



Helkropsvibrationer

landbrug,
skovbrug og
anlægsgartneri



BAR Jord til Bord
April 2006

Udgiver: BAR Jord til Bord, Jordbrugets Arbejdsmiljøudvalg

1. oplag: April 2006 /Net: November 2015

Grafisk tilrettelæggelse og illustration: Palle Voss, AkustikNet A/S

Tryk: www.PrinfoDjurs, Auning

ISBN nr.: 87-91073-31-6

Varenummer: 142036

FORORD

Branchearbejdsmiljørådet (BAR) Jord til Bord er sammensat af repræsentanter fra arbejdsmarkedets parter og oprettet iht. arbejdsmiljøloven.

Rådet har bl.a. til opgave at informere og vejlede om arbejdsmiljøforhold.

Jordbrugets Arbejdsmiljøudvalg er et permanent udvalg oprettet under BAR Jord til Bord. Udvalget beskæftiger sig med arbejdsmiljø inden for brancheområderne: landbrug, skovbrug, gartneri og anlægsgartneri. Udvalgets sammensætning, formål og opgaver fremgår af BAR Jord til Bords hjemmeside www.barjordtilbord.dk.

Arbejdstilsynet har haft rapporten til gennemsyn og finder, at indholdet i den er i overensstemmelse med arbejdsmiljøloven. Arbejdstilsynet har alene vurderet rapporten, som den foreligger, og har ikke taget stilling til, om den dækker samtlige relevante emner inden for det pågældende område.

Denne rapport er udarbejdet af Jordbrugets Arbejdsmiljøudvalg i samarbejde med Palle Voss, AkustikNet A/S.

Jordbrugets Arbejdsmiljøudvalg

Karl Mikkelsen, formand,
Fagligt Fælles Forbund

Johnny Ulf Larsen, næstformand,
Gartneri-, Land- og Skovbrugets Arbejdsgivere

INDHOLD

FORORD	side 1
INDLEDNING	side 3
AFSNIT I: Generelt om helkropsvibrationer og Vibrationsdirektivet	
HVAD ER HELKROPSVIBRATIONER	side 4
SKADER AF HELKROPSVIBRATIONER	side 5
REGLER FOR HELKROPSVIBRATIONER	side 6
RISIKOVURDERING	side 8
BESTEMMELSE AF VIBRATIONSRISIKO	side 10
a) Bestemmelse af eksponeringstiden	
b) Bestemmelse af vibrationsstyrken	
c) Beregning af daglig vibrationsbelastning	
d) Bestemmelse af maksimal daglig eksponeringstid	
HVORDAN NEDSÆTTES VIBRATIONSPÅVIRKNINGER	side 16
AFSNIT II: Helkropsvibrationer	
Resultater fra målinger i landbrug, skovbrug og anlægsgartneri	
INTRODUKTION	side 18
MÅLINGER	side 18
MÅLETEKNIK	side 18
FORKLARING TIL KATALOGSIDER	side 19
LANDBRUG	side 20
SKOVBRUG	side 29
ANLÆGSGARTNERI	side 35
GENERELLE KONKLUSIONER	side 51
STANDARDE OG LITTERATUR FOR DEN DER VIL VIDE MERE	side 52

INDLEDNING

Dette projekt har baggrund i de forpligtelser, som EU Direktiv 2002/44/EF, det såkaldte Vibrationsdirektiv, pålægger medlemslandene at implementere i lovgivningen. Direktivet definerer såvel aktionsværdier som egentlige grænseværdier for helkrops- og hånd-arm vibrationer. Direktivet definerer i tilgift hertil en række forpligtelser, primært for arbejdsgivere, som relaterer sig til vibrationsbelastede arbejdspladser.

Projektets specifikke formål har været at gennemføre en kortlægning af helkropsvibrationer på forventede typiske belastede arbejdspladser inden for landbrug, skovbrug og anlægsgartneri. Med baggrund heri udarbejdes et informationsmateriale til arbejdsgivere og arbejdstagere om helkropsvibrationer og om mulighederne for at minimere disse.

Projektet er udført af AkustikNet A/S med en styregruppe bestående af repræsentanter fra brancherne. Styregruppen består af:

Anne Marie Hagelskjær, Bar Jord til Bord
Kristine Jensen, Bar Jord til Bord
Eva Meyle, Danske Anlægsgartnere
Tormod Overby, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret

Projektleder for det tekniske arbejde har været:

Palle Voss, AkustikNet A/S.

Der er foretaget en udvælgelse mellem alle forekommende arbejdsprocesser (maskiner), der bruges inden for landbrug, skovbrug og anlægsgartneri. Det er styregruppen, der har valgt hvilke maskiner, der skulle måles på. Der er ved valget lagt vægt på at medtage de situationer, hvor helkropsvibrationer må vurderes at være en væsentlig arbejdsmiljøfaktor. Herudover er der suppleret med enkelte målinger, der har haft til formål at afklare konkrete spørgsmål, som fx indflydelsen af kørehastigheden.

Rapporten indeholder (AFSNIT I) også en generel information om helkropsvibrationer og om Vibrationsdirektivet.

AFSNIT II omhandler resultaterne af målinger, der er udført under dette projekt, i landbrug, skovbrug og anlægsgartneri.

AFSNIT I

Generelt om helkropsvibrationer og Vibrationsdirektivet

HVAD ER HELKROPSVIBRATIONER

Fra Arbejdstilsynets bekendtgørelse:

Helkropsvibrationer: Vibrationer, der overføres til hele kroppen, og som medfører risiko for den ansattes sundhed og sikkerhed, navnlig lidelser i lænderyggen og skader på rygsøjlen.

Der skelnes mellem helkropsvibrationer og hånd-arm vibrationer

Med helkropsvibrationer forstår man de rystelser, som førere af mobilt maskineri udsættes for, og som primært transmitteres gennem sædet.

Hånd-arm vibrationer er de rystelser, man udsættes for, når man betjener et vibrerende håndværktøj.

Vibrationer angives ved deres styrke og ved deres frekvens. Vibrationsstyrken angives som vibrationens acceleration a i enheden m/s^2 . Normalt angives accelerationen for helkropsvibrationer over frekvensområdet 0,5 til 80 Hz. Der er gennem tiderne udviklet frekvensvægtningskurver, idet de forskellige frekvenser ikke anses for lige farlige eller generende for kroppen. Derfor taler man som regel om den vægtede acceleration a_w . Den vægtede acceleration indebærer altså, at der er kompenseret for de forskellige frekvensers forskellige virkning. Man kan i praksis sige, at der i arbejdsmiljøet forekommer accelerationsværdier imellem $0,1 m/s^2$ og $2,0 m/s^2$. Hvor generende vibrationerne er, er afhængigt af, hvilken arbejdsopgave, der skal udføres i det vibrerende miljø. Men normalt vil man opfatte $0,1 m/s^2$ som en meget lav påvirkning og $2,0 m/s^2$ som en meget kraftig påvirkning.

SKADER AF HELKROPSVIBRATIONER

Helkropsvibrationer kan

- forårsage en helbredsmæssig og sikkerhedsmæssig risiko
- forstærke allerede eksisterende rygproblemer
- være årsag til diskomfort

Hvor udsat man er for belastning forårsaget af helkropsvibrationer er stærkt afhængigt af den kroppsstilling, man indtager.

Hertil kommer, at meget lavfrekvent vibration af kroppen kan føre til bevægelsesyge (søsyge).

Og endelig skal det anføres, at helkropsvibrationer på uheldig vis kan indvirke på operatørens mulighed for at udføre arbejdsprocessen forsvarligt. Dette kan i værste fald have sikkerhedsmæssige konsekvenser.

Epidemiologiske studier af langvarigt vibrationsbelastede har vist tegn på en forhøjet helbredsrisiko, især for lænderyggen, men også for nakke og skuldre.

Studierne viser en forhøjet forekomst af smerter og skader i lænderyggen.

Disse symptomer er ikke specifikke for vibrationsbelastning, men et antal andre faktorer kan skabe samme symptomer såsom fx arbejdsstillingen, fysiske belastninger samt individuel sårbarhed (alder, tidligere symptomer, anvendt muskelkraft osv.). Generelt opfatter man lang tids uafbrudt vibrationsbelastning og høj vibrationsstyrke som en risikoforøgelse, mens hvileperioder betragtes som risikoforværende.

En fører af mobilt maskineri udsættes ikke bare for belastning forårsaget af helkropsvibrationer, men flere andre forhold kan forårsage belastninger af ryg, nakke og skuldre. Heraf kan nævnes:

- lang tids sæde i en belastet kroppsstilling
- lang tids sæde i en u hensigtsmæssig kroppsstilling
- hyppige drejninger af rygsøjlen
- behov for at se tilbage over skuldrene
- hyppige løft og håndtering af materialer
- uventede bevægelser
- ugunstige klimatiske konditioner
- stress

Vibrationsbelastninger, der indeholder kraftige stød, regnes normalt som mere skadelige end mere jævne vibrationer. Selv om der er udviklet målemetoder, der har til formål at håndtere dette problem, anvendes disse på nuværende tidspunkt ikke i Danmark.

REGLER FOR HELKROPSVIBRATIONER

Fra Arbejdstilsynets bekendtgørelse:

Aktionsværdi: Værdi af daglig vibrationsbelastning, A(8), som medfører krav om foranstaltninger, hvis den overskrides.

Grænseværdi: Værdi af daglig vibrationsbelastning, A(8), som under ingen omstændigheder må overskrides.

