



# PROVNINGSRAPPORT

SLO 906  
2006-03-28

## UTVÄRDERINGSMODELL FÖR VIBRATIONER



S M P S V E N S K M A S K I N P R O V N I N G A B

**SMP Uppsala:** Fyrisborgsgatan 3, 754 50 Uppsala Tel: 018-56 15 00 Fax: 018-12 72 44

**SMP Malmö:** Box 56, 230 53 Alnarp Tel: 040-46 44 20 Fax: 040-46 01 13

**SMP Umeå:** Box 4053, 904 03 Umeå Tel: 090-70 83 70 Fax: 090-13 65 62

E-post: [info@smp.sp.se](mailto:info@smp.sp.se) Internet: [www.smp.nu](http://www.smp.nu)



## UTVÄRDERINGSMODELL FÖR VIBRATIONER

### INNEHÅLL

UTVÄRDERINGSMODELL FÖR VIBRATIONER .....	1
Innehåll .....	1
Bilaga: Vibrationsdata bearbetade från SLO 8471 Bakgrund.....	1
1 Bakgrund .....	2
2 Projektets syfte .....	2
3 Vibrationernas storlek vid traktorkörning .....	2
3.1 Litteratursökningen .....	2
3.2 Data som har utnyttjats i projektet .....	3
3.3 Nivåer .....	3
3.4 Variabler .....	3
4 Exponeringstider.....	4
5 BERÄKNINGSKalkyl .....	4
6 Åtgärder för att reducera vibrationsexponeringen. ....	5
6.1 Tekniska åtgärder .....	5
6.2 Organisatoriska åtgärder .....	5
6.3 Förarbeteende .....	6
7 Referenser .....	6
8 Exempel på beräkning i kalkylatorn .....	7

### BILAGA: VIBRATIONSDATA BEARBETADE FRÅN SLO 847



## 1 BAKGRUND

Arbetsmiljöverket har i sin föreskrift AFS 2005:15 (ref 15) implementerat i svensk lagstiftning EG:s direktiv 2002/44/EG om arbetstagares exponering för risker i samband med vibrationer i arbetet.

Föreskriften säger att arbetsgivaren skall undersöka arbetsförhållandena och bedöma de risker som kan uppkomma till följd av exponering för vibrationer i arbetslivet. Riskbedömningen skall innehålla en uppskattning av den dagliga vibrationsexponeringen, genomförd av "sakkunnig person".

Som alternativ till mätning får vibrationernas storlek uppskattas genom observation av förekommande arbetsmoment och hänvisning till relevant information om den sannolika vibrationsaccelerationen hos arbetsutrustningen under dessa användningsförhållanden.

## 2 PROJEKTETS SYFTE

Projektet syftade till att ta fram en enkel beräkningsmodell, grundat på mätdata, som ger lantbrukaren en möjlighet att beräkna storleken av den vibrationsexponering han/hon utsätts för under en planerad arbetsdag.

## 3 VIBRATIONERNAS STORLEK VID TRAKTORKÖRNING

### 3.1 *Litteratursökningen*

När projektet planerades antogs att det skulle vara gjort ett antal mätningar under praktisk drift runt om i Europa, eftersom

- det till skillnad mot mobila maskiner inte finns någon skyldighet för tillverkaren att ange vibrationerna (traktorer omfattas inte av maskindirektivet).
- det klart kan misstänkas att vibrationsnivåerna är sådana att direktivets insatsvärde överstigs och att man kan komma upp till gränsvärdet under långa arbetsdagar
- det var känt att omfattande mätningar hade gjorts inom andra områden, t ex på entreprenadmaskiner.

Litteraturstudien gav dock mindre användbar data än förväntat. HSE (ref 4) har visserligen gjort en omfattande studie men vad gäller traktorer på lantbruk koncentrerade man sig på traktorer med fjädrande framaxel och avdämpad hytt (New Holland TM 165) och traktorer med såväl bak- som framaxel fjädrande (JCB Fastrac). I fältförsöket användes dessutom en ofjädrad traktor (John Deere 7810) men den fick exkluderas från materialet eftersom den avvek kraftigt från de andra traktorerna när det gäller storleken på vibrationerna (kraftigt över genomsnittet vid transportkörning).



De delar i studierna som har utförts på särskild testbana (ref 3, 4 och 6) har också undantagits.

