.

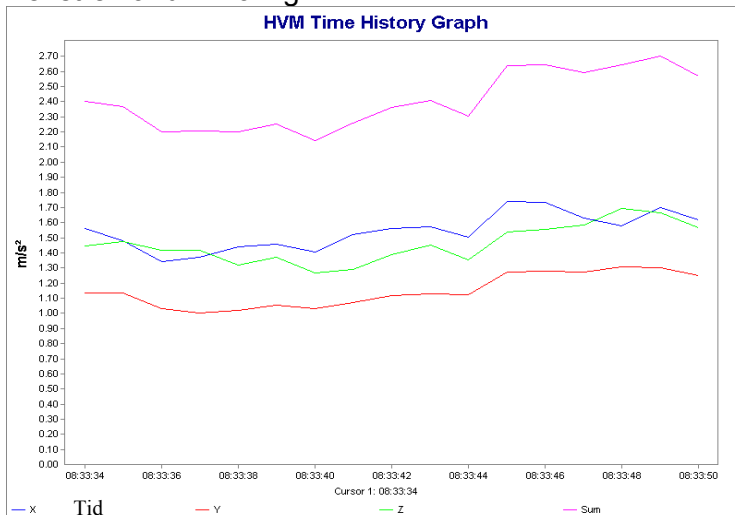


Høyre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	24	0,35	0,56	0,42	0,78
2	12	0,37	0,49	0,44	0,75
3	13	0,37	0,60	0,47	0,84
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					0,79

Venstre hånd – Måling 1



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	17	1,55	1,16	1,47	2,43
2	13	1,62	1,23	1,51	2,52
3	14	1,09	1,18	1,90	2,49
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					2,48

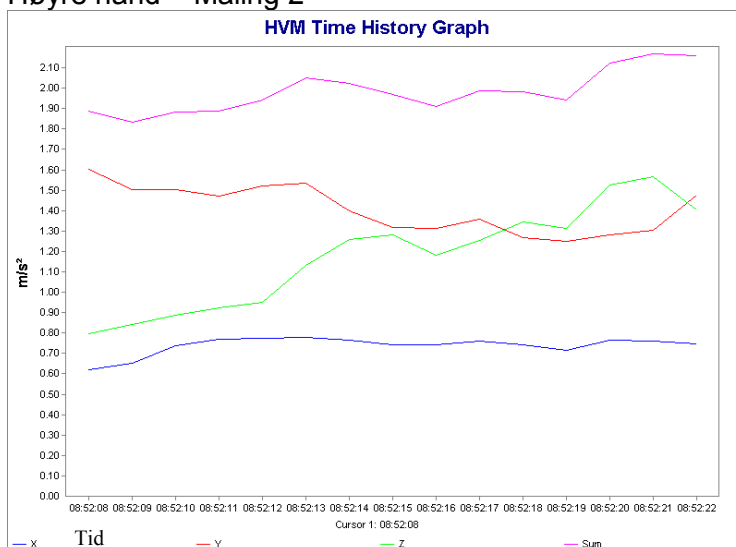
Estimert daglig brukstid	maks 3 t
Daglig vibrasjonseksposering	1,5 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	> 8 t
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	> 8 t

Ved beregningene bruker vi verdiene fra den hånden med høyest vibrasjonseksposering, venstre hånd.

Verkstøytype: Slipemaskin, 7", luftdreven.
 Produsent: Atlas Copco.
 Typebetegnelse: GTG 40 FO85-18, 8500 rpm.
 Vekt: 4 kg.
 Type arbeid: Sliping på svartstål.
 Slipe-/kutteskive: Tyrolitt kombiskive, secur extra, A30Q-BFX, maks 8500 rpm.
 Oppgitt vibr. nivå: 1,3 m/s², målestd. EN / ISO 8662.

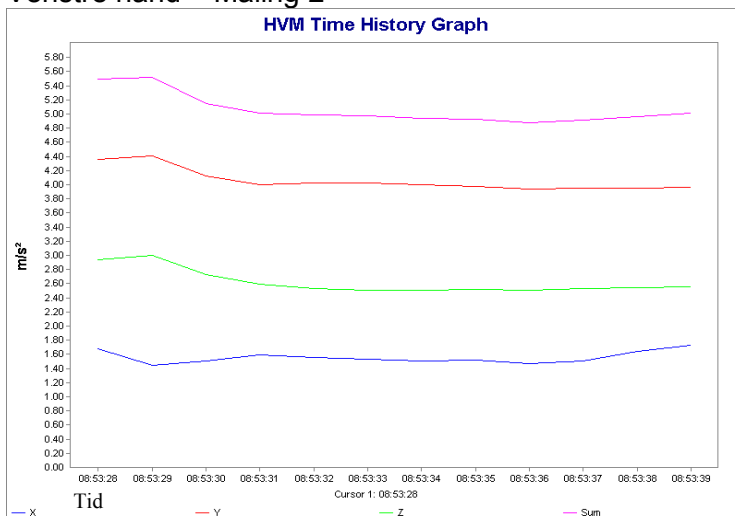


Høyre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	15	1,20	2,06	0,91	2,55
2	15	0,74	1,41	1,22	2,00
3	11	0,76	1,34	1,14	1,90
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					2,15

Venstre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	15	2,08	4,85	1,70	5,54
2	12	1,55	4,04	2,61	5,05
3	10	1,92	3,93	2,77	5,17
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					5,25