Den fokus, der er kommet på vibrationer hænger sammen med ikrafttræden af et EU Direktiv, der opstiller regler for arbejdstageres belastning af vibrationer. Reglerne gælder såvel hånd-arm vibrationer som helkropsvibrationer, men kun helkropsvibrationer omtales her.

I virkeligheden har direktivet for så vidt angår danske forhold ikke ændret ret meget, idet Arbejdstilsynet siden 1998 har administreret efter en ”meddelelse” på området, der ikke adskiller sig meget fra Vibrationsdirektivets aktionsværdier.

Direktivet hedder ”Europa-Parlamentet og Rådets direktiv 2002/44 af 25. juni 2002 om minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med arbejdstagernes eksponering for risici på grund af fysiske agenser (vibrationer)”. Populært taler man blot om Vibrationsdirektivet.

I Direktivet pålægges medlemslandene at indføre bindende regler for vibrationer. Disse regler introducerer de såkaldte aktionsværdier såvel som egentlige grænseværdier.

Kravværdierne er fastsatte ud fra den såkaldte A(8) værdi. Denne værdi er et udtryk for den faktiske vibrations energimæssige middelværdi over en 8 timers arbejdsdag.

- aktionsværdi $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$
- grænseværdi $A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$

Direktivet opsætter en hel række krav til arbejdsgivere, men det grundlæggende er kravet om risikovurdering. I tabel 1, næste side, er givet en oversigt over de krav, som Vibrationsdirektivet introducerer for især arbejdsgivere.

Direktivet trådte formelt i kraft juli 2005. Direktivet indeholder muligheder for, at de enkelte lande kan have overgangsordninger på en række områder.

Direktivet er implementeret i dansk lovgivning ved ”Arbejdstilsynets bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for vibrationer i forbindelse med arbejdet, nr 682 af 30. juni 2005 ”.

Bekendtgørelsen trådte i kraft juli 2005. Bekendtgørelsen omfatter overgangsordninger for landbrug og skovbrug, som indebærer, at grænseværdien først administreres fra juli 2014 for maskiner, der er stillet til arbejdstagerens rådighed før juli 2007, og for hvilke man ikke ved tekniske eller organisatoriske foranstaltninger kan overholde grænseværdien.

Anlægsgartnerområdet er ikke omfattet af overgangsordninger.

Men generelt gælder, at grænseværdierne først skal administreres fra juli 2010 for teknisk udstyr, der er blevet stillet til arbejdstagernes rådighed før juli 2007, såfremt man ikke kan overholde grænseværdierne ved tekniske eller organisatoriske foranstaltninger.

Tabel 1: Oversigt over krav fra Vibrationsdirektivet 2002/44/EF

<i>Direktiv</i>	<i>Hvem</i>	<i>Hvornår</i>	<i>Hvordan</i>
Artikel 4	Arbejdsgiver	Ved mulig risiko fra helkropsbelastning	Fastlæggelse og vurdering af risiko: <ul style="list-style-type: none"> • gøre anvendelse af kompetence for vurdering af vibrationsrisiko • være i besiddelse af vurderingen • holde vurderingen opdateret • være opmærksom på fravær der kan være relateret til vibrationsbelastningen
Artikel 5	Arbejdsgiver	Ved belastning over aktionsværdien	Undgå eller reducer belastning: <ul style="list-style-type: none"> • opstille en plan, der har til formål at eliminere eller reducere vibrationsrisikoen
		Ved belastning over grænseværdien	<ul style="list-style-type: none"> • tage øjeblikkeligt initiativ til at forhindre grænseværdioverskridelsen • fastslå årsagen til grænseværdiens overskridelse
		Arbejdere med særlig risiko	<ul style="list-style-type: none"> • tilpasse arbejdssituationen til denne særlige risiko
Artikel 6	Arbejdsgiver	Arbejdere med risiko for vibrationsbelastninger	Information og træning: <ul style="list-style-type: none"> • for alle ansatte med risiko for helkropsvibrationsbelastninger
Artikel 7	Arbejdsgiver	Arbejdere med risiko for vibrationsbelastninger	Den ansattes medbestemmelse og deltagelse: <ul style="list-style-type: none"> • at konsultere de ansatte med henblik på diskussion om risikovurdering og foranstaltninger
Artikel 8	Arbejdsgiver	Ved belastning over aktionsværdien	Helbreds kontrol: <ul style="list-style-type: none"> • ansatte har ret til helbreds kontrol
	Læge eller person med tilsvarende kvalifikationer	Såfremt der konstateres skader	Helbreds kontrol: <ul style="list-style-type: none"> • informere den ansatte om resultatet af helbredsovervågning • rådgive den ansatte om evt. nødvendigt fremtidig helbreds kontrol, når vibrationsbelastningen er ophørt • give Arbejdstilsynet den nødvendige information vedrørende helbreds kontrol
	Arbejdsgiver	Såfremt der konstateres skader	<ul style="list-style-type: none"> • genoverveje risikovurderingen • foretage yderligere foranstaltninger • genoverveje belastningen på andre, tilsvarende belastede ansatte

RISIKOVURDERING

Det fremgår af det ovenstående, at risikovurdering er det helt centrale begreb. I det følgende omtales nogle af de forhold der bør indgå i risikovurderingen.

Risikovurderingen bør:

- identificere, hvor der eventuelt kan være en helbreds- eller sikkerhedsrisiko hvor helkropsvibration kan være årsagen eller en medvirkende årsag.
- vurdere de ansattes belastninger og sammenligne dem med aktions- og grænseværdierne.
- vurdere mulige foranstaltninger til nedbringelse af risiko.

Andre ergonomiske faktorer, som omtalt under SKADER AF HELKROPSVIBRATIONER bør indgå i overvejelserne. Er man udsat for væsentlig vibrationsbelastning og samtidig arbejder under uhensigtsmæssige ergonomiske forhold, må der regnes med en forøget risiko. Som eksempler herpå kan nævnes:

- længerevarende belastning forårsaget af helkropsvibrationer uden at kunne skifte stilling
- kørsel over ujævnt terræn mens man drejer hovedet for at kontrollere at fastspændt udstyr fungerer korrekt
- løft af tunge byrder efter længerevarende belastning forårsaget af helkropsvibrationer.

Som udgangspunkt kan risikovurderingen tage udgangspunkt i målinger foretaget enten af maskinfabrikanten eller målinger i lignende situationer, fx som rapporteret i nærværende rapport, AFSNIT II.

Tabel 2, næste side, gennemgår et antal spørgsmål, der kan være nyttige i forbindelse med overvejelse om mulige foranstaltninger.

Tabel 2: TJEKLISTE:

Nyttige spørgsmål i forbindelse med overvejelser om mulige foranstaltninger:

Køres der off-road?

Høje vibrationsbelastninger er mest sandsynlige for off-road maskiner, såsom traktorer, skovmaskiner etc.

Køres der vibrerende maskiner i længere tid hver dag?

Det er kombinationen af kraftig vibration sammen med lang påvirkningstid, der giver de højeste vibrationsbelastninger.

Køres der på ujævnt underlag ?

Der er to helt dominerende hovedfaktorer, der bestemmer vibrationsstyrken. Underlagets ujævnhed er en af dem.

Køres der stærkt?

Den anden dominerende faktor er kørehastigheden. Det er altid muligt at reducere vibrationerne ved at sætte hastigheden ned.

Udsættes du for kraftige stød?

Flere maskintyper, især gravemaskiner i anlægsgabet, kan give anledning til meget høje stødpåvirkninger fx på en ujævn byggeplads.

Indtages der dårlige arbejdsstillinger for at udføre jobbet?

Såfremt arbejdspladsen ikke er ergonomisk ordentligt indrettet kan man være nødt til at indtage ugunstige stillinger, fx for at kunne se hvad man laver. Dette medfører en forøget sårbarhed for vibrationerne. Blandt andet skal man sikre sig, at

- førerkabinens ergonomi er i orden
- der er frit udsyn til, hvad operatøren skal se
- alle kontroller og betjening er placeret, så operatøren kan udføre jobbet uden at skulle vride og dreje sig i stolen.

Advarer maskinfabrikanten om risiko for helkropsvibrationsbelastning?

Fabrikanten skal i brugsanvisningen oplyse om betjening af maskinen giver anledning til risiko. For maskiner omfattet af Maskindirektivet har denne oplysning været lovpligtig siden 1995.

Er der klager over ondt i ryggen?

Dette bør tages alvorligt, om ikke andet, så kan det medvirke til at identificere personer, der er særligt sårbare.

BESTEMMELSE AF VIBRATIONSRISIKO

Ved en bestemmelse eller vurdering af vibrationernes risiko skal man gennemgå følgende trin

- a) Bestemmelse af eksponeringstiden
- b) Bestemmelse af vibrationsstyrken
- c) Beregning af daglig vibrationsbelastning

Såfremt der viser sig et behov for at reducere vibrationsbelastningen skal tekniske foranstaltninger overvejes. Såfremt det ikke er muligt at reducere belastningerne ved tekniske foranstaltninger, kan man få behov for at benytte yderligere en beregning, nemlig

- d) Bestemmelse af maksimal daglig eksponeringstid

a) BESTEMMELSE AF EKSPONERINGSTIDEN

Eksponeringstiden, eller den daglige påvirkningstid, er første størrelse, man må tage stilling til. Det er vigtigt at eksponeringstiden fastlægges korrekt.