Ett antal testdata har rapporterats från Italien (ref 7) men det tekniska underlaget som visar under vilka förhållanden mätningarna är gjorda har inte varit tillgängligt.

### **3.2 Data som har utnyttjats i projektet**

SMPs egna mätningar (ref 8) har använts som underlag för beräkningsmodellen. Eftersom totalt över 130 mätningar gjorts på olika traktorer (23 st) under olika förhållanden har detta ansetts vara ett fullgott underlag. Därutöver har jämförelser gjorts för att fastställa om värden från HSE (ref 4) och Italien (ref 7) skulle ha hamnat inom spannet av SMPs värden. Det konstaterades då att enda undantaget var transportkörning i HSEs data som låg utanför (över) SMPs spann.

Värdena har hanterats så att extremerna har exkluderats och för de resterande värdena har tredje kvartilen förts in i modellen. Därmed har en viss extra säkerhet byggts in i modellen.

### **3.3 Nivåer**

Samtliga de genomgångna undersökningarna visar exponeringsvärden som tyder på att sannolikheten är stor att den vibrationsexponering man utsätts för under en dag i traktorn ligger på en nivå som gör att man måste utvärdera, riskbedöma och vidta åtgärder. Med andra ord hamnar man över det så kallade insatsvärdet. Under extrema förhållanden, olämpligt körsätt och/eller mycket långa arbetsdagar riskerar man dessutom att hamna över det så kallade gränsvärdet. Det värdet ligger dock så högt att om man passerar det under en arbetsdag märker man det vid dagens slut. Även en ung människa lär då ha märkbart ont i ryggen.

HSE (ref 4) kommer till slutsatsen att man i genomsnitt når insatsvärdet efter 2h 20 min – 8 h 20 min vid plöjning, 1 - 7 h vid harvning och 1,5 - 9 h vid transport. SMPs data anger 7 timmar vid plöjning, 3 timmar vid harvning och 2 timmar vid transport.

### **3.4 Variabler**

Det kan konstateras att vibrationsnivån varierar med traktorns vikt vid transportkörning. Ju tyngre traktor desto lägre vibrationer. Vi de andra arbetsmomenten är det främst hastigheten som är avgörande för vibrationsnivån. Ju fortare man kör desto större blir vibrationsnivån. HSE (ref 4) konstaterar att beroende på markförhållanden och körsätt kan



variationerna i vibrationerna vara  $\pm 50\%$  eller mer för ett och samma arbetsmoment och traktor.

I beräkningsmodellen har hänsyn tagits till förhållandet mellan exponeringen och traktorns vikt genom att värdena grupperats efter tunga och lätta traktorer där gränsen lagts vid 5 ton.

#### **4 EXPONERINGSTIDER**

Totalt körs inte en traktor anmärkningsvärt mycket under ett år. En nyare traktor används totalt ca 500 – 600 timmar under ett år, en äldre traktor betydligt mindre.

Däremot är arbetsdagarna i en traktor långa under delar av året. HSE (ref 4) anger 9 timmar i genomsnitt och 12-14 timmar under högsäsong. Direktivet erbjuder inte att man får jämna ut exponeringen under en längre tid än en vecka: Den svenska föreskriften har inte explicit inkluderat denna möjlighet men i kommentarerna anges att "rimlig hänsyn kan tas till variation mellan arbetsdagar".

Vid traktorkörning, till skillnad från körning med andra arbetsmaskiner, är exponeringstid och arbetstid i stort sett densamma. Ett exempel på varför det skiljer mellan andra arbetsmaskiner och traktorer är att en dumperförare får många korta pauser i exponeringen genom att maskinen står still under lastning och tömning. En traktorförare arbetar däremot normalt kontinuerligt med harvning, plöjning.

#### **5 BERÄKNINGSKALKYL**

En beräkningskalkyl i form av en Excel-fil har skapats utifrån tillgängliga och analyserade data. Kalkylen finns att ladda ner från SMP:s hemsida [www.smp.nu](http://www.smp.nu) och i kalkylen kan man föra in uppskattad exponeringstid för de arbetsmoment man avser utföra under arbetsdagen i traktorn och få ut besked om den uppskattade vibrationsexponeringen för den aktuella dagen.

