

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 636 2007



Vibrationsmätningar på provbana

PONSSE ELK

Petrus Jönsson & Claes Löfroth

Ämnesord: Helkroppsvibrationer, provbana, standardisering, standardbana.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Bakgrund	2
Syfte.....	2
Utvärdering av vibrationsmätningar.....	3
Faktorer som påverkar mätningarna.....	4
Resultat och diskussion	5
Utvärdering och förklaring.....	5
Bilaga 1.....	7
Bilaga 2.....	9

Bakgrund

Enligt maskindirektivet (98/37/EG) har maskintillverkarna en skyldighet att ange det vägda kvadratiska medelvärdet för den acceleration som kroppen utsätts för om det överskrider $0,5 \text{ m/s}^2$. Om det inte överskrider $0,5 \text{ m/s}^2$ måste detta anges. Tillverkaren skall ange maskinens arbetsförhållanden under mätningarna samt vilka metoder som använts för att genomföra mätningarna. Arbetsgivaren har i sin tur enligt vibrationsdirektivet (2002/44/EG) skyldighet att begränsa vibrationerna och att om insatsvärdet överstigs, välja maskin och teknik så att vibrationerna begränsas. En förutsättning för att kunna göra detta är att tillverkarna anger vibrationsvärden på likartat sätt. För detta behövs en standardiserad mätmetod.

En maskinoperatörs arbetshälsa kan påverkas av helkroppsvibrationer om de överstiger vissa nivåer. EUs vibrationsdirektiv reglerar vibrationsnivån i arbetsmaskiner för bl.a. jord- och skogsbruk. I direktivet anges ett gränsvärde ($1,15 \text{ m/s}^2$), vilket inte får överskridas och med ovan nämnda insatsvärde ($0,5 \text{ m/s}^2$). Överskrider insatsvärdet måste arbetsgivaren utarbeta och genomföra ett åtgärdsprogram (t.ex. alternativa arbetsmetoder, underhållsprogram för utrustningen, tekniska hjälpmedel och begränsning av exponeringstiden). Värdena gäller daglig exponering normaliserat till 8 timmar (m/s^2) enligt ISO 2631-1 (1997). Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2005:15 – Vibrationer, har antagit dessa värden och föreskrifterna gäller för verksamheter där någon kan utsättas för vibrationer i arbetet.

I föreskriften beskrivs i detalj hur den dagliga exponeringsdosen skall beräknas från uppmätta värden, men ingen beskrivning finns på hur själva mätningarna skall utföras. Vibrationsnivån för en maskinoperatör avgörs av förarens körsätt, terrängens beskaffenhet och den utrustning som används (t.ex. maskin, däck och stol). Flertalet skotare som kör i besvärlig terräng (ytstruktur 2–3) överskrider troligen insatsvärdet om maskinen exempelvis körs i hög hastighet. Likaså är mätningarna mycket svåra att standardisera på ett relevant sätt, vilket adresserats av t.ex. Spång (2005). Det är till exempel i dag svårt att på ett objektivt sätt (d.v.s. utan att föraren kan påverka), och relevant (med avseende på arbetsinnehåll och terräng), fastställa vilken vibrationsnivå en maskin i ett visst arbete ger upphov till.

Tidigare projekt om helkroppsvibrationer (Jonsson m.fl., 2006) har visat på stora potentialer att minska vibrationerna för skotarförare. Bara genom att byta befintlig stol till en mjukare minskade vibrationerna i x-led (framåt och bakåt) upp till femtio procent.

Syfte

Syftet med mätningarna var att undersöka om vibrationsbanan (figur 1) som Skogforsk tagit fram tillsammans med Hultdins systems AB, skulle fungera som en standardbana. Banan är 28 meter lång och utrustad med hinder i tre olika höjder (15, 25 och 35 cm). Placering och höjder är framtagna för att motsvara en marktyp av terrängklass 2.



Figur 1.
Vibrationsbanan.