Eksponeringstiden er den tid, føreren faktisk udsættes for vibrationerne, dvs. pauser eller stilstandsperioder skal fraregnes. Den hyppigste erfaring er, at operatører normalt overvurderer eksponeringstiden.

b) BESTEMMELSE AF VIBRATIONSSTYRKEN

En vurdering af vibrationsstyrken i forskellige arbejdsprocesser kan opnås på forskellig vis

- anvendelse af fabrikantens/leverandørens vibrationsemissionsdata
- anvendelse af databaser og relevant litteratur
- direkte måling

Oftest vil en direkte måling på en konkret arbejdsplads være den sidste mulighed, man vil benytte sig af.

Anvendelse af fabrikantens vibrationsemissionsdata:

En lang række af de mobile maskiner, der anvendes i de her omhandlede brancher, er omfattet af EU's Maskindirektiv (Direktiv 98/37/EF).

Maskindirektivet, der har været i kraft siden 1993 (95) fastslår, at hvor maskinens helkropsvibrationer overstiger $0,5 \text{ m/s}^2$ skal vibrationsemissionen deklareres i brugsanvisningen.

Fabrikanten er forpligtet til at måle denne størrelse i overensstemmelse med bedst egnede målestandard (test code). Hvor ingen sådan findes, skal angivelsen ske i overensstemmelse med de generelle standarder herfor, og driftsbetingelserne for målingen skal beskrives.

Landbrugstraktorer er ikke direkte omfattet af Maskindirektivet. Til gengæld skal landbrugstraktorer have en typegodkendelse, hvori indgår støjforhold, men ikke vibrationsforhold. Der findes en

standard, der nøje beskriver en kunstig prøvebane, der skal anvendes til bestemmelse af vibrationsemissionen fra landbrugstraktorer. Fabrikanten er imidlertid ikke forpligtet til at give oplysning herom.

Det skal fastslås, at emissionsdata er betegnelsen for det, der ”kommer ud af maskinen”. Dette må ikke forveksles med det, ”der vibrationsbelaster operatøren”(immission). Således skal fx eksponeringstiden ikke tages med i betragtning ved angivelse af emissionsdata.

Anvendelse af databaser og relevant litteratur:

Litteraturen indeholder mange eksempler på data for helkropsvibrationer. Denne rapport, AFSNIT II, indeholder en lang række eksempler, der er relevante for de her omhandlede brancher.

I tilgift hertil findes på Internettet 2 web-sites, hvor det er forsøgt at samle vibrationsdata, såvel for målinger foretaget i virkelig brug som fabrikantdata. Disse er:

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/>

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

Når man anvender databaserne skal man være opmærksom på, om der er tale om emissions data eller data opnået i virkelig brug af maskinen (immissions data). I begge tilfælde bør man også være opmærksom på, hvilke driftsbetingelser, der er benyttet ved målingerne (såfremt disse oplysninger er tilgængelige).

Direkte målinger:

Helkropsvibrationer bør altid måles i de tre standardiserede retninger, som beskrevet i internationale standarder (se litteraturlisten).

Der måles ved hjælp af et 3-aksielt accelerometer, der anbringes på førersædet, og som operatøren sidder på under målingerne.

De tre retninger er for en siddende operatør:

- x retning, som er vandret i maskinens køreretning
- y retning, som er vandret på tværs af maskinens køreretning
- z retning, som er lodret

Man kan definere de samme tre retninger for de (sjældne) tilfælde, hvor der er tale om en stående operatør, idet målingen nu blot foretages ved operatørens fødder.

Målestørrelsen er vibrationernes acceleration. Der findes på markedet måleudstyr, der direkte måler de frekvensvægtede størrelser. Man kan imidlertid også beregne de vægtede størrelser ud fra en frekvensanalyse af de registrerede accelerationer. Sidste metode er normalt at foretrække, idet måleteknikere ud fra frekvensanalysen dels har en information om, hvilke frekvenser der er de kritiske, men også direkte kan anvende analysen som en slags kvalitetskontrol af målingen.

Der findes på markedet en del måleudstyr, der er ældre end 1997(98), hvor frekvensvægtningerne ikke er i overensstemmelse med nugældende normer. Ved at anvende dette, ældre måleudstyr, kan der

begås ikke ubetydelige målefejl. Det er især vigtigt at sikre sig, at måleudstyret dækker hele det relevante frekvensområde, altså måler helt ned til under 0,5 Hz.

De tre målestørrelser (3 retninger) a_{wx} , a_{wy} og a_{wz} bestemmes. Resultatet for x og y retningen multipliceres herefter med 1,4.

Det måleresultat, der skal anvendes ved risikovurdering, er den største af de 3 størrelser

$$\begin{array}{l} 1,4 \cdot a_{wx} \\ 1,4 \cdot a_{wy} \\ a_{wz} \end{array}$$

Ved måling af helkropsvibrationer er det vigtigt, at der ikke måles over meget korte perioder. Målingen skal være repræsentativ for et helt arbejdsforløb. I praksis bør der ikke udføres målinger, der er kortere end en halv time. Ved måling over meget korte forløb, når man ofte frem til for høje værdier. Opmærksomheden henledes på at litteraturen er fyldt med sådanne korttids måleresultater.

Ved måling skal man specielt være opmærksom på, om der forekommer fejlsignaler (artefakter), der kan henføres til operatørens bevægelser på sædet. Sådanne vil ses som impulser i signalet, og de bør ikke medtages i målingen. Fejlimpulserne (der fx optræder når operatøren sætter sig på sædet) kan identificeres, såfremt man anvender en fjerde målekanal, som placeres under operatørens sæde. Impulser, der kun optræder i sædet, og ikke samtidigt under sædet, er fejlsignaler.

c) BEREGNING AF DAGLIG VIBRATIONSBELASTNING

Såfremt operatøren kun udfører en enkelt daglig arbejdsproces, der involverer vibrationspåvirkning, bestemmes den daglige vibrationsbelastning – eller $A(8)$ værdien - således:

trin 1: de tre vibrationsstyrker for sædet bestemmes

trin 2: den daglige vibrationsbelastning for hver af de tre retninger bestemmes ud fra

$$A_x(8) = 1,4 \cdot a_{wx} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{8}}$$

$$A_y(8) = 1,4 \cdot a_{wy} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{8}}$$

$$A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{8}}$$

Hvor T_{exp} er den daglige eksponeringstid (tid hvor operatøren reelt udsættes for vibrationerne).

eksempel 1:

For en reudegraver, hvor den daglige eksponeringstid er bestemt til 5,3 timer, er der målt:

$$\begin{aligned}a_{wx} &= 0,31 \text{ m/s}^2 \\ a_{wy} &= 0,28 \text{ m/s}^2 \\ a_{wz} &= 0,28 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

x, y og z daglige vibrationsbelastninger bliver:

$$A_x(8) = 1,4 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{\frac{5,3}{8}} = 0,35 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = 1,4 \cdot 0,28 \cdot \sqrt{\frac{5,3}{8}} = 0,32 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = 0,28 \cdot \sqrt{\frac{5,3}{8}} = 0,23 \text{ m/s}^2$$

Den daglige vibrationsbelastning er den højeste af disse 3 værdier = 0,35 m/s².

eksempel 2:

For en landmand, der pløjer, hvor der i perioder kan være en daglig eksponeringstid på 12 timer, er der målt:

$$\begin{aligned}a_{wx} &= 0,43 \text{ m/s}^2 \\ a_{wy} &= 0,33 \text{ m/s}^2 \\ a_{wz} &= 0,54 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

x, y og z daglige vibrationsbelastninger bliver:

$$A_x(8) = 1,4 \cdot 0,43 \cdot \sqrt{\frac{12}{8}} = 0,74 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = 1,4 \cdot 0,33 \cdot \sqrt{\frac{12}{8}} = 0,57 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = 0,54 \cdot \sqrt{\frac{12}{8}} = 0,66 \text{ m/s}^2$$

Den daglige vibrationsbelastning er den højeste af disse 3 værdier = 0,74 m/s².

Såfremt en operatør udsættes for mere end en daglig vibrationsituation beregnes $A_j(8)$ separat for hver retning og hver situation. Den samlede værdi for hver retning beregnes herefter som

$$A_j(8) = \sqrt{A_{j1}(8)^2 + A_{j2}(8)^2 + \dots + A_{jn}(8)^2}$$

og den resulterende daglige vibrationsbelastning er den højeste værdi af de tre retninger.

d) BESTEMMELSE AF MAKSIMAL DAGLIG EKSPONERINGSTID

Det modsatte regnestykke kan eventuelt også blive relevant. Der findes hjælpeværktøjer hertil bl.a. i Arbejdstilsynets vejledning om helkropsvibrationer, hvor man introducerer et såkaldt "point system".

Regnestykket kan udføres ganske simpelt. Det bygger på, at det er energien, der sættes grænser for. Og energien beregnes fra den største af de 3 størrelser $1,4 a_{wx}$, $1,4 a_{wy}$ og a_{wz} .