För att en beräkningskalkyl av det aktuella slaget ska kunna presentera statistiskt tillförlitliga resultat krävs ett betydligt större underlag i form av praktiska mätningar. Beroende på de stora variationerna i tillgängliga mätdata (se ovan) kan den framtagna beräkningskalkylen inte anses presentera "sanna" värden. Trots att de värden som ligger till grund för kalkylen är hämtade från tredje kvartil av de uppmätta, kan markförhållanden, traktor och körsätt medföra att den sanna slutsumman för dagen är betydligt högre än den som indikeras av kalkylen. Man kan dock utgå från att ett lugnt körsätt med en modern traktor sannolikt kommer att innebära att det faktiska värdet ligger under det beräknade.

Metoden för uppskattning av vibrationsexponering genom beräkning är accepterad och beskrivs i en guide som utarbetats på uppdrag av EU-kommissionen (ref 17) och används även i standarder för såväl vibrationer i hand/arm som för helkroppsvibrationer.



Alternativet till att använda en beräkningsmodell är orealistiskt eftersom det skulle kräva mätningar under varje enskild lantbrukares olika arbetsmoment, körsätt och markförhållanden etc.

I framtiden kan man tänka sig att traktortillverkare förser traktorn med någon typ av vibrationsdosimeter som automatiskt mäter under några sekunder och sedan räknar tid. När insatsvärdet är uppnått ges en varning till föraren och när gränsvärdet är uppnått skulle traktorn i princip kunna stoppas. Centre of Vibration Comfort i Umeå har utvecklat en vibrationsdosimeter som förefaller att kunna anpassas till att fylla en sådan funktion. I stället för att räkna tid så lagrar den data kontinuerligt och kan så göra under flera timmar.

På sista sidan visas ett exempel på när en arbetsdag lagts in i kalkylen.

## **6 ÅTGÄRDER FÖR ATT REDUCERA VIBRATIONSEXPONERINGEN.**

### **6.1 Tekniska åtgärder**

En enkel åtgärd är att byta ut sitsen. Det finns betydligt bättre dämpade sitsar än de som normalt monteras av traktortillverkare. Studier från England (ref 13) visar att vibrationerna i en traktorsits kan vara dubbelt så höga som i en annan under samma förhållanden.

En annan teknisk åtgärd som visat gott resultat för entreprenadmaskiner är att montera en särskild plandämpare under sitsen.

I ett italienskt försök (ref 14) visas att man kan uppnå goda resultat genom att förse trepunktsfästet med stötdämpare och/eller förse framaxeln med fjädring. Detta är dock sådant som en enskild användare knappast kan göra men traktortillverkarna skulle kunna ta till sig denna forskning.

Försök med timmerbilar visar att man får ett mycket gott resultat genom att anpassa lufttrycket i däcken till underlaget. Man kan tänka sig att sänka trycket i däcken när man skall arbeta långa dagar på ojämnt underlag och köra sakta under transporten till och från arbetsplatsen. Det finns även utrustning att montera på traktorn som momentant kan sänka och höja trycken i däcken. Detta kräver dock ytterligare utredning innan det kan lämnas som en generell rekommendation.

### **6.2 Organisatoriska åtgärder**

Ett underhållsprogram som syftar till att säkerställa att sitsen inte glappar, att bussningarna inte är åldrade, att däcktrycket är rätt, m m, skapar förutsättningar för att onödiga belastningar inte ska uppstå.

I andra yrkeskategorier kan man rekommendera att arbetsorganisationen ses över så att man får en arbetsrotation mellan arbete med vibrationsexponering och arbete utan vibrationsexponering. För familjejordbrukaren är detta svårt men det kan tillämpas på större enheter.

### **6.3 Förarbeteende**

Vid ett uppdrag på en byggarbetsplats kunde konstateras att två olika dumperförare hade helt olika vibrationsexponering trots att de körde samma arbetscykel med samma typ av dumper. Den ena hade dubbelt så hög vibrationsnivå som den andre. Även HSE (ref 4) noterar motsvarande vad gäller traktorförare.

Genom utbildning och information kan man således begränsa vibrationsexponeringen. Den vibrationsdosimeter som utvecklats av Centre of Vibration Comfort kan användas för att träna förare att köra skonsamt i och med att föraren fortlöpande får information om vibrationsnivåerna.