Utvärdering av vibrationsmätningar

Vibrationsmätningarna som gjordes var en inledande studie och utfördes på fyra skotare under oktober månad. Mätningar utfördes med HealthVib (figur 2) som mäter vibrationer och beräknar vibrationsdosen i enlighet med ISO2631-1 och AFS 2005:15. Presentationsenheten, VibIndicator (figur 3), visar vibrationsnivån i den dominerade riktningen i realtid. VibIndicatorn fungerar även som en datasamlare där det vägda kvadratiska medelvärde (RMS) samlas för varje sekund i tre riktningar. X-riktning (framåt -bakåt), Y-riktningen (sidled) och Z-riktningen (uppåt–nedåt).



Figur 2.
Dosimeter, HealthVib.

Utrustningen, HealthVib och VibIndicator, som användes för att mäta och samla in vibrationsdata är ett relativt nytt system, som drabbades av några utvecklingsmissar. Under mätningarna uppstod problem med dataöverföringen mellan HealthVib och VibIndicatorn. Överföringen sker via Blue Tooth, vilket

innebar att en del körningar fick göras om. De nya systemen som utvecklats har en starkare sändningskapacitet, varför överföringsproblematiken inte bör uppstå mer.



Figur 3.
VibIndicator, displayenhet.

FAKTORER SOM PÅVERKAR MÄTNINGARNA

Hastighet, maskinkonstruktion, stol, däck och lufttryck i däcken samt hyttupphängning är några faktorer som påverkar resultatet, vilket gör det besvärligt att i dagsläget ange vibrationsnivåerna på ett objektivet sätt. Terrängklasser hör också till de faktorer som påverkar vibrationsresultaten men genom att ha en standardiserad bana ser Skogforsk en framkomlig väg att testa och jämföra olika maskiner, komponenter och inställningar (t.ex. stolinställningar) för att minska vibrationsnivån. Fortfarande finns dock en rad faktorer som påverkar mätresultaten utöver de som nämnts:

- Den exakta placeringen av dosimetern i maskinen.
- Handhavande av mätutrustningen.
- Utvärderingsmetoder.
- Förarens placering under mätningen.
- Däck, lyfttryck, olika hårdhet på gummiblandning o.s.v.
- Hur föraren sitter (stöd för händerna, håller i sig hårt i armstöd och handtag i hytten).
- Om föraren spjärnar med fötterna och lutar sig hårt mot ryggstödet blir mätvärdena klart påverkade jämfört med om föraren sitter med hela tyngden på stolen.

Sammantaget kan dessa faktorer påverka mätresultaten påtagligt (uppskattningsvis $\pm 50\%$). Vibrationsvärdena bör därför inte tolkas för snävt i förhållande till varandra utan att man har tagit yttersta hänsyn till de faktorer som har

påverkan på mätningarna. En provbana kan vara ett sätt att minska problemen med att mäta helkroppsvibrationer. Ett annat användningsområde för banan är att utvärdera hur förändringar i maskinkonstruktion, stol och stolsfundament påverkar vibrationsnivån.

Healthvib kan vara ett utmärkt sätt att ge föraren feedback på hur förarens beteende påverkar vibrationsnivån.

Resultat och diskussion

UTVÄRDERING OCH FÖRKLARING

Genom att köra upprepningar med exakt likadana inställningar och hastighet kan vi räkna fram ett medelvärde och standardavvikelse på de olika körningarnas vibrationsnivå. Genom att rita in medelvärdena och standardavvikelserna i en graf kan vi studera om medelvärdena skiljer sig från varandra, d.v.s. om ett medelvärde ligger utanför standardavvikelsens intervall. I graferna finns det även ritat in ett intervall med medelfelen från medelvärdena som kan ses som ett mindre strikt värde än standardavvikelsen.