Såfremt aktionsværdien $0,5 \text{ m/s}^2$ overholdes, så gælder altså, at den er tilladelig i 8 timer dagligt. Derfor har man, at energien ved netop overholdelse af aktionsværdien er:

$$(0,5 \text{ m/s}^2)^2 \cdot 8 \text{ timer som udregnes til værdien 2}$$

Når man har den maksimale vibrationsværdi i sædet kan den tilhørende maksimalt tilladelige eksponeringstid altså beregnes som:

$$T(\text{max}) = \frac{2}{(a_{\text{max}})^2}$$

Eksempel på beregning af max. eksponeringstid:

For rendegravere fra før målt:

$$a_{wx} = 0,31 \text{ m/s}^2$$

$$a_{wy} = 0,28 \text{ m/s}^2$$

$$a_{wz} = 0,28 \text{ m/s}^2$$

Den maksimale vibrationsværdi er $0,31 \cdot 1,4 = 0,43 \text{ m/s}^2$

Den maksimale daglige eksponeringstid bliver herefter (tid for aktionsværdien overskrides):

$$T(\text{max}) = \frac{2}{0,43^2} = 10,8 \text{ timer}$$

Såfremt man tilsvarende ønsker at vide, hvor lang tids vibrationsbelastning, der skal til før man overskrider grænseværdien, så kan man tilsvarende regne:

Ved 8 timer daglig belastning for $1,15 \text{ m/s}^2$ er grænseværdien netop overholdt. Derfor er:

$$(1,15 \text{ m/s}^2)^2 \cdot 8 \text{ timer} = 10,6$$

og dermed den maksimale daglige eksponeringstid

$$T(\text{max}) = \frac{10,6}{(a_{\text{max}})^2}$$

Eksempel på beregning af max. eksponeringstid for grænseværdien overskrides:

For pløjning målt:

$$a_{wx} = 0,43 \text{ m/s}^2$$

$$a_{wy} = 0,33 \text{ m/s}^2$$

$$a_{wz} = 0,54 \text{ m/s}^2$$

Den maksimale vibrationsværdi er $0,43 \cdot 1,4 = 0,60 \text{ m/s}^2$

Den tid, der går før grænseværdien overskrides, er herefter

$$T(\text{max}) = \frac{10,6}{0,6^2} = 29,4 \text{ timer}$$

Aktionsværdien overskrides efter

$$T(\text{max}) = \frac{2}{0,6^2} = 5,6 \text{ timer}$$

Figuren herunder viser sammenhængen imellem vibrationsstyrken og eksponeringstiden

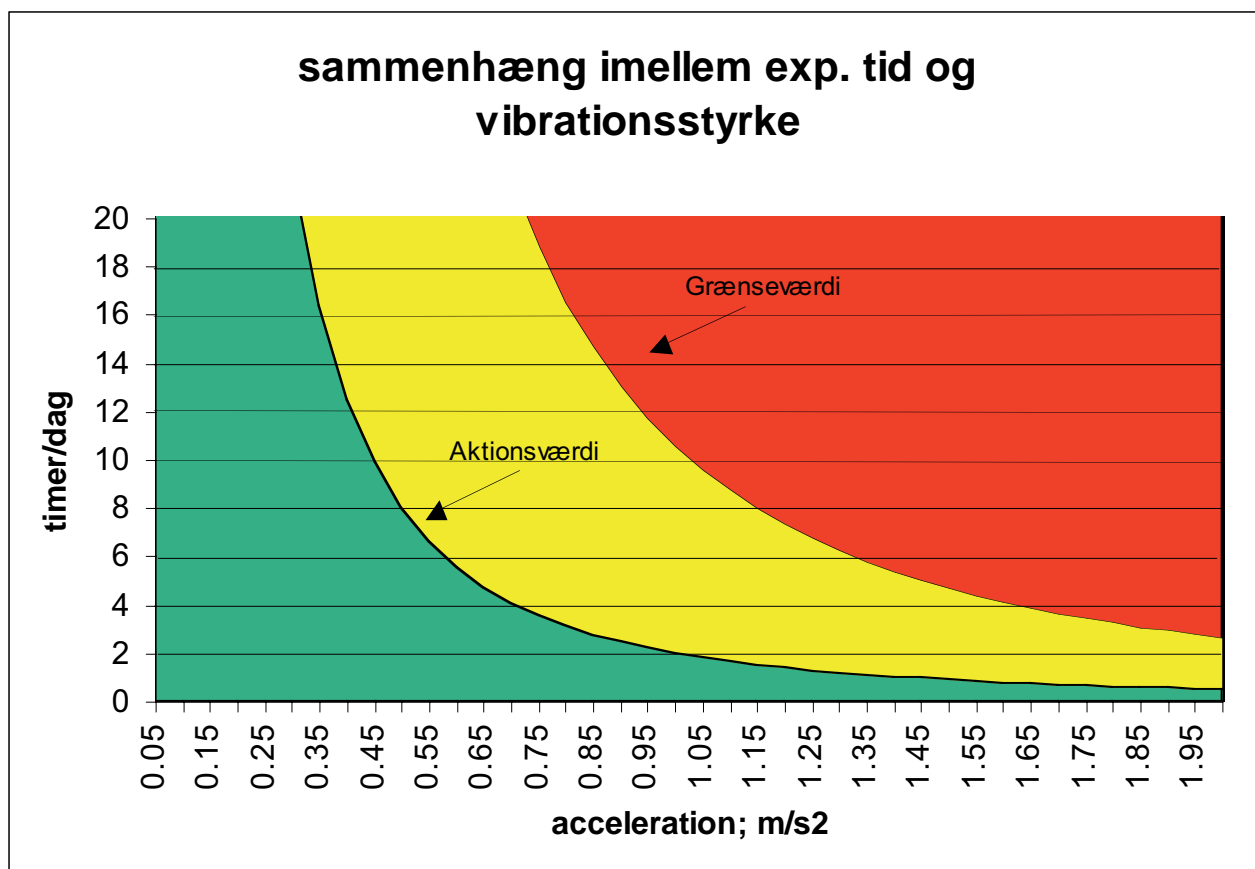


Fig.: Sammenhæng imellem vibrationsstyrke og tilladelig eksponeringstid.

Måles fx vibrationsstyrke på 1 m/s^2 ses, aktionsværdien overskrides efter ca. 2 timer og grænseværdien overskrides efter ca. 10-11 timer.

Ved at finde skæringspunktet imellem den lodrette linje, der markerer den daglige eksponeringstid, og den vandrette linje, der markerer vibrationsstyrken i denne periode, havner man

- i grønt område, hvis aktionsværdien ikke overskrides
- i gult område, hvis aktionsværdien overskrides, men grænseværdien ikke overskrides
- i rødt område, hvis grænseværdien overskrides.

HVORDAN NEDSÆTTES VIBRATIONSPÅVIRKNINGER

Alternative arbejdsmetoder:

Har man identificeret en maskine eller proces, der medfører kraftige vibrationsbelastninger, bør det overvejes, om den pågældende proces kunne udføres på anden vis.

Indkøb af maskiner:

Maskiner i de her omhandlede brancher er kendetegnet ved, at de er i drift i en længere årrække. Derfor er det ikke ofte, at et vibrationsproblem løses ved at skifte maskinen ud.

Ved indkøb af nyt maskineri bør man derfor være ekstra omhyggelig med at sikre sig, at man ikke indkøber et vibrationsproblem.

Det vigtigste er at sikre sig, at førerkabinens ergonomi er i orden. At der er frit udsyn til, hvad operatøren skal se, at alle kontroller og betjening er placeret, så operatøren kan udføre jobbet uden at skulle vride og dreje sig i stolen.

Det er også vigtigt at gøre sig klart, at en ineffektiv maskine med for lille kapacitet til jobbet vil medføre længere eksponeringstider.

Der foregår en rivende udvikling i såvel landbrugs- som skovbrugsmaskineri, og det er vigtigt for indkøberen at gøre sig klart, hvad der findes på markedet vedrørende affjedring af aksler, elastisk ophæng af førerkabine etc.

Generelt vil store maskiner med store hjul og stor afstand mellem hjul ved off-road arbejde vibrere mindre end en lille maskine. Men også førerens placering på maskinen har betydning. Føreren bør sidde så lavt som muligt og så nær som muligt maskinens midte.

Fabrikanters oplysninger vedrørende vibrationsemissionen bør opsøges. Disse kan danne grundlag for en første vurdering af en evt. vibrationsrisiko.

Dæk og dæktryk:

Valg af dæk og dæktryk kan i visse tilfælde have en betydning. Et lavt dæktryk vil absorbere en del stød og impulser fra kørsel over stærkt ujævnt terræn. Ved kørsel på vej med høj hastighed kan et lavt dæktryk medføre, at køretøjet kommer i gyngende bevægelser, hvorved vibrationspåvirkningerne forstærkes. Dæktryk og dæk bør derfor tilpasses den aktuelle belastning af dækket.

Sæder:

Langt de fleste maskiner i de kategorier, vi taler om her, er forsynet med et vibrationsisolerende sæde, af hvilke der er et antal gode fabrikater. Under vore undersøgelser stødte vi på en del sæder, som var defekte eller forkert indstillet. På mange nye traktorer er der luftaffjedrede sæder, der er lette at indstille, og som yder en bedre vibrationsdæmpning end mekanisk affjedrede sæder.

Det er vigtigt at gøre sig klart, at man ikke kan forvente, at et vibrationsisolerende sæde har samme holdbarhedsperiode, som maskinen. Et sæde, der er i daglig brug, holder i visse tilfælde kun et par år og bør herefter udskiftes som led i den almindelige vedligeholdelse.

Men endnu hyppigere ses det, at operatøren ikke er informeret om, at sædet skal indstilles efter operatørens vægt. Oftest blev sædet indstillet, så højden passede operatøren bedst muligt, og det indebærer, at en lille og let operatør vil indstille sædet, så det er for stift, og derfor ikke yder den vibrationsisolering man kunne forvente.

Fabrikanten skal informere om, hvilke sædetyper der er egnede til maskinen. Valg af et forkert sæde kan indebærer, at det forstærker vibrationerne i stedet for at dæmpe dem.

