



# HELKROPS VIBRATIONER I HELIKOPTERE





## FORORD

I 2006 trådte nye regler i kraft vedrørende besætningsmedlemmers udsættelse for støj og vibrationer. Derfor iværksatte Arbejds miljørådet for Luftfart og Branche arbejds miljørådet for transport og engros et støj- og vibrationsprojekt. Formålet med projektet har været at belyse problemets omfang og etablere et materiale, der skal støtte selskaberne og deres ansatte i APV-arbejdet og i bestræbelserne for at opfylde reglerne.

For at skaffe dokumentation og baggrundsmateriale til vejledningerne er der gennemført et større måleprojekt, der har afdækket støj- og vibrationsbelastningen i et udsnit af dansk registrerede luftfartøjer udvalgt af Arbejds miljørådet for Luftfart.

På baggrund af måleprojektet, som er udført af Per Møberg Nielsen - Akustik Aps, er der udarbejdet 3 vejledninger. Denne om vibrationer, en om støj og en om headset.

Denne vejledning indeholder en kortfattet gennemgang af de grundlæggende begreber om vibrationer og lovgivningen på området. Et uddrag af resultaterne fra måleprojektet behandles og der gives ideer til vibrationsdæmpning.

De 3 vejledninger kan rekvireres hos Statens Luftfartsvæsen og i Arbejds miljøbutikken. Både vejledningerne og målerapporten kan findes på [www.bartransport.dk](http://www.bartransport.dk) og på [www.slv.dk](http://www.slv.dk).

Statens Luftfartsvæsen har godkendt vejledningen.

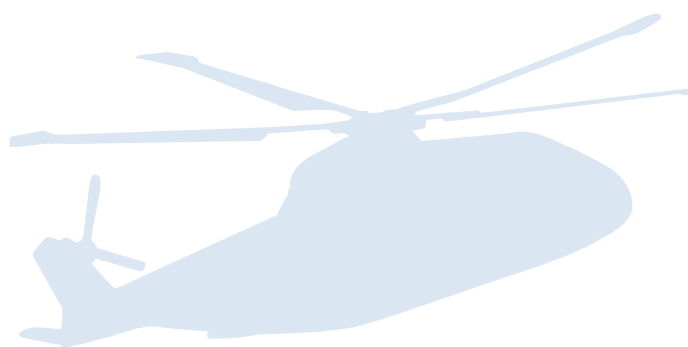
Arbejdstilsynet har haft vejledningen til gennemsyn og finder, at indholdet i den er i overensstemmelse med arbejdsmiljølovgivningen.

Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger og har ikke taget stilling til, om den dækker samtlige relevante emner inden for det pågældende område.



## INDHOLD

Helkropsvibrationer .....	2
Hvad er helkropsvibrationer .....	2
Sundhedsrisiko .....	2
Vibrationsbelastningen .....	3
Lovgivningen .....	4
Vurdering af vibrationsbelastningen.....	6
Måling af vibrationer .....	7
Eksempler på helkropsvibrationer i helikoptere.....	7
Hvad kan der gøres for at reducere vibrationsbelastningen .....	9
Undersøg vibrationsbelastningen.....	9
Vibrationsdæmpende sædepolstring og hynder .....	9
Justér sæderne optimalt.....	9
Ekstra lændestøtte.....	9
Undgå vrid.....	9
Vedligehold .....	9
Inddrag vibrationsforholdene, når der skal købes nye helikoptere .....	9
Litteratur mm. ....	11
Adresser .....	12



### **Hjælp os med at gøre materialerne bedre!**

BAR transport og engros anvender brugernes bedømmelse af materialerne til at blive bedre. Materialerne evalueres i en vis periode efter deres offentliggørelse. Alle kan bidrage til evalueringen på hjemmesiden [www.bartransport.dk](http://www.bartransport.dk)

## HELKROPSVIBRATIONER

Helkropsvibrationer kan være en medvirkende årsag til problemer med smerter i ryg, nakke og skuldre. Når man har fastlåste arbejdsstillinger, som helikopterpiloter ofte har, forøges denne risiko.

### Hvad er helkropsvibrationer

Helkropsvibrationer er de rystelser, der påvirker piloterne gennem sædet. Kabinepersonalet bliver også udsat for helkropsvibrationer – hovedsagelig via fødderne.

En anden type vibrationer (hånd/arm-vibrationer) stammer typisk fra kraftigt vibrerende håndværktøj og vil normalt ikke være et problem for flyvende besætningsmedlemmer.

