

RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 2 2007



Mobil provbana för standardiserad vibrationsmätning

Petrus Jönsson
Tel. 018-18 85 73
petrus.jonsson@skogforsk.se
Claes Löfroth
Tel. 018-18 85 07
claes.lofroth@skogforsk.se

Helkroppsvibrationer är den viktigaste arbetsmiljöfrågan för skotarförare. För att kunna jämföra vibrationsnivån mellan olika maskiner och för att kunna utvärdera tekniska lösningar på ett rättvisande sätt har en standardiserad provbana för vibrationsmätning utvecklats.

Det är viktigt att minska de helkroppsvibrationer som skogsmaskinförarna utsätts för. Maskinerna måste därför utformas så att vibrationsdosen blir låg. Det är också viktigt att köra på rätt sätt och att utnyttja de tekniska lösningar som finns, t.ex. hytt- och stolsdämpning samt lastnivellering. Föraren måste också ställa in stolen efter sina förutsättningar.

Skogforsk har tillsammans med Hultdins AB utvecklat en testbana, som har provats i två år. Banan, mätutrustningen och provmetoden har granskats av skogsbrukets tekniska samverkansgrupp, TSG, och maskintillverkarna. Målet är att få en standard för vibrationsmätning, i första hand en TSG-rekommendation.

Tekniska Samverkansgruppen

TSG är sammansatt av personer från olika skogsföretag och entreprenörer som driver praktiskt inriktade utvecklingsfrågor. Skogforsk samordnar arbetet.

En TSG-rekommendation kan ses som ett förslag till standard för hur man t.ex. mäter eller anger mått, vikt eller egenskaper hos skogsmaskiner.



Fortsatt utveckling
Läs mer på sista sidan!

Petrus Jönsson

Brukare, forskare och tillverkare samarbetar nu aktivt för att minska vibrationerna.



Standardiserad hinderbana – ett viktigt utvecklingsverktyg

Krav på vibrationsmätningar

Skakningar och vibrationer är det största arbetsmiljöproblemet för en skotarförare. Vibrationerna sliter på kroppen och ökar risken för belastningsskador.

Sedan 1998 finns det ett EU-direktiv som föreskriver att maskintillverkarna alltid ska ange ett vibrationsvärde för arbetsmaskiner som används i jord- och skogsbruk.

I direktivet anges ett gränsvärde på $1,15 \text{ m/s}^2$ som inte får överskridas. Det är ett medelvärde för den acceleration som kroppen utsätts för.

I direktivet anges också ett s.k. insatsvärde på $0,5 \text{ m/s}^2$. Överskrider detta måste arbetsgivaren genomföra ett åtgärdsprogram, t.ex. införa alternativa arbetsmetoder, underhållsprogram för utrustningen, tekniska hjälpmedel och begränsning av exponeringstiden. Värdena gäller daglig exponering normaliserat till åtta timmar.

En skotare som kör i besvärlig terräng med normal till hög hastighet överskrider troligen ofta insatsvärdet.

Mobil provbana

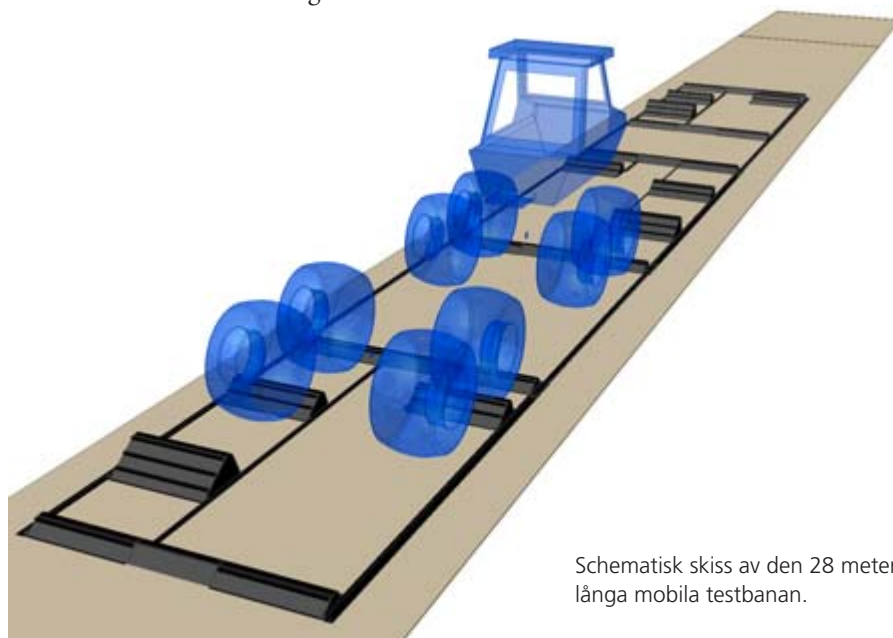
Vibrationerna i en skotare påverkas av en mängd faktorer, som hastighet, maskinkonstruktion, hyttupphängning, stol, däck och däcktryck. Den viktigaste faktorn är dock terrängen. Hittills har