Tilrettelæggelse af arbejdsprocesserne:

Arbejdet bør tilrettelægges således at:

- transportafstande minimeres
- hastigheden begrænses
- transporten og arbejdet i mindst mulig omfang går over stærkt ujævnt underlag.

Operatørens adfærd:

Operatørens egen adfærd er formentlig den vigtigste faktor for reducere af helkropsvibrationer. Først og fremmest spiller køretøjets hastighed en afgørende rolle ved kørsel. Men også operatørens generelle temperament spiller en stor rolle. Fx har vi på skovmaskiner kunnet måle helt op til en fordobling af vibrationerne for den "hidsige" operatør sammenlignet med den mere rolige.

Vedligehold:

Vedligeholdelse er vigtigt og man bør:

- hvor det er muligt, sørge for at køreoverflader er vel vedligeholdte (uden huller)
- udskifte udslidte sæder
- udskifte defekte vibrationsdæmpere, lejer og gear
- vælge korrekt dæktryk.

Træning og information af maskinoperatører:

Det er arbejdsgiverens ansvar at maskinoperatører er vel informeret om risikoen ved belastning forårsaget af helkropsvibrationer, herunder af eksistensen af aktionsværdi og grænseværdi.

Ligeledes bør operatørerne have information om gode arbejdspraktikker på området, herunder indstilling af sæde, samt om hastighedens betydning.

AFSNIT II

Helkropsvibrationer

Resultater fra målinger i landbrug, skovbrug og anlægsgartneri

INTRODUKTION

De følgende sider har karakter af et katalog, hvor der gives resultater fra en række målinger fra feltmæssige arbejdsituationer i landbrug, skovbrug og anlægsgartneri.

MÅLINGER

Målingerne er foretaget i perioden oktober 2004 til november 2005.

Langt de fleste er foretaget under virkelige arbejdsforhold. Supplerende er der foretaget visse målinger på Dansk Jordbrugsforskningscenter, BYGHOLM, hvor indflydelsen af forskellige forhold blev undersøgt for et par forskellige traktortyper.

MÅLETEKNIK

Til målingerne er der anvendt følgende udstyr

<i>Instrument</i>	<i>Fabrikat</i>	<i>Type</i>	<i>Vor ID</i>
Accelerometer 3 D	Brüel & Kjær	B&K 4322	994927
Accelerometer kalibrator	Brüel & Kjær	B&K 4294	2355632
Nexus ladningsforstærker	Brüel & Kjær	B&K 2692	2277736
DAT båndoptager	Sony	PC204Ax	E2656
Portable PULSE analyzer	Brüel & Kjær	B&K	

Alt måleudstyr er sporbart kalibreret under AkustikNets DANAK akkreditering.

Alle målinger er optaget på bånd, som herefter er analyseret i vort laboratorium. Denne metode giver den fordel, at der dels er fuld kvalitetskontrol på måleresultatet, dels er mulighed for at se såvel frekvensspektrum som den tidsmæssige variation.

FORKLARING TIL KATALOGSIDER

I de følgende sider er der for alle eksempler angivet en tabel, der har nedenfor viste hoved:

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
-----------	-----------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------	-------------------------------	--------------------------	--------------------------

Tabel hovedet angiver:

Operation	Kortfattet beskrivelse af, hvad maskinen foretager sig. Eksempler kunne være: kører på asfaltvej, eller kører på mark.
Ca. hastighed km/t	En angivelse af, hvilken omtrentlig (gennemsnitlig) hastighed, maskinen bevæger sig med. Angivet i km/t.
1,4 a_{wx} m/s ²	Angiver den frekvensvægtede vibrationsstyrke i x-retningen, altså vandret i køreretningen. For x-retningen er vibrationsstyrken den målte, frekvensvægtede acceleration ganget med 1,4. Enheden er m/s ² .
1,4 a_{wy} m/s ²	Angiver den frekvensvægtede vibrationsstyrke i y-retningen, altså vandret på tværs af køreretningen. For y-retningen er vibrationsstyrken den målte, frekvensvægtede acceleration ganget med 1,4. Enheden er m/s ² .
a_{wz} m/s ²	Angiver den frekvensvægtede vibrationsstyrke i z-retningen, altså lodret. For z-retningen er vibrationsstyrken den målte, frekvensvægtede acceleration. Enheden er m/s ² .
max a_w m/s ²	Angiver den største af værdierne for x, y eller z. Værdien er udgangspunkt for beregning af daglig eksponering samt for beregning af tid før grænseværdi og aktionsværdi overskrides (tid til GV og tid til AV).
Tid til GV, timer/dag	Her angives det antal timer per dag, som den målte vibrationsstyrke skal belaste operatøren med, før grænseværdien 1,15 m/s ² overskrides.
Tid til AV, timer/dag	Her angives det antal timer per dag, som den målte vibrationsstyrke skal belaste operatøren med, før aktionsværdien 0,5 m/s ² overskrides.

LANDBRUG

Proces: Kartoffeloptagning

Traktor: John Deere, 6920 Affjedret

Maskine: Hyllebjerg, Grime SE 170-60, akselbelastning ca. 7,5 t, stående operatør i maskine

Målested: Give 2004-11-01

Sandet mark, middel ujævn til jævn, fugtig

NB: Stående operatør i kartoffeloptager

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Kørsel asfalt	40	0,13	0,27	0,29	0,29	>24	24
Optagn. u. ryster	12	0,13	0,18	0,27	0,27	>24	>24
Optag. m. ryster	12	0,15	0,20	0,36	0,36	>24	15
Aflæsning	0	0,16	0,24	0,11	0,24	>24	35
Målt i traktor	12	0,25	0,29	0,14	0,29	>24	24

Konklusion: I værste operation overskrides aktionsværdien efter 15 timer/dag. Grænseværdien overskrides ikke.



LANDBRUG

Proces: Møgspredning

Traktor: New Holland, 8770

Maskine: VM 120 S3

Målested: Kirke Stilling

Sandet mark, middel ujævn til jævn, fugtig

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Kørsel asfalt	40	0,67	0,50	0,56	0,67	24	4,5
Opfyldning	0	0,10	0,09	0,10	0,10	>24	>24
Spredning	7-8	0,46	0,41	0,42	0,46	>24	9,5

Konklusion: I værste operation overskrides aktionsværdien efter 4,5 timer/dag ved kørsel på asfalt. Ved møgspredning overskrides aktionsværdien efter 9,5 timer/dag. Grænseværdien overskrides ikke.



LANDBRUG

Proces: Røeoptagning

Traktor:

Maskine: Holmer 6 rk., Terra Dos, ca. 20 ton

Målested: Slots Bjergby, 2004-11-12

Leret mark, middel fugtighed og ujævnhed

Operation	Ca. hastighed. km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til EL, timer/dag	Tid til AL, timer/dag
Kørsel asfalt	28	0,20	0,27	0,30	0,30	>24	22
Optagn.	5-7,5	0,65	0,53	0,36	0,65	>24	4,7
Aflæsning	0	0,38	0,40	0,15	0,40	>24	12,5

Konklusion: Aktionsværdien overskrides ved markarbejde efter knap 5 timer. Grænseværdien overskrides ikke.



LANDBRUG

Proces: Skårlægning

Traktor: TM 165

Maskine: Skårup 3532F, ca 2 ton

Målested: Vester Åby, 2005-05-24

Leret mark græsmark, middel fugtighed og ujævnhed

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s^2	$1,4 a_{wy}$ m/s^2	a_{wz} m/s^2	$\max a_w$ m/s^2	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Skårlægning	8-10	0,45	0,39	0,34	0,45	>24	9,9

Konklusion: Aktionsværdien overskrides efter knap 10 timer. Grænseværdien overskrides ikke.



LANDBRUG

Proces: Snitter

Traktor: New Holland FX 40

Maskine: Finsnitter NH FX 40, ca 10 ton

Målested: Vester Åby 2005-05-25

Leret mark, middel fugtighed og ujævnhed

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Kørsel asfalt	30	0,46	0,45	0,54	0,54	>24	6,9
Optagn.	10-12	0,39	0,30	0,35	0,39	>24	13,2

Konklusion: Aktionsværdien overskrides efter mere end 13 timers optagning. Grænseværdien overskrides ikke.



LANDBRUG

Proces: Kornhøst med mejetærsker

Traktor:

Maskine: NH CX 880 30 fods mejetærsker

Målested: Vester Skerninge

Leret mark, tør og relativ jævn

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Høst	10	0,23	0,29	0,23	0,29	>24	23,8
Tømn. af tank	0	0,45	0,36	0,26	0,45	>24	9,9
Høst 2	10	0,19	0,26	0,20	0,26	>24	>24

Konklusion: Hverken aktionsværdi eller grænseværdi overskrides.



LANDBRUG

Proces: Selvkørende Sprøjte

Maskine: Hardi ALPHA

Målested: Nørre Alslev 2005-08-29

Tør mark + asfalt

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Forberedelse	0	0,11	0,29	0,06	0,29	>24	23,8
Kørsel asfalt	10-15	0,15	0,27	0,29	0,29	>24	23,8
Kørsel græsmark	ca 10	0,31	0,58	0,52	0,58	>24	6,0

Konklusion: Aktionsværdien overskrides ved 6 timers sprøjtning på mark. Grænseværdien overskrides ikke.