I denne vejledning fokuseres på helikopterpiloter, da det er den gruppe, der udsættes for den største vibrationspåvirkning, og som kan komme i nærheden af de grænser, som er fastsat for at forebygge skader fra vibrationer.

Vibrationer kan sandsynligvis også være en faktor, som kan medvirke til arbejdsmiljøbelastninger for kabinepersonalet, men belastningen vil normalt være væsentlig mindre end grænseværdierne. Der kan dog være tale om - endog meget kraftige - udsættelser f.eks. ved hårde landinger, men disse specielle situationer er ikke behandlet i denne vejledning.

Når man skal måle vibrationsbelastningen måles accelerationen i  $m/s^2$ . For helkropsvibrationer gælder, at  $0,1 m/s^2$  er en meget svag vibration, og at  $2,0 m/s^2$  er en meget kraftig vibration. En køretur i en almindelig personbil vil på almindelig vej typisk give en vibrationspåvirkning på omkring  $0,3 m/s^2$ .

### Sundhedsrisiko

Helkropsvibrationer kan medvirke til at give rygproblemer - specielt smerter i lænderyggen, diskusprolaps og tidlig nedbrydning af rygsøjlen. Risikoen afhænger dels af, hvor stor vibrationsbelastningen er, dels af hvor længe man er udsat. Når vibrationer forekommer sammen med fastlåste arbejdsstillinger og hyppige vrid af ryggen øges risikoen for skader. Bump og uventede bevægelser forøger også risikoen.





Siddestillingen har stor betydning for risikoen for at få skader, når man samtidig udsættes for kraftige vibrationer. Specielt er det vigtigt, at sædet giver god støtte i lænderyggen. I mange helikoptere er det desværre ikke muligt at tilpasse sædet til den enkelte pilots anatomi.

### **Vibrationsbelastningen**

Når man skal vurdere, om vibrationer kan skade helbredet eller, om reglerne er overholdt, skal

man kende vibrationsbelastningen. Vibrationsbelastningen er det udtryk, man bruger om en gennemsnitlig påvirkning over en 8 timers arbejdsdag på samme måde, som støjbelastningen udtrykker et gennemsnit over en 8 timers arbejdsdag.

Vibrationsbelastningen kan beregnes, når man ved, hvor lang tid piloten er udsat for forskellige vibrationsstyrker i løbet af en arbejdsdag.



## LOVGIVNINGEN

Grænserne for vibrationsbelastning i luftfartøjer er de samme som Arbejdstilsynets grænser på landjorden. De fremgår af Statens Luftfartsvæsens regler, bekendtgørelse om besætningsmedlemmers eksponering for vibrationer. Bekendtgørelsen dækker både helkropsvibrationer og hånd/arm- vibrationer.

For helkropsvibrationer er fastlagt to grænser for den daglige vibrationsbelastning:

**Grænseværdien** på  $1,15 \text{ m/s}^2$  - må under ingen omstændigheder overskrides.

**Aktionsværdien** på  $0,5 \text{ m/s}^2$  - hvis denne værdi overskrides, skal arbejdsgiveren undersøge årsagen, og der skal planlægges og gennemføres foranstaltninger for at begrænse belastningen mest muligt.

Vurdering af vibrationsbelastningen skal indgå i arbejdspladsvurderingen (APV).

Ud over bestemmelserne om grænseværdi og aktionsværdi fremgår følgende af reglerne:

- Arbejdet skal tilrettelægges og udføres således, at risiko for helbredsproblemer som følge af vibrationer begrænses mest muligt.
- Arbejdspladsvurderingen (APV) skal indeholde en vurdering af vibrationsforholdene, hvor det er relevant.
- Hvis grænseværdien overskrides, skal besætningsmedlemmer altid have tilbudt en arbejdsmedicinsk undersøgelse.
- Hvis aktionsværdien overskrides, skal den ansatte informeres og have adgang til en arbejdsmedicinsk undersøgelse, når nogle nærmere omstændigheder er opfyldt - se nærmere i vibrationsbekendtgørelsen fra Statens Luftfartsvæsen.