det inte funnits någon standard för hur vibrationerna ska mätas för skogsmaskiner. Skogforsk har därför tillsammans med Hultdins System AB utvecklat en standardiserad provbana. Syftet var att skapa en modellterräng som är likadan varje gång man mäter. Detta är en förutsättning för att få jämförbara värden mellan olika maskiner. Provbanan ska också användas för att studera effekten av olika vibrationsdämpande åtgärder.

Banan är 28 meter lång och har hinder i tre olika höjder, 15, 25 och 35 cm. Banan motsvarar terrängklass 2.

Den är tillverkad i plåt och lätt flyttbar. Maskintillverkare och andra kan genomföra standardiserade mätningar på valfri plats, det räcker med att det finns en asfalterad jämn plan att placera testbanan på.

Skogforsk har genomfört en serie testmätningar och det har fungerat bra.



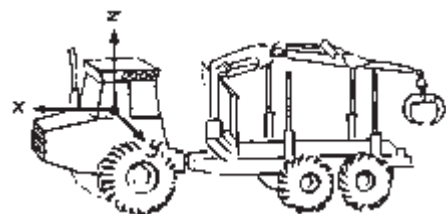
Schematisk skiss av den 28 meter långa mobila testbanan.

Mät dosa

Vid de mätningar som Skogforsk har genomfört på testbanan användes en mät dosa, HealthVib, och en presentationsenhet, VibIndicator. Kommunikationen mellan apparaterna sker med Bluetooth.

VibIndicator är även en datasamlare, där medelvärdet (RMS) beräknas och samlas för varje sekund.

Vibrationer i z-led, uppåt och nedåt, anses mindre skadliga för kroppen än vibrationer framåt och bakåt resp. i sidled. Därför multipliceras vibrationerna i x- och y-led med faktorn 1,4.



Mät dosan HealthVib. Sättesplattan placeras på stolen och föraren sätter sig på den. Den mäter vibrationer och beräknar vibrationsdosen i tre riktningar: x (framåt och bakåt), y (sidled) och z (uppåt och nedåt) enligt ISO2631-1 och AFS 2005:15.

Displayen på bilden visar vibrationsexponeringen, $A(8)$, d.v.s. vibrationsdosen som föraren exponeras för omräknat till åtta timmars arbetsdag.

VibIndicator

Mätaren är 55 mm i diameter.

Lamporna för x, y och z visar vilken vibrationsriktning som är dominerande.

De nio lamporna nedanför visar aktuell vibrationsnivå. De fyra första är gröna och lyser om vibrationerna är under insatsvärdet ($0,5 \text{ m/s}^2$), därefter kommer tre gula lampor som lyser vid vibrationsnivån $0,5\text{--}0,9 \text{ m/s}^2$. Slutligen är det två röda lampor som lyser vid vibrationer över $1,1$ och $1,4 \text{ m/s}^2$



Resultat från mätningar

Mätningförfarande

Provbanan testades i en pilotstudie med fyra skotare under oktober 2006. Syftet var att undersöka om vibrationsbanan kan användas för att göra jämförande mätningar mellan olika förbättringsåtgärder. I studien testades olika hastigheter, däcktryck, stolsinställningar och plandämpare.

Vid testerna kördes maskinen olastad med två hastigheter, 1,5 km/h och 2 km/h. Hastigheten ställdes in med hjälp av skotarens potentiometer som reglerar hydrostatdriften.

Provsträckan var en 50 meter lång, plan asfaltyta där den 28 meter långa testbanan låg i mitten. Vibrationsmätningen utfördes under hela 50-meterssträckan och vibrationsnivån beräknades som den samlade vibrationsdosen under åtta timmars arbetsdag.