LANDBRUG

Proces: Pløjning

Traktor: CASE HH 5150 PRO

Maskine: 4, Kverner land 16" drejelig plov

Målested: BYGHOLM, Horsens, 2001

Ujævn jordvej samt leret, tør græsmark

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Kørsel jordvej m. plov påspændt	30	0,62	0,43	0,83	0,83	15,4	2,9
Pløjning	ca. 7	0,60	0,46	0,54	0,60	>24	5,6

Konklusion: Aktionsværdien overskrides efter 5,6 timers pløjning. Grænseværdien overskrides ikke.



LANDBRUG

Proces: harvning (strigling)

Traktor: CASE HH 5150 PRO

Maskine: 12m Einbürk harve

Målested: Slots Bjergby, 2004-11-12

Leret mark, middel fugtighed og ujævnhed

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Kørsel jordvej	30	0,84	0,53	0,79	0,84	15	2,8
Harvning.	12-13	1,41	0,65	0,97	1,41	5,3	1,0
Kørsel i ujævnt terræn	10	0,89	0,52	0,62	0,89	13,4	2,5

Konklusion: Aktionsværdien ved harvning (strigling) overskrides efter 1 time. Grænseværdien overskrides efter godt 5 timer.



SKOVBRUG

Proces: Flisfrakørselsmaskine

Maskine: Silvatec 856 F

Målested:

Diverse veje, jordveje og skov

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Kørsel vej	25	0,40	0,53	0,92	0,92	12,5	2,4
Kørsel på jord	10	0,49	0,77	0,80	0,80	16,6	3,1
Opfyldning	0	0,43	0,47	0,53	0,53	>24	7,1
Tømning	0	0,30	0,40	0,45	0,45	>24	9,9

Konklusion: Aktionsværdien overskrides inden for en arbejdsdag. Grænseværdien overskrides ikke.



SKOVBRUG

Proces: Flisfrakøring

Traktor: Fendt 716

Maskine:

Målested: Skov ved Ørre 2005-02-15

Knoldet grusvej, i skov og i sne på vej.

Bemærkning: chauffør ville demonstrere, hvor meget det kunne vibrere. Målingen repræsenterer ikke den typiske arbejdsituation, men en ekstrem arbejdsituation.

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Alm arb. cyklus 4 afhentninger	10-20	1,15	1,34	1,06	1,34	5,9	1,1

Konklusion: Aktionsværdien overskrides efter lidt over en time. Grænseværdien overskrides efter knap 6 timer ved en sådan ekstrem arbejdsituation.



SKOVBRUG

Proces: Fælde- udkørselsmaskine

Maskine: Valmet

Målested:

Skov på sandjord

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Arb. i skov	-	0,33	0,40	0,23	0,40	>24	12,5
Udkørsel	0-5	0,43	0,73	0,53	0,73	20	3,8
Tømning	0	0,31	0,29	0,21	0,31	>24	21

Konklusion: Ved alm fældearbejde i skov overskrides aktionsværdien ikke. For den samlede arbejdsproces kan aktionsværdien evt. overskrides afhængigt af mængden af kørsel i skov. Grænseværdierne overskrides ikke.



SKOVBRUG

Proces: Fælde- flishugger

Maskine: Fendt/ Favorit 716

Målested: Løg 2004-12-10

Skov på sandjord

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Arb. i skov	0-5	0,37	0,54	0,16	0,54	>24	6,9
Udkørsel	5-8	0,60	0,75	0,34	0,75	19	3,6
Tømning	0	0,35	0,39	0,11	0,39	>24	13,2

Konklusion: Det er sandsynligt at aktionsværdien overskrides i løbet af en arbejdsdag.
Grænseværdien overskrides ikke.



SKOVBRUG

Proces: Grenknuser

Maskine: Fendt/ Favorit 926, ca 15 ton

Målested: Mariager området 2004-12-10

Skov på sandjord

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Grenknusning	0-2	0,54	0,41	0,29	0,54	>24	6,9
Kørsel på jordveje	5-10	0,54	0,56	0,43	0,56	>24	6,4

Konklusion: Aktionsværdien overskrides inden for en arbejdsdag. Grænseværdien overskrides ikke.



SKOVBRUG

Proces: Grenknuser på larvefødder, Bæltedyret

Maskine: CAHWI, ca 16 ton

Målested: Skee, 2005-05-11

Skov på sandjord

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Kørsel til arb. plads	5-7	0,58	0,36	0,48	0,58	>24	6,0
Knusning på langs	2-3	0,43	0,19	0,46	0,46	>24	9,5
Knusning på tværs	2-3	1,05	0,41	0,48	1,05	9,6	1,8

Konklusion: Aktionsværdien kan evt. overskrides på en arbejdsdag. Især hvis arbejdet foregår på tværs af rækkerne. Grænseværdien overskrides ikke.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Graveoperation

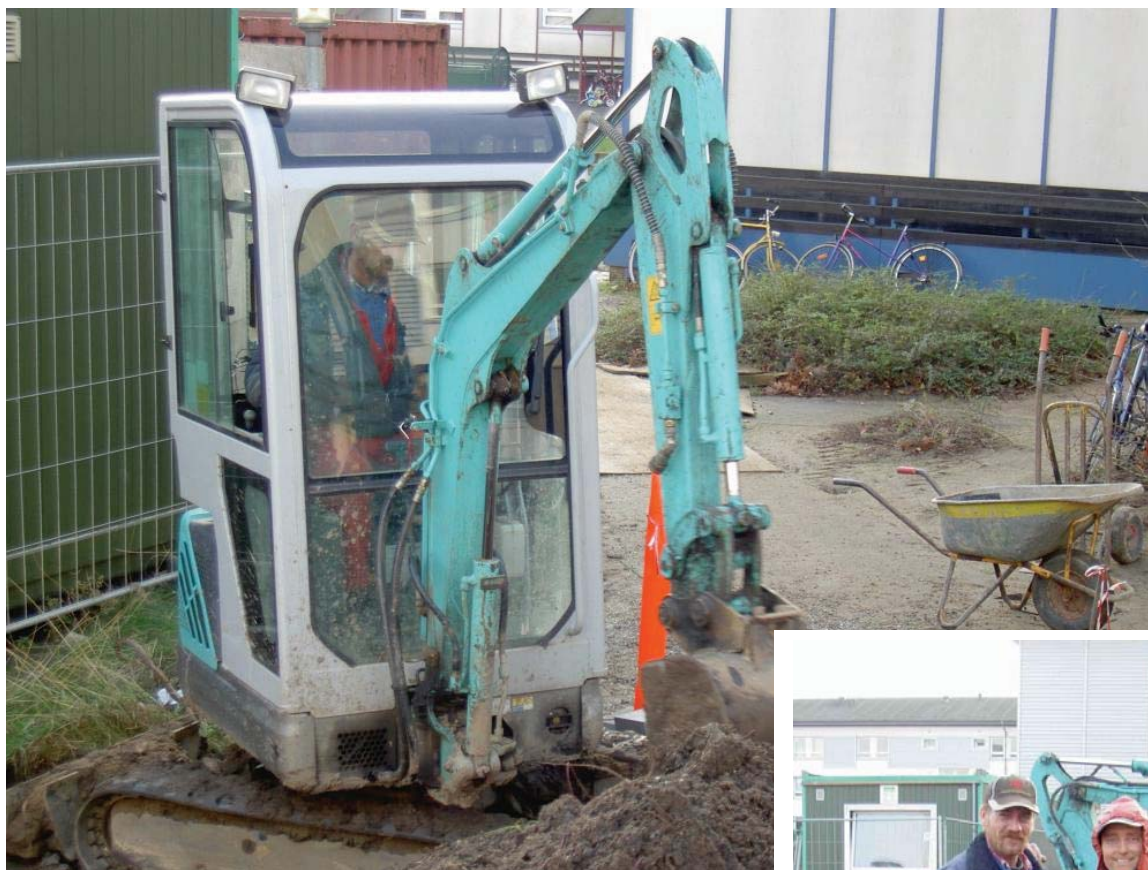
Maskine: Kobelco type 16 minigraver

Målested: Horsens 2004-11-04

Byggeplads

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Graver	0	0,20	0,26	0,39	0,39	>24	13

Konklusion: Aktionsværdien vil ikke overskrides på en arbejdsdag.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Gravemaskine på larvefødder

Maskine: CASE Poclair

Målested: Horsens 2004-11-04

Flytter jord fra byggeplads til lastbil

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Jordflytning	?	0,33	0,22	0,31	0,33	>24	18

Konklusion: Aktionsværdien vil ikke overskrides på en arbejdsdag.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Rendegraver på hjul, kun brug af frontskovl

Maskine: CASE SCANTRUCK 695 super R

Målested: Horsens 2004-11-04

Byggeplads, meget ujævn, flytning af jord

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Flytning af jord	0-5	0,55	0,51	0,55	0,55	>24	6,6

Konklusion: Aktionsværdien kan evt. overskrides på en arbejdsdag hvis operatøren har intensiv betjening af maskinen. Grænseværdien overskrides ikke.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Transport af jord og sten

Maskine: MELROE BOBCAT

Målested: Horsens 2004-11-04

Byggeplads, men køreveje relativt jævne

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Transp. af sten	0-7	0,91	0,66	0,89	0,91	12,8	2,4

Konklusion: Aktionsværdien overskrides efter knap 2½ time. Grænseværdien overskrides ikke inden for en 8 timers arbejdsdag.