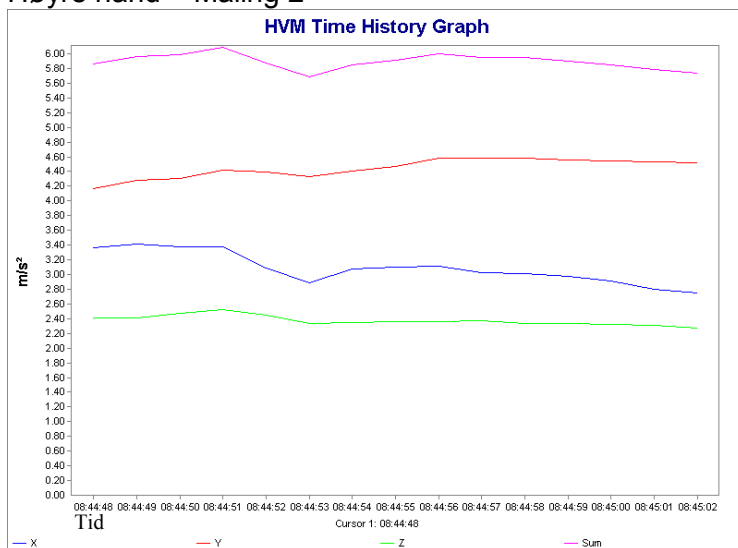
Estimert daglig brukstid	1 t
Daglig vibrasjonseksposering	1,9 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	1 t og 48 min.
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	7 t og 18 min.

Ved beregningene bruker vi verdiene fra den hånden med høyest vibrasjonseksposering, venstre hånd.

Verkstøytype: Slipemaskin, 5", elektrisk.
 Produsent: Bosch
 Typebetegnelse: GWS-14-125C, professional.
 Vekt: 2,5 kg
 Type arbeid: Sliping på svartstål.
 Slipe-/kutteskive: Tyrolitt kombiskive, secur extra, A30Q-BFX, maks 12250 rpm.
 Oppgitt vibr. nivå: 5,0 m/s², målestd. EN / ISO 8662.

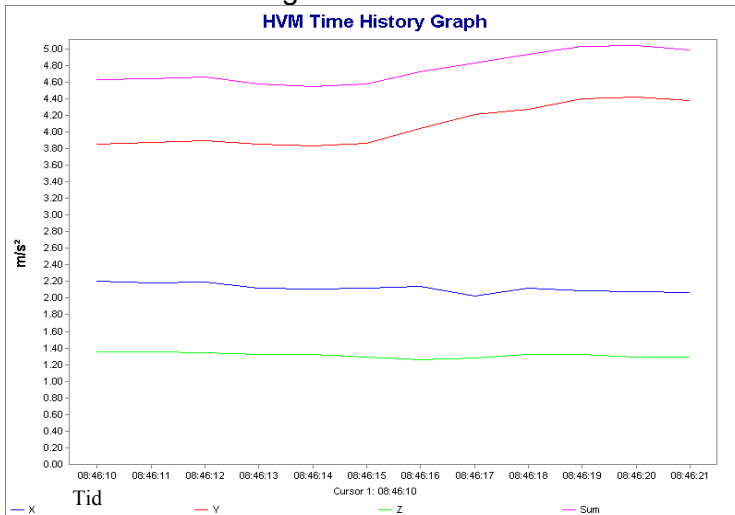


Høyre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	14	3,46	4,44	2,48	6,14
2	15	3,07	4,45	2,37	5,89
3	14	3,08	5,06	2,54	6,43
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					6,15

Venstre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	17	2,09	3,80	1,22	4,49
2	12	2,11	4,10	1,31	4,78
3	11	2,09	3,89	1,33	4,60
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					4,62

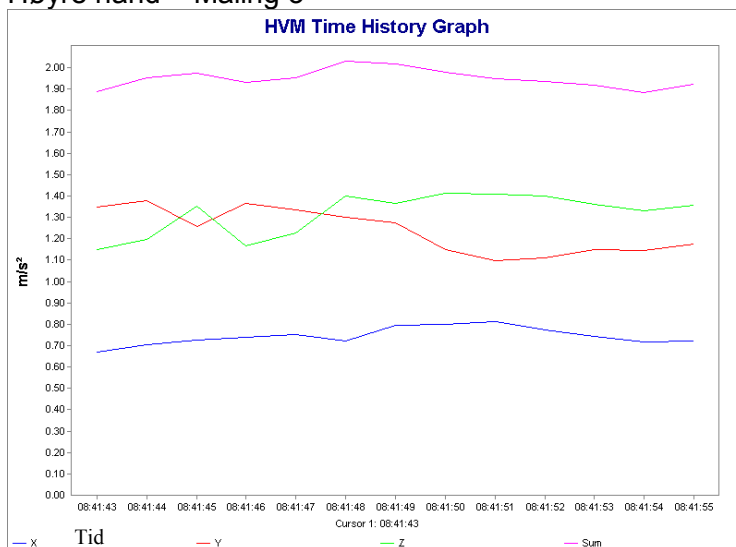
Estimert daglig brukstid	maks 10 min
Daglig vibrasjonseksposering	0,9 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	1 t og 18 min.
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	5 t og 18 min.

Ved beregningene bruker vi verdiene fra den hånden med høyest vibrasjonseksposering, høyre hånd.

Verktøytype: Slipemaskin, 7", elektrisk.
 Produsent: Bosch, 2000 W.
 Typebetegnelse: GWS-20-180.
 Vekt: 5,5 kg
 Type arbeid: Sliping på svartstål.
 Slipe-/kutteskive: Tyrolitt kombiskive, secur extra, A30Q-BFX, maks 8500 rpm.
 Oppgitt vibr. nivå: 5,5 m/s² (oppgitt for 2100W), målestd. EN / ISO 8662.