De slutsatser som vi har dragit från materialet:

- Sänkt lyfttryck i däcken ger effekt med endast 1,5 fram och 1,9 bak (bar) däckstryck fick vi 10,30 procents förbättring av vibrationsnivån.
- Ergonomiskt korrekt inställning av stolen gav en förbättring med 5,10 procent, inställningarna utfördes av Be-Ge.
- Gummidämpning i stols infästning gav 9,60 %
- Pandämpning i låg fart 4,20 %, dämpning var inställd på medium.

Exempel: Tolkning av grafen i bilaga 1 (på x-axeln ses inställning t.ex stol, lyfttryck i däck, SitRight o.s.v. och tiden det tog att köra på banan).

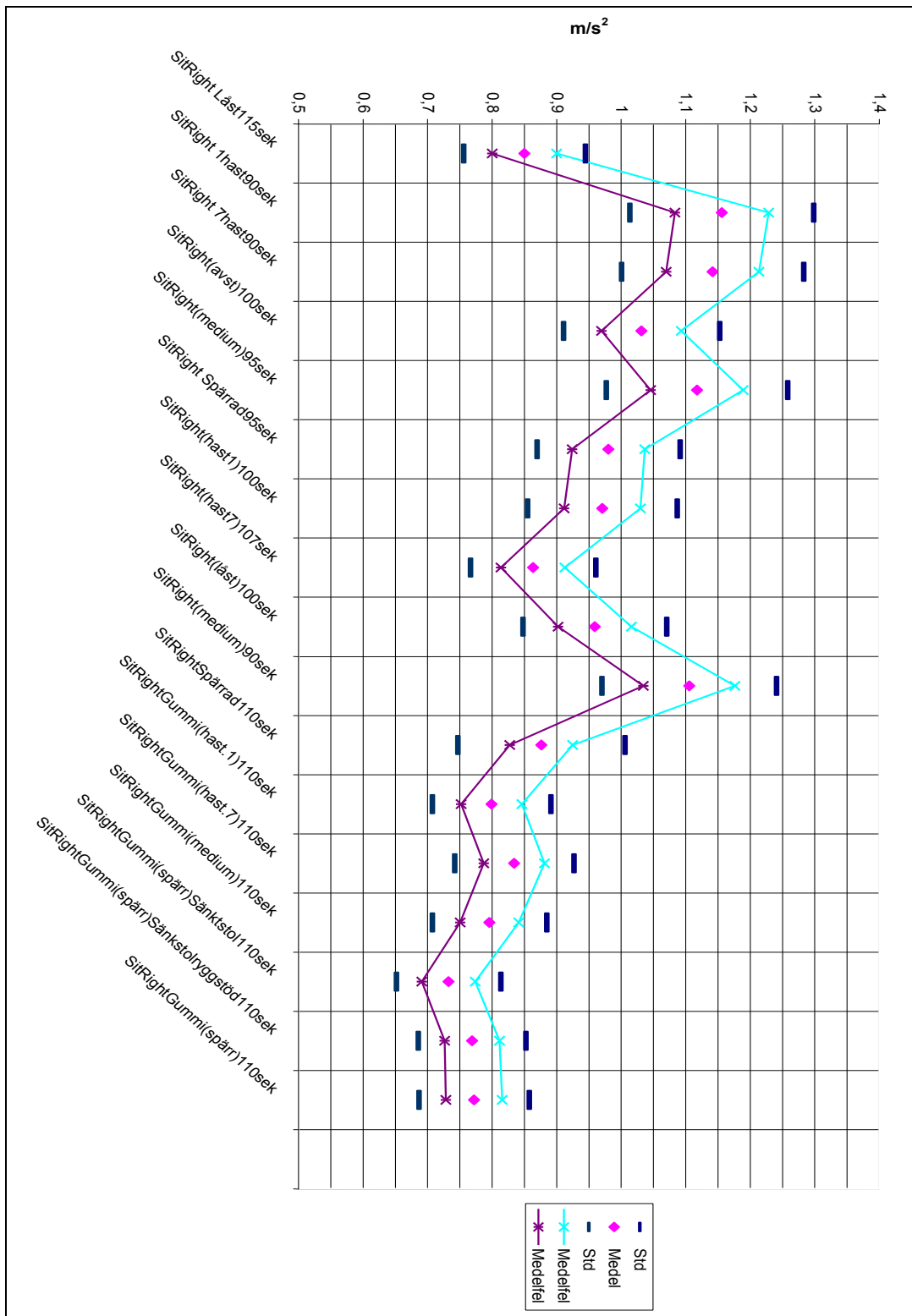
j Baka_hårdstol_2.9-3.1bar_90sek medelvärde ligger ovanför standardavvikelsens övre intervall för **j mjukstol_2.9-3.1bar_90sek**. Vi kan alltså med statistisk säkerhet säga att **j Baka_hårdstol_2.9-3.1bar_90sek** har en högre vibrationsnivå än **j mjukstol_2.9-3.1bar_90sek**. (2.9 [bar] i framhjul och 3.1[bar] i bakhjulen).