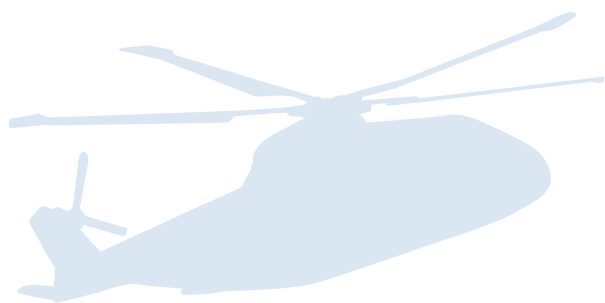
APV betyder arbejdspladsvurdering. APV er et lovpligtigt forløb, der skal gennemføres hvert 3. år, hvor eventuelle risici identificeres og kortlægges, problemerne prioriteres og en handlingsplan udarbejdes og følges. APV skal være skriftlig og skal gennemføres af arbejdsmiljøorganisationen, dvs. arbejdsmiljørepræsentanter og ledelse i fællesskab.





En daglig vibrationsbelastning på  $0,5 \text{ m/s}^2$  medfører overskridelse af aktionsværdien.

Efterfølgende skema viser, hvor lang tid man kan udsættes for forskellige vibrationsstyrker inden, aktionsværdien på  $0,5 \text{ m/s}^2$  overskrides.



<b>m/s<sup>2</sup></b>	<b>Tilladt i</b>
0,30	22 timer 13 minutter
0,35	16 timer 19 minutter
0,40	12 timer 30 minutter
0,45	9 timer 52 minutter
<b>0,50</b>	<b>8 timer</b>
0,55	6 timer 36 minutter
0,60	5 timer 33 minutter
0,65	4 timer 44 minutter
0,70	4 timer 4 minutter



### Vurdering af vibrationsbelastningen

To ting skal man have tjek på, når vibrationsbelastningen over en arbejdsdag skal beregnes: Hvor lang tid de enkelte flyvninger varer, og hvor kraftige vibrationerne er under disse flyvninger.

De enkelte vibrationsstyrker kan findes ved at udføre målinger. Eller de kan vurderes ved at anvende måleresultater, som er foretaget under omstændigheder, der er repræsentative for den medarbejder, som skal vurderes.

Hvis de typiske vibrationer i en helikopter kendes, kan man beregne, hvor lang tids flyvning, der skal til, før aktionsværdien eller grænseværdien overskrides.

### Sådan foretager du en vurdering af vibrationsbelastningen:

- 1) **Opgør tidsrummet du er udsat i løbet af arbejdsdagen**
- 2) **Find vibrationsstyrken**
  - a. **enten ved at sammenligne med lignende situationer, hvor du kender belastningen eller**
  - b. **ved at foretage målinger**
- 3) **Beregn vibrationsbelastningen.**

Branchearbejdsmiljørådet for transport og engros har udviklet et regneprogram til beregning af helkropsvibrationer. Regneprogrammet kan findes på [www.bartransport.dk](http://www.bartransport.dk) under fanebladet Generelle vejledninger.







## MÅLING AF VIBRATIONER

Vibrationerne måles ved hjælp af en vibrationsmåler med en speciel designet gummiplade med indstøbte vibrationsfølere, som piloten sidder på under målingen.

Data fra målingerne analyseres i dataprogrammer, som er udviklet til dette formål.

### Eksempler på helkropsvibrationer i helikoptere

Som optakt til denne vejledning er der foretaget målinger i 7 dansk registrerede civile helikoptertyper. Målingerne viser typiske vibrationer i løbet af en komplet flyvning. Resultaterne er repræsentative eksempler for de enkelte helikoptertyper, men værdierne kan variere bl.a. afhængig af operationelle forhold og pilotens vægt.

Detaljer om måleomstændigheder og resultater kan ses i målerapporten, som er udgivet af Branchearbejds miljørådet for transport og engros og findes på [www.bartransport.dk](http://www.bartransport.dk) samt på [www.slv.dk](http://www.slv.dk).



Udstyr til målinger af vibrationer.



**Vibrationsstyrken fremgår af efterfølgende tabel**

	Bell	Bell	Eurocopter	Eurocopter <sup>1</sup>	Eurocopter	Hughes	Sikorsky	Sikorsky
	212	222-U	EC135 T2	EC 155	AS350 B3	300 (269C)	S61-N	S92A
	OY-HMB	OY-HIE	OY-HJT	OY-HSL	OY-HGP	OY-HHB	OY-HAG	OY-HKC
	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
FC	0,49	0,37	0,43	0,42	0,34	0,29	0,35	0,50
FP2	0,66	0,48	0,39		0,30	0,23	0,25	0,51
middel	<b>0,58</b>	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>		<b>0,32</b>	<b>0,26</b>	<b>0,3</b>	<b>0,51</b>

Ovenstående tabel viser resultatet af en enkelt flyvning, men vibrationsbelastningen udtrykker "gennemsnitsbelastningen" over en hel 8 timers arbejdsdag. Efterfølgende tabel viser, hvor lang tid der kan flyves dagligt med den målte vibrationsstyrke, før aktionsværdien overskrides.