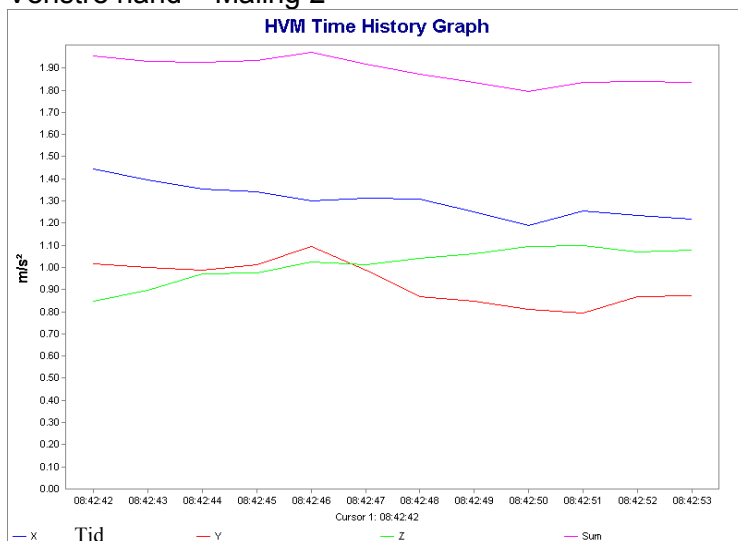


Høyre hånd – Måling 3



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	14	0,74	1,48	1,07	1,96
2	13	0,80	1,43	1,13	1,99
3	13	0,74	1,24	1,33	1,96
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					1,97

Venstre hånd – Måling 2



Måling	Måletid sek.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Sum m/s ²
		x	y	z	
1	15	1,33	1,44	1,04	2,21
2	12	1,30	0,91	1,03	1,88
3	14	1,31	1,05	1,14	2,03
Gjennomsnittlig vibrasjon for målingene					1,30

Estimert daglig brukstid	maks 10 min.
Daglig vibrasjonseksposering	0,3 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	> 8 t
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	> 8 t

Ved beregningene bruker vi verdiene fra den hånden med høyest vibrasjonseksposering, høyre hånd.

BEREGNING AV DAGLIG VIBRASJONSEKSPONERING

I kapitelet over er sveisernes / platearbeidernes vibrasjonseksposering ved bruk av de enkelte verktøy beregnet. Ofte er det slik at sveiserne / platearbeiderne bruker mer enn en type verktøy i løpet av arbeidsdagen. Vibrasjonseksposeringen fra de enkelte verktøy må da summeres, for å kunne bestemme sveisernes / platearbeidernes daglige vibrasjonseksposering. Sveisere / platearbeiderne bruker vanligvis ikke daglig alle de ulike typer verktøy vil har målt.

Platearbeiderens daglige vibrasjonseksposering

Verktøy benyttet	Vibrasjonsnivå m/s^2	Brukstid, maks	Vibrasjonseksposering
Slipemaskin, 7", luftdreven	5,25	1 time	1,9 m/s^2
Rettsliper	5,16	Sporadisk (10 min.)	0,7 m/s^2
Daglig vibrasjonseksposering			2,0 m/s^2

Sveisernes daglige vibrasjonseksposering

Verktøy benyttet	Vibrasjonsnivå m/s^2	Brukstid, maks	Vibrasjonseksposering
Slipemaskin, 5", luftdreven	2,48	3 timer	1,5 m/s^2
Rettsliper	5,16	30 min.	1,3 m/s^2
Daglig vibrasjonseksposering			2,0 m/s^2

KONKLUSJON

Platearbeidernes og sveisernes daglige vibrasjonseksposering er under normale arbeidsforhold tilfredsstillende lav, sammenliknet med gjeldende tiltaks- og grenseverdier. Det er derfor ikke nødvendig å gjennomføre vibrasjonsreducerende tiltak.

RISIKOVURDERING HÅND- OG ARMVIBRASJONER

Vedlegg nr. 3

Tiltaksverdi = 2,5 m/s² Grenseverdi = 5.0 m/s²

Maskin / Produsent	Modell / Type / Effekt	Vibrasjons- nivå m/s ²	Bruks- tid i timer	Beregnet daglig vibrasjons eksponering m/s ²

Hvilke type arbeid utføres?.....
Type tilleggsutstyr (bor, slipeskive etc.).....

Hvis tilgjengelig, produsentens opplysninger om maskinens vibrasjonsnivå. m/s²

For bruk i risikovurderingen må produsentens vibrasjonsverdier multipliseres med 2. Hvis det oppgitte vibrasjonsnivået er oppgitt til < 2,5 m/s², forhøyes verdien til 2,5 m/s², før multipliseringen utføres.

Er det arbeidstakere som er særlig utsatt for risiko?

F.eks. ansatte med vibrasjonsskade, Raynauds fenomen, sirkulasjonsforstyrrelser, nerveskader, diabetes, brukere av blodtrykksmedisiner (betablokkere), røykere etc.

Ja Nei

Hvis ja, på hvilken måte er det tatt spesielt hensyn til disse arbeidstakerne?
.....

Er vibrasjonene så kraftig at det kan gå ut over sikkerheten når maskinene betjenes?

F.eks. at maskinene ikke kan holdes på en sikker måte.

Ja Nei

Hvis ja, hvilke tiltak er iverksatt for å ivareta arbeidstakernes sikkerhet?
.....

Er det vurdert å benytte andre maskiner, eller alternative arbeidsmetoder, som gir mindre vibrasjonseksposering?

Ja Nei

Hvis ja, hvilke annet type maskiner eller arbeidsmetoder kan benyttes?

.....

Arbeider den vibrasjonseksposerte arbeidstakeren i uheldige arbeidsstillinger, bruker mye kraft, eller er utsatt for kulde, fuktighet, støy eller stress?