k SitRightGummi(hast.1) 110sek medelvärde är betydligt lägre än **k SitRightSpärrad 110 sek** medelvärde, men på grund av den stora spridningen i datamaterialet så blir standardavvikelsens intervall väldigt breda. Då kan inga statistisksäkra slutsatser dras. Där emot kan vi säga att **k SitRightGummi(hast.1) 110 sek** medelvärde ligger under **k SitRightSpärrad 110 sek** medelvärde inom ramen av medelfelen.

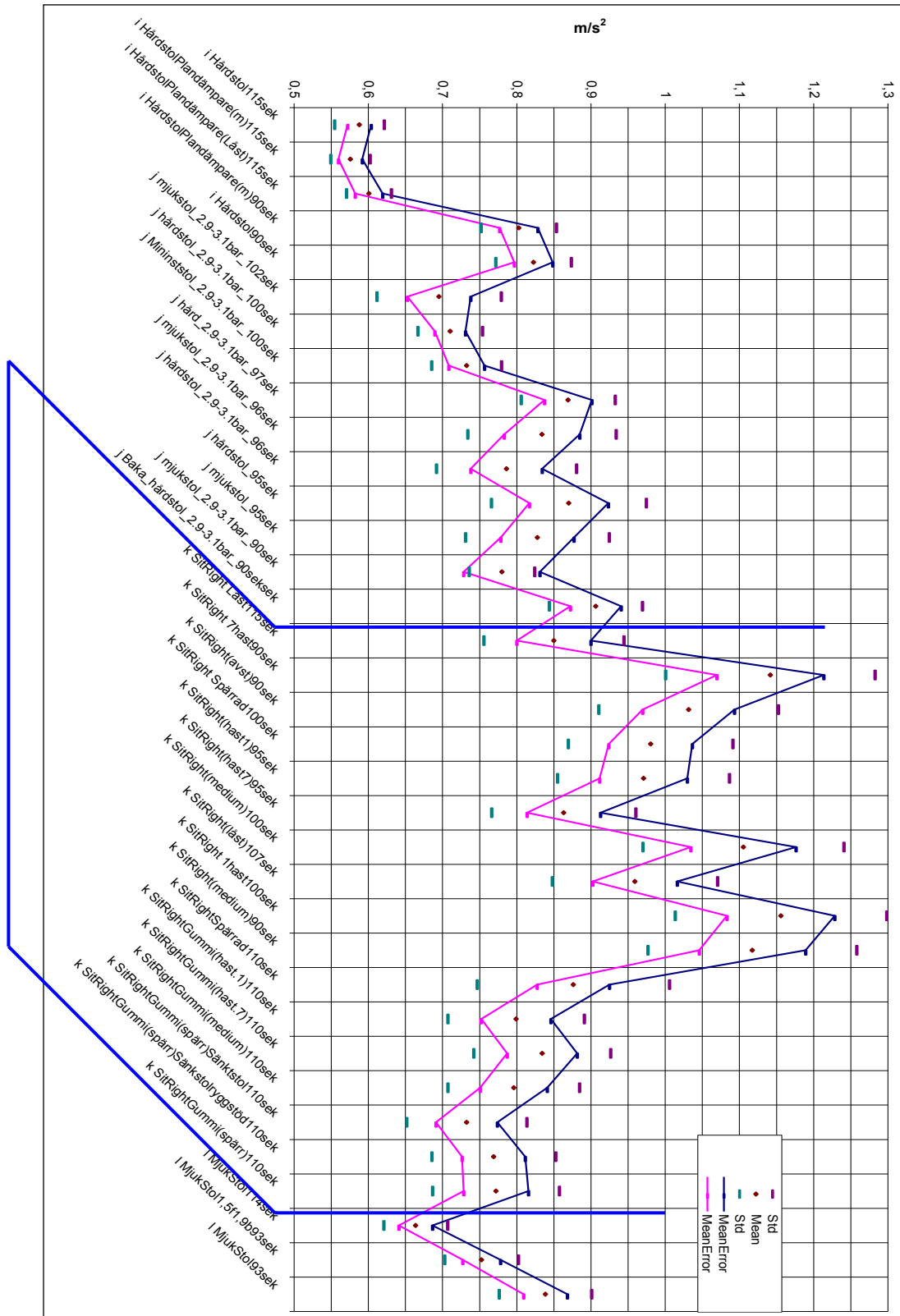
Det skall **observeras** att dessa värden och slutsatser som kan dras av grafen inte skall tolkas för snävt då hastigheten (tiden som vi kör över banan) är den faktor som dominerar starkt. Så lite som 3 sekunder snabbare tid över banan kan ha stor betydelse!