<sup>1</sup> Målingen er foretaget af AkustikNet A/S i 2005.

Forkortelser:

FC = kaptajn

FP2 = copilot

**Tid før aktionsværdien overskrides**

	Bell	Bell	Eurocopter	Eurocopter <sup>1</sup>	Eurocopter	Hughes	Sikorsky	Sikorsky
	212	222-U	EC135 T2	EC 155	AS350 B3	300 (269C)	S61-N	S92A
	OY-HMB	OY-HIE	OY-HJT	OY-HSL	OY-HGP	OY-HHB	OY-HAG	OY-HKC
	tim:min	tim:min	tim:min	tim:min	tim:min	tim:min	tim:min	tim:min
FC	08:19	14:36	10:49	11:20	17:18	23:46	16:19	08:00
FP2	04:35	08:40	13:08		22:13	>24 timer	>24 timer	07:41
middel	05:56	10:49	11:53		19:31	>24 timer	22:13	07:41

<sup>1</sup> Målingen er foretaget af AkustikNet A/S i 2005.

Forkortelser:

FC = kaptajn

FP2 = copilot

**Målingerne viser, at grænseværdien på 1,15 m/s<sup>2</sup> ikke vil blive overskredet ved almindelig daglig flyvning i nogen af de målte helikoptere.**

**Aktionsværdien kan overskrides ved arbejde i Bell 212 og i Sikorsky S92.**



## HVAD KAN DER GØRES FOR AT REDUCERE VIBRATIONSBELASTNINGEN

### Undersøg vibrationsbelastningen

Hvert luftfartsselskab er forpligtiget til at vurdere vibrationsbelastningen af de ansatte i forbindelse med APV. Anvend data fra denne vejledning og data fra undersøgelsen Lyd- og vibrationsmålinger i fly og helikoptere til at vurdere vibrationsbelastningen.

### Vibrationsdæmpende sædepolstring og hynder

Ved hjælp af en speciel sædepolstring kan vibrationsbelastningen reduceres. Sæderne er opbygget som en sandwich-konstruktion med skum i forskellige specielt tilpassede densiteter (hårdhed).

### Juster sæderne optimalt

Hensigtsmæssig siddestilling er vigtig for at reducere risiciene for vibrationsskader. Mange helikoptersæder er ikke indrettet ergonomisk optimalt. Selvom helikoptersæder ofte har begrænsede indstillingsmuligheder, er det vigtigt, at de justeres, så de giver størst mulig støtte.

### Ekstra lændestøtte

Nogle piloter kan have glæde af øget støtte i lænderyggen. Til dette formål kan der købes godkendte oppustelige lændestøtter, der kan tilpasses den enkelte pilot.

### Undgå vrid

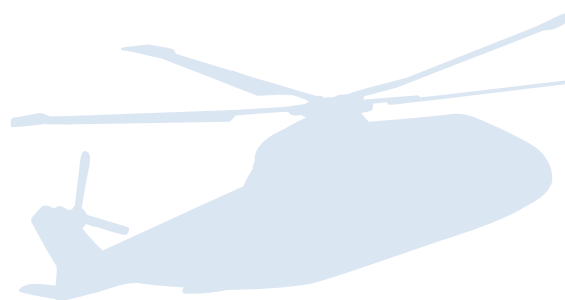
Helikopterpiloter må ofte indtage belastende stillinger ved specielle operationer. Det er vigtigt at begrænse vrid i ryggen mest muligt, når man udsættes for vibrationer.

### Vedligehold

Vibrationsbelastningen kan ofte reduceres i forbindelse med vedligehold. Specielt er det muligt at begrænse vibrationerne ved omhyggelig justering (track & balance) af både hoved- og halerotator. Nogle helikoptere - eksempelvis AS-350 - har klodser under gulvet, der vibrerer i modfase. Det er vigtigt, at sådanne systemer er korrekt justeret.

### Inddrag vibrationsforholdene, når der skal købes nye helikoptere

Vibrationsbelastningen af besætningen skal indgå som en vigtig parameter, når der skal købes nye helikoptere.