Ja Nei

Hvis ja, hvilke tiltak er iverksatt for å redusere den økte belastningen på arbeidstakerne, som de ovennevnte faktorer gir?

.....

Finnes det opplysninger fra helseundersøkelser eller andre offentliggjorte opplysninger, og/eller er det foretatt screening av symptomer på HAVS?

Ja Nei

Hvis ja, hvilke konklusjoner kan trekkes fra de ovennevnte undersøkelser?

.....

Tilleggsopplysninger / Kommentarer

.....

.....

.....

INNHALDET I EN MÅLERAPPORT FOR MÅLING AV HELKROPPSVIBRASJON

I følge standarden NS-EN 14253 (2004) (Mekanisk vibrasjon. Måling og beregning av yrkesmessig eksponering for helkroppsvibrasjoner som relateres til helse. Praktiske retningslinjer) skal målerapporten inneholde følgende informasjon:

Generell informasjon;

- bedrift eller kunde,
- formålet med målingene og valget av prosedyre (f.eks. evaluering av vibrasjonseksponering for bestemte medarbeidere),
- dato for evalueringen,
- person eller personer den individuelle eksponeringsevalueringen er utført for.

Spesifisering av maskinen som måles;

- herunder produsent, modell, effekt, type og justering av sete, type oppheng, dekkenes tilstand og lufttrykk, maskinens alder og vedlikeholdstilstand osv.

Instrumentering;

- detaljer om instrumenter,
- sporbarhet av kalibrering,
- dato for og resultater fra den siste kontrollen av målesystemet,
- resultater fra alle interferensprøvinger

Informasjon brukt for å velge ut arbeidsoperasjonene eller arbeidssyklusen som måles;

- Før målinger foretas, er det nødvendig å identifisere de enkelte arbeidsoperasjonene som sannsynligvis gir et betydelig bidrag til den samlede vibrasjonseksponeringen.

Det er viktig å foreta målinger for alle maskiner og arbeidsoperasjoner som kan gi et betydelig bidrag til den daglige vibrasjonseksposeringen.

For hver av de identifiserte arbeidsoperasjonene skal følgende defineres;

- maskinen som benyttes,
- en fullstendig beskrivelse av arbeidsoperasjonen (f.eks. for en gaffeltruck; kjøring eller løfting eller tomgangskjøring, f.eks. for en gravemaskin; graving eller kjøring, eller en kombinasjon av disse),
- driftsforhold,
- underlagets beskaffenhet,
- setets tilstand og innstilling,
- antall ganger arbeidsoperasjonen utføres per dag,
- arbeidsoperasjonens gjennomsnittlige varighet,
- hvis mulig, karakter av vibrasjoner (f.eks. kontinuerlig, impulsiv, støt, hovedretning, kilde).

I tillegg kan det være nyttig å innhente informasjon om;

- informasjon fra arbeidstakere og arbeidsledere om hvilke arbeidsoperasjoner de tror produserer mest vibrasjoner,
- estimater av potensielle vibrasjonsrisiki for hver arbeidsoperasjon, ved hjelp av informasjon fra produsentene om verdier av vibrasjonsemisjon, eller ved hjelp av publiserte resultater fra tidligere målinger på lignende maskiner,
- produsentenes informasjon om vibrasjonsverdier og hvilke forhold de er målt under,
- personens kroppsstilling, øvre og nedre del av setets opphenging, og bruk av ryggstøtte.

Daglig arbeidsmønstre for hver evaluert arbeidsoperasjon;

- eksponeringsmønstre (f.eks. arbeidstimer, pauser),
- tilkoblet utstyr som brukes,
- arbeidssted,

- kvalitet på kjøreunderlag,
- oppgaver som utføres av maskinene,
- informasjon som brukes til å bestemme daglig eksponeringsvarighet (f.eks. arbeidsfrekvens eller antall arbeidssykluser, varighet for hver enkelt arbeidsoperasjon eller arbeidssyklus)
- maskin med eller uten last (f.eks. for gaffeltruck og lastebil).

Betingelser for akselerasjonsmåling;

- beskrivelse av den målte arbeidsoperasjon eller arbeidssyklus,
- plassering og orientering av akselerometere,
- metoder for montering av akselerometere,
- setejustering og forsøkspersonens vekt,
- all tilleggsinformasjon (f.eks. forsøkspersonens arbeidsstilling, øvre og nedre del av seteoppheng).

Resultater av akselerasjonsmålingen;

- akselerasjon av kort varighet,
- frekvensveide vibrasjonsverdier for x-, y- og z-akseretninger,
- målingens varighet,
- hvis frekvensanalyse er tilgjengelig, frekvensspektre og hvordan de er veid eller filtrert.

Evalueringsresultater av daglig vibrasjonseksposering;

- de frekvensveide effektivverdiene for akselerasjonene for hver arbeidsoperasjon eller arbeidssyklus, fastsatt over tidsperiodene for målingene,
- vibrasjonseksposeringens varighet for hver arbeidsoperasjon eller arbeidssyklus,
- delbidrag til daglig vibrasjonseksposering fra hver arbeidsoperasjon eller arbeidssyklus,
- daglig vibrasjonseksposering,
- vurdering av nøyaktigheten av resultatene av daglig vibrasjonseksposering.

**MÅLERAPPORT
HELKROPPSVIBRASJONER**

ELKEM ALUMINIUM MOSJØEN

BADGRABBVOGN 641003



Solrun Holien, 26.06.2007

VIBRASJONSMÅLING AV BADGRABBOGN 641003

BAKGRUNN

Målingen ble foretatt på Elkem Aluminium Mosjøen, i elektrolysehall 3 den 27.04.2007 på formiddagsskift. Kjøretøyoperatør var Ronny Mikalsen. Solrun Holien utførte målingen og beregningene.