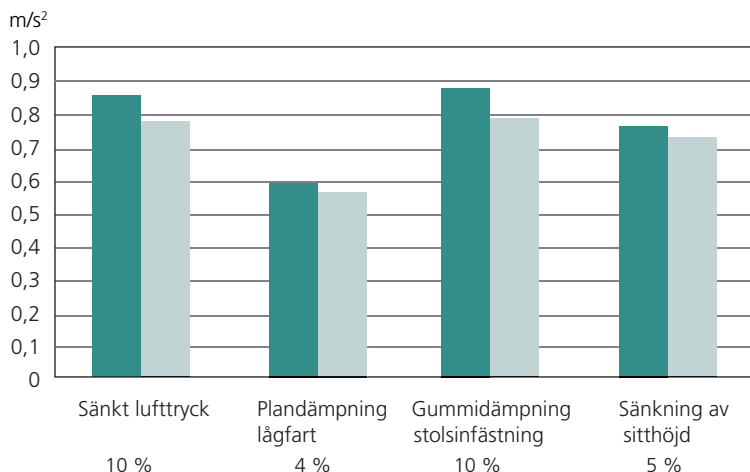
Några resultat

Mätmetodikerna är inte färdigutvecklade och det går inte att dra några definitiva slutsatser av resultaten. Mätresultaten påverkas t.ex. starkt av hastigheten. Så lite som tre sekunder snabbare körtid hade stor betydelse! Studien gav dock några indikationer på var förbättringar får stor effekt:

Företaget SitRight testade en prototyp med gummidämpning i stolsinfästningen. Den gav nära tio procent lägre vibrationsnivå.



Figur 1. Några resultat från pilotstudien. Mörkgrön stapel visar vibrationsnivån vid normal inställning (standard), ljusgrön stapel vibrationsnivån efter förbättring/justering.



■ Däcktrycket. Med ett så lågt tryck som 1,5 bar fram och 1,9 bak minskade vibrationsnivån med tio procent. Dessa lufttryck är dock inte användbara i verkligheten. Med band skulle fälgarna slira mot däcken. Slitaget på däcken skulle vara mycket stort och det är stor risk för punktering.

■ Vid studien testades ett system med plandämpning. I låg fart minskade vibrationerna med cirka fyra procent när dämpningen var inställd på medium.

■ Ergonomiskt korrekt inställning av stolen, bl.a. justering av sitthöjden, gav en förbättring med fem procent.

Plandämpare från Sittab. Den placeras på hyttgolvet under stolen och dämpar vibrationerna framåt/bakåt och i sidled.



Erfarenhet från en annan bransch:

EcoDriving på lastmaskin minskade både bränsleförbrukning och vibrationer

I oktober 2006 genomförde Skanska en utbildning i bränslesnål körning med en lastmaskin Volvo L 150 D. Utbildningen genomfördes i samband med ordinarie arbete i en bergtäkt, där maskinen lastade och transporterade massor.

Vid två jämförbara körpass på ca 80 minuter mättes bränsleförbrukning och vibrationer.

Under det första passet körde föraren "som vanligt", samtidigt som utbildaren analyserade förarens körstil.

Inför det andra passet fick föraren råd om hur han skulle förändra sitt arbetssätt för att minska bränsleförbrukningen utan att försämra produktiviteten.

Mätresultaten från körpass 1 och 2 jämfördes. Efter utbildningen minskade bränsleförbrukningen med 20 procent, från 22,1 l/h till 17,7 l/h. Samtidigt minskade vibrationerna med totalt 5–7 procent, främst i riktning framåt/bakåt.



B

Så här kan du minska vibrationerna

■ **Mät vibrationerna.** Steg ett är att känna vibrationsnivån. Det finns två system på marknaden: HealthVib som tillverkas av företaget CVK, samt ett system som tillverkas av företaget Brüel & Kjaer.

HealthVib ger ett åtta timmars dosvärde i olika riktningar. Tanken är att föraren ska få feedback och lära sig att anpassa sin körning så att vibrationerna ligger på en låg nivå.

Brüel & Kjaer är en avancerad utrustning för exempelvis utvärdering av vibrationer vid olika frekvensområden.