## LITTERATUR MM.

- her kan du få mere at vide

### **Vibrationsbekendtgørelsen fra Statens Luftfartsvæsen**

Bekendtgørelse om besætningsmedlemmers eksponering for vibrationer

nr. 617 af 23. juni 2005

### **Vibrationsbekendtgørelsen fra Arbejdstilsynet**

Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for vibrationer i forbindelse med arbejdet

Nr. 682 af 30, juni 2005

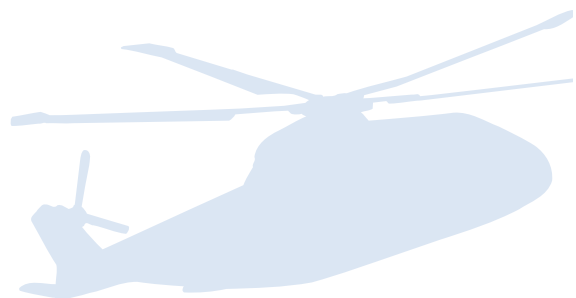
### **Arbejdstilsynets vejledning om Helkropsvibrationer D.6.7**

#### **EU vibrationsguide**

[http://bookshop.europa.eu/eubookshop/download.action?fileN  
ame=KE7007108DAC\\_002.pdf&eubphfUid=10744681&catalogN  
br=KE-70-07-108-EN-C](http://bookshop.europa.eu/eubookshop/download.action?fileN<br/>ame=KE7007108DAC_002.pdf&eubphfUid=10744681&catalogN<br/>br=KE-70-07-108-EN-C)

### **Publikationer fra Branchearbejds miljørådet for transport og engros**

Rapport: Lyd- og vibrationsmålinger i fly og helikoptere, 2010  
Elektronisk regneprogram til beregning af helkropsvibrationer,  
se [www.bartransport.dk](http://www.bartransport.dk) under fanebladet Generelle vejledninger



## ADRESSER

### Fællessekretariatet

H.C. Andersens Boulevard 18  
1787 København V  
Tlf.: 33 77 33 77

### Arbejdsgiversekretariatet

H.C. Andersens Boulevard 18  
1787 København V  
Tlf.: 33 77 33 77

### Arbejdsledersekretariatet

Vermlandsgade 65  
2300 København S  
Tlf.: 32 83 32 83

### Arbejdstagersekretariatet

Kampmannsgade 4  
1790 København V  
Tlf.: 70 300 300

### Statens Luftfartsvæsen

Ellebjergvej 50  
2450 København SV  
Tlf.: 36 18 60 00  
[www.slv.dk](http://www.slv.dk)

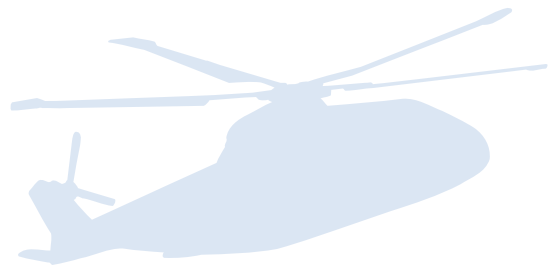
### Arbejdstilsynet

Postboks 1228  
0900 København C  
Tlf.: 70 12 12 88  
[www.at.dk](http://www.at.dk)

Vejledningen kan købes gennem  
Det Nationale Forskningscenter for  
Arbejds miljø  
Lersø Parkallé 105  
2100 København Ø  
Tlf.: 39 16 52 30  
[www.arbejdsmiljebutikken.dk](http://www.arbejdsmiljebutikken.dk)

Branchevejledningen kan bestilles af organisationernes medlemmer gennem egen organisation eller downloades på [www.bartransportogengros.dk](http://www.bartransportogengros.dk)

Branchevejledningen kan købes gennem:  
Videncenter for Arbejds miljø, Arbejds miljøButikken  
Lersø Parkallé 105 2100 København Ø eller via  
e-mail: [ekspedition@vfa.dk](mailto:ekspedition@vfa.dk)



Branchearbejds miljørådet  
for transport og engros

[www.bartransport.dk](http://www.bartransport.dk)



Tekst: Akustik ApS, Per Moberg Nielsen  
Layout: Søren Sørensens Tegnestue  
Tryk: PrintDivision  
1. udgave, 1. oplag år 2010  
ISBN nummer 978-87-90994-63-1  
Vare nr. 122066