Målingen var ledd i et vibrasjonsprosjekt. Hensikten var å finne vibrasjonsnivåene på kjøretøy/arbeidsmaskiner på elektrolyseavdelingen og vurdere dem opp mot forskriftens krav og mot operatørens opplevelse av vibrasjoner. I forkant av vibrasjonsmålingen ble det foretatt en spørreskjemaundersøkelse om subjektiv opplevelse av helkroppsvibrasjoner på avdelingen.

MÅLEUTSTYR OG METODE

Utstyret som ble brukt var innleid fra Universitets-sykehuset i Nord-Norge. Det bestod av:

- Larson Davis datalogger HVM 100, type 1, kalibrert sist 10.02.2007 med sertifikat fra Larson Davies.

ICP treaksial setepute-akselerometer fra PCB, modell SEN02IF whole body vibration. Akselerometeret hadde kalibreringssertifikat fra PCB Piezotronics datert 25.02.2007. Kalibrator for akselerometer, portable handheld shaker, fra PBC, modell 394C06.

Utstyret tilfredsstillte kravene i ISO 8041:1990.

RMS-nivået varierer +/- 5 dB når instrumentet er testet fra -10 – 50 °C, og fra 30 – 90 % relativ fuktighet.

RMS nivået varierer +/- 5 dB når instrumentet er testet for magnetfelt med styrke 80 A/m ved 60 Hz.

Setup

Operating Mode:	Whole Body	Autostore:	On
Averaging:	1 second	Store Time (hh:mm):	00:01
Accelerometer:	ICP	Integration:	None
Exposure Reference	2.8 m/s ²		
Weighting:	X: Wd Horizontal-XY	Y: Wd Horizontal-XY	Z: Wk Vertical-Z
Sum Factor:	X: 1.40	Y: 1.40	Z: 1.00
Gain (dB):	X: 20	Y: 20	Z: 20
Sensitivity:	X: 100.5 mV/g	Y: 105.9 mV/g	Z: 96.50 mV/g
AC/DC Output	X: AC Weighted	Y: AC Weighted	Z: AC Weighted

Innstillinger av instrumentet ved målingen.

Akselerometret ble plassert i setet, ledningene tapet fast og dataloggeren festet bak setet. En arbeidssekvens ble målt. Det vil si fra operatøren kom fra tømning av tobb, mens han arbeidet på ovnene og til han igjen kom tilbake fra tømning. I dette tilfellet var måletiden 39 minutter

Målingene og beregningene ble gjort i henhold til Norsk Standard NS- EN 14253 (2004), Norsk Standard NS-ISO 2631-1 (2003) og Forskrift om vern mot mekaniske vibrasjoner (2005).



Plassering av akselerometeret med dataloggeren bak setet

BADGRABBOGNA, TEKNISKE DATA

Badgrabbvogna er produsert av HMR Hydec, Årdal, årsmodell 1995, type 9123, effekt 75 kW / ca. 100 HK. Vedlikehold: Daglig smøring og kontroll utføres av bruker. Service på kjøretøyverkstedet hver 14. dag. Ellers blir det utført vedlikehold etter behov. Ved målingen var det ikke synlig mangel på vedlikehold verken på vogn, dekk eller sete. Dette er en stiv arbeidsmaskin uten fjæring. Dekkene er supersoft helgummi. Hytta står på gummidempere. Her er montert et luftdempet BeGe 9000-sete. Målingen ble foretatt mens operatøren arbeidet som normalt på ovnene og ved vanlig kjøring til tømmesilo. Kjøreunderlaget var

betong med metallrister. Fartsgrensen var 12 km/t og fartssperre var montert. Førerhytta har air-conditionanlegg.

ARBEIDSOPPGAVER, TIDSBRUK

Badgrabbvognene brukes til å renske opp i ovnene og fjerne løse badklumper ved kullskift. Med grabbkjeften samles slagget opp og tømmes i tobben som er montert foran på badgrabbvogna. Tobben tømmes i en spesiell silo når den er full. Vogna kjøres fra kullskift til kullskift og til tømming. Operatøren har også andre oppgaver og på en del skift bytter operatørene mellom å kjøre kran og å kjøre badgrabbvogn. Operatørene angir noe forskjellig antall timer de bruker i badgrabbvognene. Men stort sett ligger det på ca. 3 timer daglig.

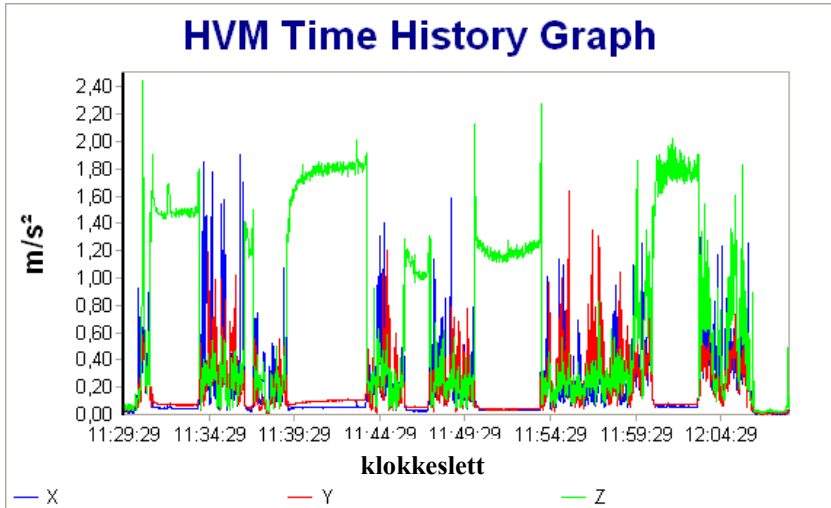
DAGLIG EKSPONERING OG RISIKOVURDERING

Vibrasjonsforskriften krever at operatørenes daglige vibrasjonsbelastning holdes under et visst nivå. I rapporten er den beregnet ut fra 3 timers bruk av badgrabbvogna. Hvis vogna blir brukt lengre eller hvis også andre kjøretøy blir brukt i løpet av dagen, vil belastningen bli større. Ved lange skift, 12-timersskift, vil også belastningen bli større.