ANLÆGSGARTNERI
Proces: Gummihjullæsser
Maskine: SCHAEFF TEREX
 Målested: Silkeborg, 2005-05-18
 Byggeplads, meget ujævn

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Langsom kørsel med fliser	1-3	0,55	0,83	0,27	0,83	15,4	2,9
Langsom kørsel med muld	1-3	0,82	0,99	0,35	0,99	10,8	2,0

Konklusion: Aktionsværdien overskrides inden for 2 til 3 timer. Grænseværdien overskrides ikke inden for en 8 timers arbejdsdag.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Rendegraver

Maskine: CASE

Målested: Silkeborg, 2005-05-18

Byggeplads, meget ujævn

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Laver underlag for fliselægning	0-1	0,43	0,39	0,28	0,43	>24	10,8

Konklusion: Aktionsværdi vil overskrides efter 10,8 timers arbejde. Grænseværdien overskrides ikke.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Lille havetraktor til plæneklipping

Maskine: Holder/græsklipper

Målested: Roskilde 2005-11-05

Vej og græs, plan græsplæne (fodboldbane)

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Asfaltvej, fuld fart	45	0,50	0,50	0,54	0,54	>24	6,9
Plæneklipping	13	0,46	0,48	0,65	0,65	>24	4,7

Konklusion: Græsplæneklipping indebærer, at aktionsværdien overskrides inden for en arbejdsdag. Grænseværdien overskrides ikke.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Lille traktor til snerydning

Maskine: John Deere, type 4410

Målested: Roskilde 2005-11-05

Vej og græs, plan græsplæne (fodboldbane)

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Asfaltvej, fuld fart	30	0,15	0,50	0,45	0,50	>24	8,0
Kørsel på plæne	15	0,43	0,62	0,90	0,90	13,1	2,5

Konklusion: Ved off-road anvendelse overskrides aktionsværdien efter 2,5 timer. Efter 13,1 timers off-road anvendelse overskrides grænseværdien.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Traktor, kørsel med påmonteret flishugger

Maskine: CASE MXU 110

Målested: Roskilde 2005-11-05

Vej og græs, plan græsplæne (fodboldbane)

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Asfaltvej, fuld fart	30	0,34	0,70	0,59	0,70	21,6	4,1

Konklusion: Aktionsværdien overskrides efter ca. 4 timer. Grænseværdien overskrides ikke.



ANLÆGSGARTNERI

Proces: Traktor, fejning af vej

Maskine: New Holland, TCE 55

Målested: Roskilde 2005-11-05

Vej

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Asfaltvej, fuld fart	15	0.11	0.70	0.67	0,70	21,6	4,1

Konklusion: Aktionsværdien overskrides efter ca. 4 timer. Grænseværdien overskrides ikke.



Til sammenligning med alle disse erhvervseksempler gives resultatet af en måling i en almindelig personbil:

PRIVATBILISME

Proces: Kørsel i privatbil

Maskine: SAAB 9000

Målested: Ålborg mod Århus, landevej på Fyn

Asfaltveje

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Ålborg-Århus	80-110	0,19	0,12	0,29	0,29	>24	23,8
Landeveje på Fyn	60-80	0,18	0,15	0,35	0,35	>24	16,3

Konklusion: En privatbil vibrerer, selv ved hurtig kørsel, ikke så kraftigt, at aktionsværdien vil blive overskredet inden for en arbejdsdag.

TRAKTOR 1

Proces: kørsel på forskelligt underlag og ved forskellige hastigheder

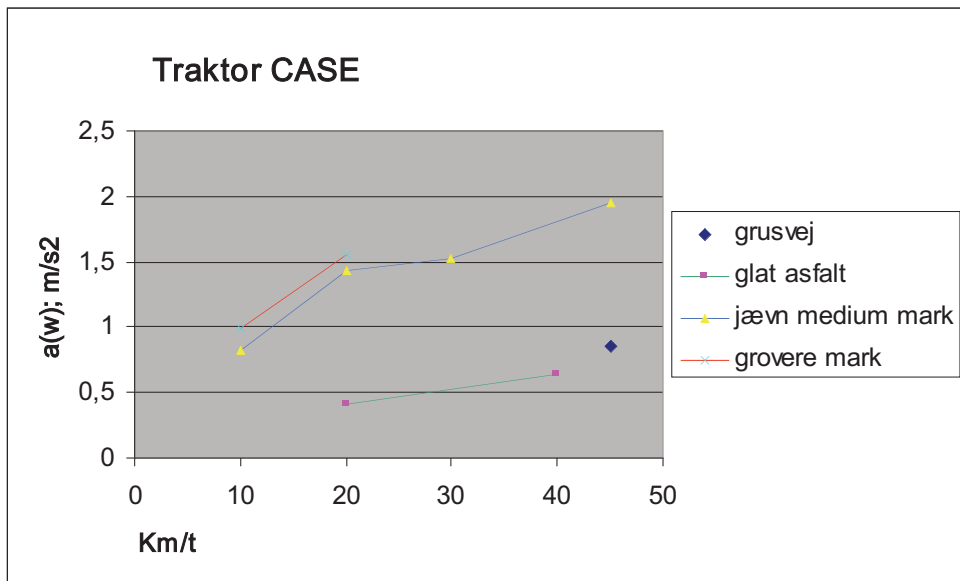
Maskine: CASE MX 170

Målested: BYGHOLM, 2005-06-17

Vej og mark

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s^2	1,4 a_{wy} m/s^2	a_{wz} m/s^2	max a_w m/s^2	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Grusvej til forsøgsplads	45	0,86	0,69	0,51	0,86	13,5	2,7
Glat asfalt	20	0,41	0,34	0,28	0,41	>24	11,9
Glat asfalt	40	0,64	0,39	0,40	0,64	>24	4,9
Mark medium jævn	10	0,82	0,68	0,51	0,82	14,9	3,0
Mark medium jævn	20	1,43	1,14	0,82	1,43	4,9	1,0
Mark medium jævn	30	1,52	1,19	1,06	1,52	4,3	0,9
Mark medium jævn	max (45)	1,95	1,50	1,69	1,95	2,6	0,5
Grov mark	10	0,99	0,90	0,59	0,99	10,2	2,0
Grov mark	20	1,55	1,27	0,93	1,55	4,2	0,8

Tabellen og figuren nedenfor viser for CASE traktoren hvor meget hastighed og underlag betyder for den resulterende vibration. Figuren viser hastighedens store betydning. Reducerer man således hastigheden ved markkørsel fra 20 til 10 km/t, reduceres vibrationerne til ca. det halve.



TRAKTOR 2

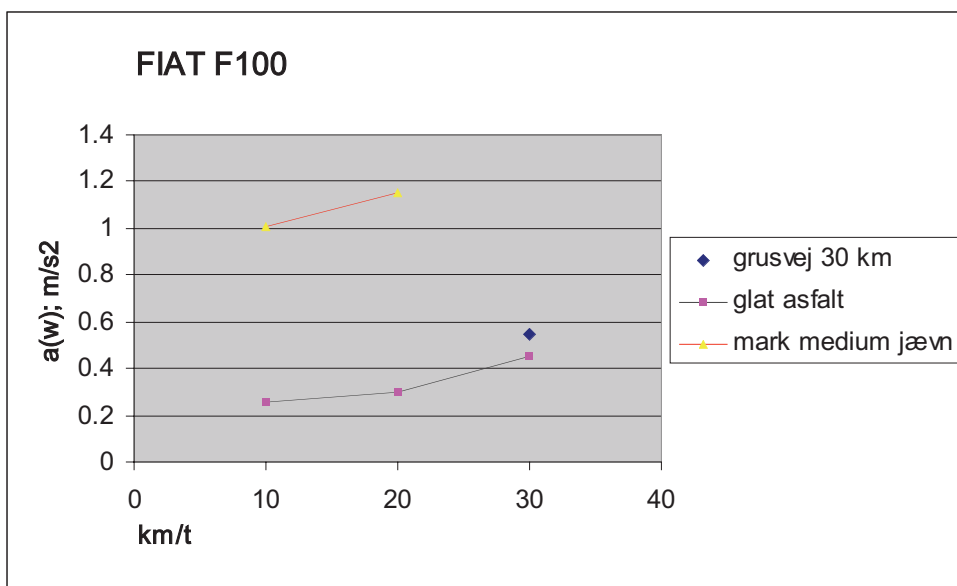
Maskine: FIAT AGRI F100

Målested: BYGHOLM, 2005-06-17

Vej og mark

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a _{wx} m/s ²	1,4 a _{wy} m/s ²	a _{wz} m/s ²	max a _w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Grusvej til forsøgspads	30	0,55	0,47	0,52	0,55	>24	6,6
Glat asfalt	10	0,14	0,26	0,15	0,26	>24	30
Glat asfalt	20	0,28	0,30	0,27	0,30	>24	22
Glat asfalt	30	0,45	0,29	0,40	0,45	>24	9,9
Mark medium jævn	10	0,68	1,01	0,61	1,01	10,4	2,0
Mark medium jævn	20	1,04	1,15	1,15	1,15	8,0	1,5

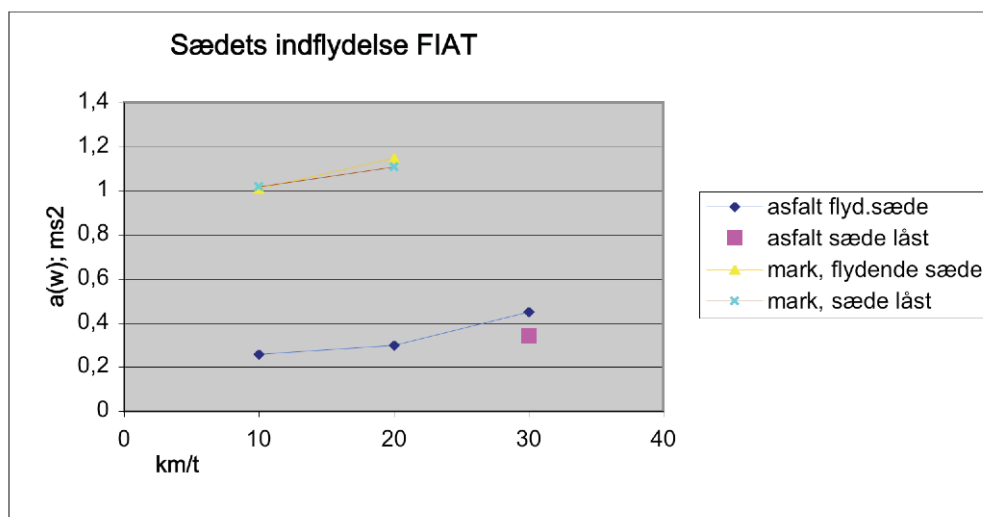
Nedenstående vises indflydelsen af hastigheden grafisk. Denne traktor vibrerer lidt mindre end den forrige, og igen ses hastighedens betydning.