## **7 REFERENSER**

1. Rothschild, Spång, Voss: Whole body vibration in mobile machinery – a pilot study of consequences of new evaluation methods. *Nordtest Project 1598-02*.
2. Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc. : Whole Body Vibration
3. Scarlett, Price, Stayner: Whole body vibration: Initial evaluation of emissions originating from modern agricultural tractors. *HSE contract research report 413/2002*.
4. Scarlett, Price, Semple, Stayner: Whole-body vibration on agricultural vehicles: evaluation of emission and estimated exposure levels. *HSE research report 321/2005*
5. Torén m.fl.; Tractor-driven hours and their relation to self-reported low-back and hip symptoms. *Applied Ergonomics 33 (2002)*
6. Spång m.fl.: EU Project MATI-CT 940057. Development of mobile machinery emission test using natural test tracks.
7. Arbetslivsinstitutets vibrationsdatabas.
8. SMP: Rapport SLO-847
9. Palmer m.fl.: Prevalence and pattern of occupational exposure to whole body vibration I Great Britain: findings from a national survey. *Occup. Environ. Med 2000:57*.
10. Sorainen m.fl.: Whole body vibration of tractor drivers during harrowing. *AHAIA Journal 59: 1998*.
11. Muzzamil, Siddiqui, Hasan: Physiologic effect of vibrations on tractor drivers under variable ploughing conditions. *J Occup Health 2004:46*
12. Paddan, Griffin: Evaluation of whole body vibration in vehicles. *Journal of Sound and Vibration (2002) 253*.

13. Paddan, Griffin: Effect of seating on exposures to whole body vibration in vehicles. *Journal of Sound and Vibration in Vehicles. Journal of Sound and Vibration (2002) 253.*
14. Marsili m.fl.: Innovating system to reduce vibrations on agricultural tractors: Comparative analysis of acceleration transmitted through the driving seat. *Biosystems Engineering (2002) 81.*
15. AFS 2005:15
16. EU Good Practice Guide WBW: Guide on good practice on whole-body vibration. Dec 2005.

## 8 EXEMPEL PÅ BERÄKNING I KALKYLATORN

### Helkroppsvibrationer

Traktor under 5 ton		Tillåtna exponeringstider		Faktisk exponeringstid		Motsvarar en daglig exponering [m/s <sup>2</sup> ]
Arbetsmoment	Vibrationsnivå [m/s <sup>2</sup> ]	För Insatsvärdet 0,5 m/s <sup>2</sup> [timmar]	För Gränsvärdet 1,1 m/s <sup>2</sup> [timmar]	[timmar]	[minuter]	
Transport på belagd väg	1,06	1,8	8,6	0	45	0,3
Transport grusväg	0,47	9,1		0	45	0,1
Transport på fält	0,73	3,8	18,2	0	30	0,2
Harvning plöjd mark	0,82	3,0	14,4	9	0	0,9
Harvning efter harvning	0,42	11,3		0	0	0,0
Ringvält	0,44	10,3		0	0	0,0
Ringvält efter sådd	0,49	8,3		0	0	0,0
Stubbharvning	1,19	1,4	6,8	0	0	0,0
Sådd/Skörd	0,7	4,1	19,8	0	0	0,0
Tallriksplöjning	0,57	6,2		0	0	0,0
Plöjning	0,53	7,1		0	0	0,0

Total daglig exponering: **1,0** m/s<sup>2</sup>





Traktor över 5 ton		Tillåtna exponeringstider		Faktisk exponeringstid		Motsvarar en daglig exponering [m/s <sup>2</sup> ]
Arbetsmoment	Vibrationsnivå [m/s <sup>2</sup> ]	För Insatsvärdet 0,5 m/s <sup>2</sup> [timmar]	För Gränsvärdet 1,1 m/s <sup>2</sup> [timmar]	[timmar]	[minuter]	
Transport på belagd väg	0,66	4,6	22,2	0	30	0,2
Transport grusväg	0,4	12,5		0	45	0,1
Transport på fält	0,42	11,3		0	30	0,1
Harvning plöjd mark	0,82	3,0	14,4	9	0	0,9
Harvning efter harvning	0,42	11,3		0	0	0,0
Ringvält	0,44	10,3		0	0	0,0
Ringvält efter sådd	0,49	8,3		0	0	0,0
Stubbharvning	1,19	1,4	6,8	0	0	0,0
Sådd/Skörd	0,7	4,1	19,8	0	0	0,0
Tallriksplöjning	0,57	6,2		0	0	0,0
Plöjning	0,53	7,1		0	0	0,0

Total daglig exponering: **0,9 m/s<sup>2</sup>**

- Mer än 24 timmar
- Över insatsvärde
- Daglig eller total exponering överstiger gränsvärde