I rapporten er følgende fargekoder benyttet ved risikovurdering:

Vibrasjons-eksponering under tiltaksgrensen	Vibrasjons-eksponeringen mellom tiltaks- og grenseverdi	Vibrasjons-eksponeringen over grenseverdien
< 0,5 m/s²	0,5 – 1,0 m/s²	≥ 1,1 m/s²

RESULTATER



Grafen viser vibrasjonene i 3 akser: x-aksen viser bevegelser fram og tilbake, y-aksen viser bevegelser sidelengs og z-aksen viser bevegelser opp og ned. Operatøren starter opp maskinen som er parkert ved første kullet som blir skiftet. Her tar han kun en "jafs". Han kjører så fram til neste kullskift. Under kjøringen er vibrasjonene i hovedsak i vertikalplanet (z-aksen). Når han stopper opp og starter arbeidet med grabbing i ovnen, blir vibrasjonene i hovedsak i horisontalplanet (x- og y-aksene).

RMS-verdiene for de forskjellige aksene korrigert med k-faktor:

x-aksen (fram-tilbake)	- 0,307 m/s ²
y-aksen (sideveis)	- 0,251 m/s ²
z-aksen (opp-ned)	- 1,040 m/s ²

I henhold til forskriften benyttes aksene med høyest verdi i den videre beregning av daglig eksponering for helkroppsvibrasjoner, det vil si z-aksen. Ved denne utregningen er det benyttet en kalkulator som ligger på internett.

Maskin nr	Vibrasjonsnivå (m/s ²)	Exponeringstid for insatsvärde ?	Exponeringstid for gränsvärde ?	Daglig exponeringstid		Exponering per dag (m/s ²)
		0,5 m/s ² (timmar)	1,1 m/s ² (timmar)	Tim	min	
1	1,04	1,8	Mer än 8	3		0,6

Utsnitt fra Arbeidslivsinstitutets kalkulator

Normalt får denne operatøren hele sin daglige vibrasjonsbelastning fra dette ene kjøretøyet. Da viser kalkulatoren at operatøren kan arbeide i denne badgrabbvogna mindre enn 1,8 timer, dvs. 1 time og 48 minutter, pr. dag hvis han skal klare å holde seg under tiltaksverdien. Derimot kan han arbeide mer enn 8 timer pr. dag før han kommer over grenseverdien.

Daglig eksponering (energiekvivalent middelverdi av den frekvensveide akselerasjonen korrigert for k-faktor for sittende person og for referansetid på 8 timer), A(8): 0,6 m/s².

Tiltaksverdien for helkroppsvibrasjon er på 0,5 m/s². Ved overskridelse av tiltaksverdien, "skal arbeidsgiveren iverksette tekniske og organisatoriske tiltak på bakgrunn av de helse- og sikkerhetsrisikoene som fremkommer av risikovurderingen...." (Vibrasjonsforskriften).

Måling	Måletid min.	Vibrasjon i aksene m/s ²			Høyeste verdi m/s ²
		x	y	z	
1	39	0,307	0,251	1,040	1,040

Oppgitt daglig brukstid	maks 3 timer
Daglig vibrasjonseksponering	0,6 m/s ²
Maks brukstid før tiltaksverdi overskrides	1 t og 48 min.
Maks brukstid før grenseverdi overskrides	8 t og 54 min.

Toppverdien for dette kjøretøyet er over 9. Da kreves en alternativ beregning av vibrasjon i hht. NS-ISO 2631-1. Her er brukt VDV (vibration dose value). Dette er en kumulativ beregning som fanger opp humping bedre enn RMS som viser gjennomsnitt over en tidsperiode. Resultatet her ble 15,98 m/s^{1,75}.

I Norge er det ikke angitt tiltaksverdi for VDV, mens EUs vibrasjonsdirektiv (EU Directive 2002/44/EC) setter 9,1 m/s^{1,75} som tiltaksverdi. Medlemslandene kan selv velge om de vil benytte VDV-verdier.

SPØRRESKJEMAUNDERSØKELSE

Operatørene besvarte et spørreskjema i april.

Spørsmålet var: "Hvor mye vibrasjon/humping opplever du når du bruker dette kjøretøyet?". Alle kjøretøyene som brukes av skiftene på elektrolysen var listet opp. Svaralternativene var avkryssing i felt fra 1 til 5 der 1 = svært lite og 5= svært mye. 23 avgav svar for denne vogna og gjennomsnittscoren var 4,5.

Badgrabbvognene scoret dårligst av alle kjøretøyene.

Ved denne undersøkelsen viser det seg at de kjøretøyene operatørene plasserer i grønn sone også kommer i grønn sone ved vibrasjonsmålinger. En kan da muligens nøye seg med å foreta vibrasjonsmålinger på kjøretøyene som operatørene plasserer i rød og gul sone ved intervju eller spørreundersøkelse.

Følgende tabell viser resultatene for en del av kjøretøyene sammenlignet med måleresultater.