Nedenstående tabel viser indflydelsen af at sætte sædets svingningsisolering i x retningen (frem og tilbage retningen) ud af kraft.

Operation	Ca. hastighed km/t	$1,4 a_{wx}$ m/s ²	$1,4 a_{wy}$ m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Glat asfalt, sæde flydende	10	0,14	0,26	0,15	0,26	>24	>24
Glat asfalt, sæde flydende	20	0,28	0,30	0,27	0,30	>24	22
Glat asfalt, sæde flydende	30	0,45	0,29	0,40	0,45	>24	9,9
Glat asfalt, sæde låst i x	30	0,34	0,26	0,38	0,34	>24	17,3
Mark, sæde flydende	10	0,69	1,01	0,61	1,01	10,4	2,0
Mark, sæde flydende	20	1,04	1,15	1,15	1,15	8,0	
Mark, sæde låst i x	10	0,59	1,02	0,54	1,02	10,2	1,9
Mark, sæde låst i x	20	1,11	1,07	1,14	1,11	8,6	1,6

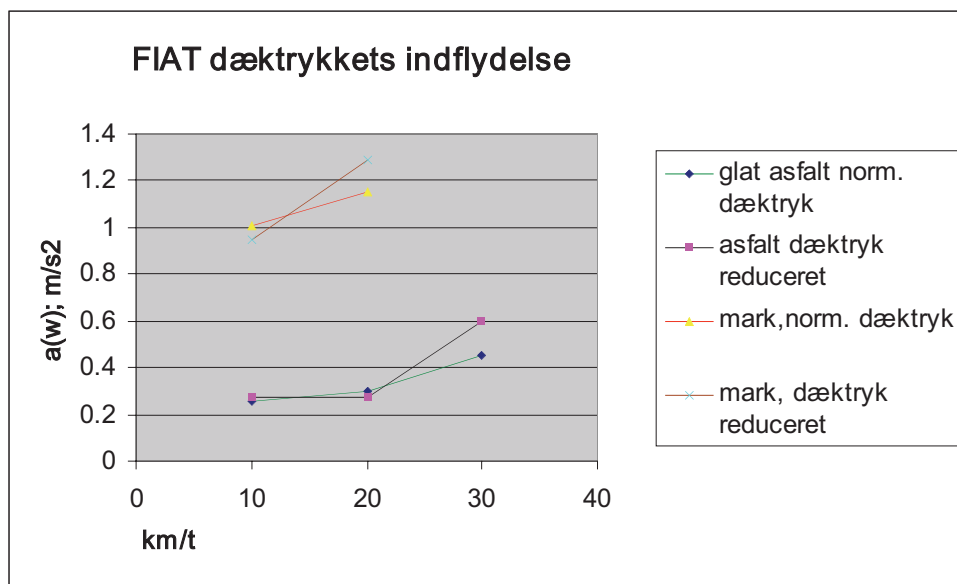
Nedenstående vises resultatet grafisk. Resultatet synes nærmest at vise, at det ikke spiller nogen rolle om sædets isolering låses i x retningen. Sædet kan evt. være defekt.



Denne tabel viser indflydelsen af at reducere dæktrykket til et absolut minimum:

Operation	Ca. hastighed km/t	1,4 a_{wx} m/s ²	1,4 a_{wy} m/s ²	a_{wz} m/s ²	max a_w m/s ²	Tid til GV, timer/dag	Tid til AV, timer/dag
Glat asfalt,	10	0,14	0,26	0,15	0,26	>24	>24
Glat asfalt,	20	0,28	0,30	0,27	0,30	>24	22
Glat asfalt,	30	0,45	0,29	0,40	0,45	>24	9,9
Glat asfalt, dæktryk reduceret	10	0,10	0,27	0,14	0,27	>24	27
Glat asfalt, dæktryk reduceret	20	0,22	0,27	0,31	0,27	>24	27
Glat asfalt, dæktryk reduceret	30	0,60	0,24	0,39	0,60	>24	5,6
Mark,	10	0,68	1,01	0,61	1,01	10,4	17,3
Mark,	20	1,04	1,15	1,15	1,15	8,0	
Mark, dæktryk reduceret	10	0,61	0,95	0,56	0,95	11,8	2,2
Mark, dæktryk reduceret	20	1,06	1,11	1,29	1,29	6,4	1,2

Nedenfor vises resultaterne grafisk. Resultatet viser, at man ikke nødvendigvis får lavere vibrationer ved at reducere dæktrykket. I dette tilfælde ser det nærmest ud til, at det ikke spiller nogen rolle ved lavere hastigheder, men at det lavere dæktryk øger vibrationerne ved højere hastigheder.



GENERELLE KONKLUSIONER

Landbruget:

Vore måleresultater viser, at kun i et tilfælde (hurtig strigling) blev Vibrationsdirektivets grænseværdi overskredet – også selv om arbejdsdagen blev længere end 8 timer. Ved harvning (strigling) kunne værdien have været reduceret ved at nedsætte farten.

Aktionsværdien er derimod ofte overskredet, selv om mange situationer også lå under denne værdi.

Skovbruget:

Skovbruget har flere vibrationsproblemer end landbruget. De største problemer er knyttet til transportprocesserne i skoven, hvor grænseværdien kan overskrides ved intensiv operation. Det egentlige arbejde i skoven giver ikke tilsvarende anledning til høje vibrationer. Også for skovbruget gælder, at problemet kan reduceres ved driftsmæssige foranstaltninger

Anlægsgartneri:

Der er problemer på to fronter. De små gravemaskiner (især BOBCATs) og de små havetraktorer. For disse maskintyper gælder, at grænseværdien kan være overskredet ved *meget* langvarigt arbejde i maskinerne. Aktionsværdien vil ofte være overskredet. Disse maskintyper er måske eksempler på maskiner, hvor man ikke nødvendigvis har en meget lang daglig eksponeringstid, og som man sikkert heller ikke benytter hver dag.

De lidt større maskiner vil i visse tilfælde evt. kunne give anledning til overskridelse af aktionsværdien, men næppe grænseværdien.

STANDARDE OG LITTERATUR FOR DEN DER VIL VIDE MERE

1. ”Europa-Parlamentet og Rådets direktiv 2002/44 af 25. juni 2002 om minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med arbejdstagernes eksponering for risici på grund af fysiske agenser (vibrationer)”

Vibrationsdirektivet er egentlig en følge af et rammedirektiv, og det forklarer meningen med Artikel 16(1) af Direktiv 89/391/EØF

2. *Directive 89/391/EØF on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work.*
Rammedirektiv

3. *Arbejdstilsynets bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for vibrationer i forbindelse med arbejdet, nr 682 af 30. juni 2005*

4. *At-vejledning D.6.7 om helkropsvibrationer*

5. *DS/EN ISO 14253, Mechanical vibration – measurements and calculation of occupational exposure to whole-body vibration with reference to health – practical guidance*

Den ene af de to Europæiske standarder, der understøtter Vibrationsdirektivet.

6. *DS/ISO 2631-1, 1997, Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements*

Den fundamentale standard for måling og vurdering af helkropsvibrationer.

7. *DS/EN 12096:1998, Mechanical vibration – declaration and verification of vibration emission values*

8. *CEN/TR 15172-1, Whole- body vibration – guidelines for vibration hazards reduction – Part 1: Engineering methods by design of machinery*

9. *CEN/TR 15172-2, Whole- body vibration – guidelines for vibration hazards reduction – Part 1: Management measures at the workplace*

Disse er to Tekniske rapporter. Part 1 har til formål at hjælpe maskinkonstruktøren, Part 2 til formål at hjælpe arbejdsgivere, hvis ansatte er udsat for helkropsvibrationer

10. *Nordtest rapport 516, Whole- body vibration in mobile machinery – a pilot study of consequences of new evaluation methods, Karin Rotschild, Kjell Spång, Palle Voss, 2002*

11. *Influence of artefacts in calculation of whole-body vibration values from results of field measurements, Kjell Spång, Project SLO-858, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, Stockholm.*

Yderligere information og branchevejledninger kan fås ved henvendelse til Branchearbejdsmiljørådet Jord til Bord, www.barjordtilbord.dk

Jordbrugets Arbejdsmiljøudvalg
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N
Tlf.: 87 40 34 00
e-mail: barjordtilbord@gls-a.dk

Arbejdstagersekretariatet
Kampmannsgade 4
1790 København K
Tlf.: 88 92 09 92
e-mail: barjordtilbord@3f.dk

ISBN 87-91073-31-6