Grafen i bilaga 2 visar medelvärdena, standardavvikelserna och medelfelen för de olika körningarna (inställningarna) som gjordes med er maskin. På x-axeln står inställningarna som gjordes och vilken tid det tog att köra över banan.

Sammanställning av alla körningar och maskiner



SitRight-värdena är inrutat med blått, andra tillverkare finns med som jämförelse.



Nytt Projekt:

”Utformning och optimering av vibrationstest i skogsmaskiner”

Under mars-april 2007 kommer studenter från Sveriges lantbruksuniversitet att involveras i vibrationsprojektet.

Kort projektbeskrivning

Dagens skogsmaskiner har svårt att leva upp till det EU-direktiv som reglerar hur mycket vibrationer föraren av en skogsmaskin får utsättas för under en arbetsdag. För att kunna testa mängden vibrationer på ett överförbart sätt har Skogforsk byggt en hinderbana för skogsmaskiner och är i färd med att ta fram standardförslag på provningsmetod, där metoder och riktlinjer utarbetas för att kunna standardisera mätningar av helkroppsvibrationer. Tanken är att testmetoden skall bli mobil och kunna fungera som standard för maskintillverkare. Det här projektet syftar till att optimera och utarbeta en arbetsbeskrivning av testmetoden, för att resultatet skall bli statistiskt säkerställt och jämförbart med andra resultat. Inom projektet ryms också frågeställningar om t.ex. enkla åtgärder att ändra lufttrycket i förarstolen, vilket leder till förbättrad arbetsmiljö eller hur metoden kan utvecklas för att bli applicerbar inom maskintillverkningsindustrin.

Frågeställningar

Hur många försöksrepetitioner behövs för att ett testresultat skall vara statistiskt säkerställt? Hur kan testmetoden utvecklas för att kunna användas som standard för maskintillverkare? Finns det några enkla åtgärder som kan genomföras för att hålla vibrationerna i förarhytten inom de tillåtna värdena enligt dagens riktlinjer?

Skogforsk har förhoppningar att projektet kommer att leda fram till en testmetod som är statistiskt säkerställd och väl genomarbetad.