Kjøretøy		Antall svar spørreskjemaundersøkelse						Resultat spørreskjemaundersøkelse	Resultat vibrasjonsmåling	
Nummer	Type	1	2	3	4	5	tot	Snitt poeng	Målt daglig eksponering m/s ²	Oppgitt daglig brukstid
611060	Badtappetruck	1	1	9	7	3	21	3,5	0,6	3 timer
614021	Transportkjøretøy (metall)	2	4	2	1		9	2,2	0,4	6 timer
614022	Transportkjøretøy (metall)	2	4	2	1		9	2,2	0,3	6 timer
615010	Golfbil	14	3		3	3	23	2,0	0,1	2 timer
617001	Palletruck		1	3	4	2	10	3,7	0,2	2,5 timer
631002	Dekkmassevogn	3	3	2	2	1	11	2,5	0,1	1 time
633030	Materbrekker		3	5	4	4	16	3,6	0,3	2 timer
633031	Materbrekker		5	7	6	4	22	3,4	0,2	1/2 time
641003	Badgrabbvogn	1			8	14	23	4,5	0,6	3 timer
641006	Badgrabbvogn	1			10	14	25	4,4	0,8	3 timer
641007	Badgrabbvogn	1			9	14	24	4,5	0,3	3 timer
801003	Anodefres		3	4	9	5	21	3,8	0,3	20 minutter
801004	Anodefres		3	4	8	5	20	3,8	0,2	20 minutter

Fargekode spørreskjema

Over og lik 4	
Mellom 3 og 4	
Under 3	

Fargekode målinger

Over og lik 1,1	
Mellom 0,5 og 1,1	
Under 0,5	

KONKLUSJON

Ved bruk av badgrabbvogn 641003 eksponeres operatøren for så mye vibrasjon at han når dagsdosen etter 1 time og 48 minutter.

Hvis operatøren bruker maskinen 3 timer daglig, vil han få en belastning på $0,6 \text{ m/s}^2$. Det er over tiltaksverdi.

FORSLAG TIL TILTAK

- Gi informasjon/opplæring til operatørene.
- Reguler tiden brukt i badgrabbvogna, fordel belastningen på flere.
- Finn mulige tekniske løsninger på avfjæring av førerhytta i samarbeid med kjøretøyverkstedet. Muligens kan det monteres 4 hydrauliske sylindere med akkumulator slik det er gjort på andre kjøretøy.

RISIKOVURDERING HELKROPPSVIBRASJONER

Vedlegg nr. 6

Tiltaksverdi = $0,5 \text{ m/s}^2$ Grenseverdi = $1,1 \text{ m/s}^2$

Kjøretøy- type / Produsent	Modell / Type /	Vibrasjons- nivå m/s^2	Bruks- tid i timer	Beregnet daglig vibrasjons eksponering m/s^2

Type arbeid:

Førerstol:

Dekktype:

Veidekke:

Er toppfaktoren (crestfaktoren) >9?

Ja Nei

Hvis ja, må det brukes alternative målemetoder, som VDV-metoden, for å bestemme mulige helseeffekter.

VDV-tiltaksverdi = $9,1 \text{ m/s}^{1.75}$

VDV-grenseverdi = $21 \text{ m/s}^{1.75}$

Målt VDV = $\text{m/s}^{1.75}$ Måletiden =timer

Hvis tilgjengelig, produsentens opplysninger om kjøretøyets vibrasjonsnivå..... m/s^2

Vibrasjonen er imidlertid vanligvis målt under forhold som normalt ikke tilsvarer vanlig bruksmåte for kjøretøyet.

Er det arbeidstakere som er særlig utsatt for risiko?

F.eks. gravide, ansatte med vibrasjonsskade, sirkulasjonsforstyrrelser, nerveskader, diabetes, brukere av blodtrykksmedisiner (betablokkere), røykere etc.

Ja Nei

Hvis ja, på hvilken måte er det tatt spesielt hensyn til disse arbeidstakerne?

.....
.....
.....

Er vibrasjonene som kraftig at det kan gå ut over sikkerheten når kjøretøyet betjenes?

F.eks. at håndteringen av styre- og reguleringsinnretninger, og avlesning av måleinstrumenter, blir vanskelig, slik at kjøretøyet ikke kan manøvreres normalt.

Ja Nei

Hvis ja, hvilke tiltak er iverksatt for å ivareta arbeidstakernes sikkerhet?

.....
.....
.....

Er det vurdert å benytte et annet kjøretøy, eller alternative arbeidsmetoder, som gir mindre vibrasjonseksposering?

Ja Nei

Hvis ja, hvilke annet type utstyr eller arbeidsmetoder kan benyttes?

.....
.....
.....

Arbeider den vibrasjonseksposerte arbeidstakeren i uheldige arbeidsstillinger, bruker mye kraft, eller er utsatt for kulde, fuktighet eller stress?

Ja Nei

Hvis ja, hvilke tiltak er iverksatt for å redusere den økte belastningen på arbeidstakerne, som de ovennevnte faktorer gir?

.....
.....
.....

Blir arbeidstakerne utsatt for vibrasjoner i forbindelse med transport til arbeidsplassen, og/eller i forbindelse med innkvartering, personalrom, spiserom etc.?

Ja Nei

Hvis ja, hva er tilleggseksponeringen de ansatte får av dette, og hvilke tiltak er iverksatt for å redusere denne økte belastningen?

.....
.....
.....

Finnes det opplysninger fra helseundersøkelser eller andre offentliggjorte opplysninger, og/eller er det foretatt screening av symptomer på helkroppsvibrasjoner?

Ja Nei

Hvis ja, hvilke konklusjoner kan trekkes fra de ovennevnte undersøkelser?