■ **Anpassa körhastigheten** efter underlaget

■ **Kör lugnt och jämnt.** Det ger, förutom mindre vibrationer, lägre bränsleförbrukning och minskat slitage på maskinen.

■ **Arbeta med lugna och mjuka kranrörelser.**

■ **Variera arbetsställningen** för att undvika slitage på leder och muskler.

■ **Ställ in stol och reglage för dig** – kör inte på kompisens inställning. Han kanske är 30 kg tyngre och 10 cm längre än du.

■ **Byt stol.** En sliten stol förstärker vibrationerna och försvårar möjligheterna till korrekt stolsinställning.

■ **Se över hyttupphängningen.** Gummibussningarna bör bytas efter ca 6 000 timmar.

■ **Sänk däcktrycket där det är möjligt.** Ett lågt tryck minskar vibrationerna.

■ **Håll dig i trim.** Motionera regelbundet, det stärker muskulaturen och gör att du orkar mer. Vibrationsnivån minskar naturligtvis inte men du har större möjlighet att minska effekterna på kroppen.

■ **Pausa.** Ta minst fem minuters rast varje timme. Gå ut och rör på dig.



Pilen visar en gummibussning på en Rottne-skotare

English

Mobile test track for standardized vibration measuring

Whole-body vibration is the most important factor in the forwarder operators' working environment. To enable comparisons to be made of vibration levels between machines, and also to properly assess technical solutions, we have developed a standardized test track for the purpose of measuring vibration.

It is important to reduce the level of whole-body vibration that logging-machine operators are exposed to. The machines must therefore be designed to minimize vibration levels. However, other factors are also important, such as operating the machines correctly, and in using the existing technology — for example, cab and seat damping, and automatic levelling of payloads. The operator should also make sure to adjust his seat properly for maximum comfort.

Skogforsk developed the test track in collaboration with a Swedish company, Hultdins AB, and has tested it over a period of two years.

The test track, the measuring equipment, and the testing methods have been inspected by Skogforsk's Forest Engineering Cooperation Group (TSG) and the machine manufacturers. The aim is to publish a standard — initially in the form of a TSG recommendation — for measuring vibration.

Keywords: Working environment / Ergonomics.

Läs mer

Löfroth, C., Jonsson, M. & Thor, M. 2006. Helkroppsvibrationer i en skotare och jordbrukstraktor uppmätta på mobil testbana. Arbetsrapport nr 619. Skogforsk.

European ergonomic and safety guidelines for forest machines 2006. European Commission.

Jönsson, P. 2005. Procedure for the reduction of the effect of transient whole body vibrations. Doctoral thesis. Luleå Tekniska Universitet.

Guide to good practice on whole-body vibrations. European Commission.

Arbetsmiljöverket. 2005. Föreskrifter om vibrationer 2005:15.

Utvecklingen fortsätter

Den forskning som bedrivits om helkroppsvibrationer vid Skogforsk och andra institutioner har bidragit till att maskin-, stols- och däcktillverkare har arbetat för att minska vibrationerna. Det har också sporrat tillverkare av kringutrustning som plandämpare, nivelleringsutrustning m.m.

Såväl maskintillverkare som tillverkare av kringutrustning efterfrågar nu alltmer våra tjänster för att utvärdera olika förbättringsåtgärder.

SIS Standard. Skogforsk har tillsammans med maskintillverkare och brukare påbörjat arbetet med en SIS-standard för mätning av vibrationer på skogsmaskiner. Detta kan dock ta lång tid, fem år eller mer.

Nordisk standard. I avvaktan på en SIS-standard arbetar en mer informell grupp med representanter från Norge, Sverige och Finland för att få en gemensam

nordisk, skoglig rekommendation på hur vibrationer ska mätas. Ett viktigt första steg är att skapa en svensk TSG-rekommendation.

Petrus Jönsson



Ämnesord: Arbetsmiljö / Ergonomi.

Ansvarig utgivare: Jan Fryk

Redaktion: Areca Information AB

Foto: Skogforsk om inte annat anges

ISSN: 1103-4173

Tryck: Gävle Offset AB

© Skogforsk

ADRESSER

UPPSALA, Uppsala Science Park, SE-751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00

EKEBO, Ekebo 2250, SE-268 90 Svalöv

Tel. 0418-47 13 00

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar

Tel. 090-203 33 50

www.skogforsk.se