.....
.....
.....

Tilleggsopplysninger / Kommentarer

.....
.....
.....
.....
.....

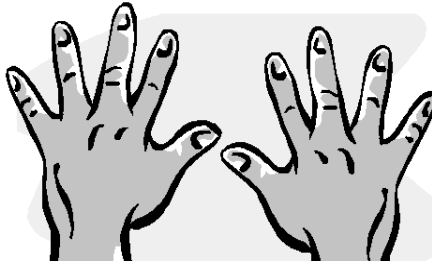
HAVS Screening (1)

Vedlegg nr. 7

Navn:.....Personnr:.....Dato:.....

Har du noen av følgende symptomer?

- 0 = ingen symptomer
- 1 = ubetydelig
- 2 = litt
- 3 = ganske mye



Symptomer	Venstre hånd				Høyre hånd			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Nummenhet i hånd eller fingre på natten?								
Dårlig kraft i hånden?								
Lett for å miste ting?								
Verking i håndleddet?								
Verking i fingrene?								
Kald på fingrene eller hendene?								
Hvite fingre ved kontakt med fuktighet eller kulde?								
Vanskelig for å kneppe knapper?								
Skjelvinger i arm/hånd?								
Krampefølelse i arm/hånd?								

Helkroppsvibrasjoner (1) **Vedlegg nr. 8**

Screening

Navn:.....Personnr:.....Dato:.....
Høyde:.....Vekt:.....

1. Har du, eller har du hatt, vondt i muskler eller ledd i nakken?

Ja Nei

Hvis ja, når:

- I løpet av de siste 7 dagene.
 I løpet av de siste 12 mnd.
 Mer enn 1 år siden.

2. Har du, eller har du hatt, vondt i muskler eller ledd i overarmene?

Ja Nei

Hvis ja, når:

- I løpet av de siste 7 dagene.
 I løpet av de siste 12 mnd.
 Mer enn 1 år siden.

Hvis ja, sprer smerten seg ut mot skuldre/armer?

Ja Nei

3. Hvilke symptom har du opplevd i nakken eller overarmene siden du begynte å arbeide?

Angi med V for venstre og H for høyre eller VH for både høyre og venstre side.

	Smerte	Stølheth	Svakhet	Hevelse	Nummenhet	Begrenset rørlighet
Nakke						
Skuldre						
Albue						

4. Har dine muskel-/skjelett-plager økt siste 12 mnd?

Ja Nei

5. Har du hatt vondt (verking, smerte, ubehag) i ryggen siste 12 mnd.?

Ja Nei

Om ja, har plagene spredd seg til under knærne?

Ja Nei

6. Medfører plagene at det blir vanskelig eller umulig å ta på seg sokker eller strømper?

Ja Nei

7. Hva er den totale tiden du har hatt vondt i ryggen de siste 12 mnd.?

- 0 dager
- 1-7 dager
- 8-30 dager
- Mer enn 30 dager, men ikke hver dag
- Hver dag

8. Hva er den totale tiden de siste 12 mnd., som dine ryggplager har hindret deg i å utføre ditt normale arbeid (sykemeldt)?

- 0 dager
- 1-7 dager
- 8-30 dager
- Hver dag

**OVERSIKT OVER MÅLEKONSULENTER
OG SELGERE / UTLEIERE AV
VIBRASJONSMÅLEUTSTYR**

Firma Navn og adresse	Utfører målinger	Leier ut måle- utstyr	Selger måle- utstyr
Sykehuset Telemark, Seksjon for arbeidsmedisin, Tlf: 35 00 31 27 harald.evenseth@sthf.no	X	X	
Senter for Yrkes og Miljømedisin (SYM) Rikshospitalet- Radiumhospitalet per.sostrand@rikshospital et.no	X	X	
Universitetssykehuset i Nord-Norge Arbeids- og Miljømedisinsk avd. Tlf: 77 62 73 60 amaip@unn.no	X	X	
Kokstad Bedrifts- helsetjeneste AS Knut Grove Tlf: 55 52 51 50 ksg@kokstad-bht.no	X (hånd- og armvibr.)		
NTNU, Institutt for geologi og bergteknikk. Tom Myran Tlf: 73 58 48 58 tom.myran@ntnu.no	X		
BedriftsHelsen as Rafnes, 3966 Stathelle Ulf Skogen ulf@bedriftshelsen.no Tlf: 95 16 57 40	X		

Firma Navn og adresse	Utfører målinger	Leier ut måle- utstyr	Selger måle- utstyr
Eurofins Norge Nils Hanssensvei 13 N-0667 Oslo Tlf: 22 88 45 90 eurofins@eurofins.no	X	X	
Kilde Akustikk AS Tvildesvegen 16D 5700 Voss Tlf: 56 52 04 60	X		
Lifetec AS PB 239 1319 Bekkestua Tlf: 67 83 96 20 ole-georg.haaheim@lifetec.no	X		
Brekke & Strand Akustikk Hovfaret 17, 0275 Oslo Tlf: 24 12 64 64 SO@bs-akustikk.no	X		
SINUS AS Sandvikå 24, 4007 Stavanger Tlf: 51 50 12 50 sinus@sinus.no	X		
Center for Vibration Aurorum Science Park 2 977 75 Luleå, Sweden Tlf: +46 70 549 64 66 peter@jonssoncvk.se	X		X
Brüel & Kjær Norge AS Torvveien 9 PB 80 1371 Asker Tlf: 66 77 11 55		X	X
Instrumentcompaniet as Enebakkveien 287, 1187 Oslo Tlf: 23 30 21 00 anne.therese@instrumentcompaniet.no			X

