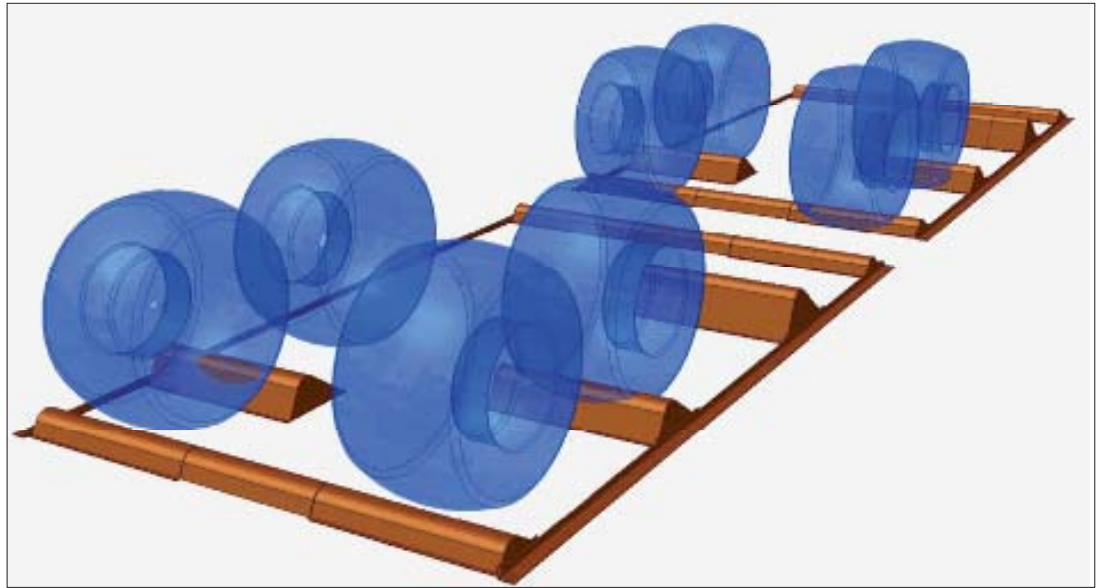


ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 619 2006



Ritning på testbana med två identiskt lika 6 m sektioner med varierande avstånd mellan hindren, en viktig faktor för att undvika egensvängningar vid körning. Illustration från Alf Wincent Hultdins, Burträsk 2005.

Helkroppsvibrationer i en skotare och jordbruks-traktor uppmätta på mobil testbana

– SLUTREDOVISNING AV EN STUDIE FÖRANLEDD AV EU-DIREKTIV 2002/44/EG OCH ARBETS-MILJÖVERKETS FÖRESKRIFT AFS 2005:15 HELKROPPSVIBRATIONER I FORDON

Marie Jonsson, Claes Löfroth & Magnus Thor

Ämnesord: Arbetsmiljö, skogsmaskiner.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, 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.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Bakgrund	2
Syfte.....	3
Genomförande	3
testbana	3
mätningar	5
Resultat	7
Tester på hinderbana.....	7
HealthVib.....	8
Diskussion.....	8
Hur minska vibrationerna?	10
Erkännande	11
Referenser.....	11

Sammanfattning

För att kunna utvärdera hur helkroppsvibrationer påverkas av förändringar i t.ex. maskinkonstruktion eller stol konstruerades en testbana. Banan var 18 m lång och bestod av två lika sektioner med 5 hinder på varje sektion. Banan var byggd att efterlikna en ytstruktur av klass 2.

En Timberjack 1110 (6-hjulig) skotare kördes över banan i en hastighet av ca 30 m/min. En jordbrukstraktor Fendt 309 kördes också över banan med samma hastighet i en del av testet. Acceleration mättes i x-, y- och z-led med en konventionell, kalibrerad mätutrustning Brüel & Kjær med sittplatta som placerades i stolen. Accelerationen frekvensvägdes enligt ISO 2631 (r.m.s.). En prototyp till ny utrustning, HealthVib, provades också. Under körningen med skotare testades två olika typer av stolar, en med mjuk fjädring och en med stummare fjädring.

Den mjukare stolen gav hälften så hög vibrationsnivå som den hårda stolen, vilket visar på potentialen av vibrationsdämpande åtgärder. Det begränsade provet av HealthVib som projektet medgav visade på måtvärden i samma storleksordning som med den konventionella mätutrustningen.

Fortsatt arbete bör inriktas på att utveckla en mätstandard för testbanan med syfte att kunna utvärdera vibrationsdämpande åtgärder. Därutöver, för att kunna förbättra förarens arbetsmiljö, bör hjälpmedel för förändrat körsätt utvecklas och studeras vidare. HealthVib är ett exempel på ett sådant hjälpmedel.

Bakgrund

En maskinoperatörs arbetshälsa kan påverkas av helkroppsvibrationer om de överstiger vissa nivåer. EUs direktiv 2002/44/EG reglerar vibrationsnivån i arbetsmaskiner för bl.a. jord- och skogsbruk. I direktivet anges ett gränsvärde ($1,1 \text{ m/s}^2$), vilket inte får överskridas, och ett insatsvärde ($0,5 \text{ m/s}^2$). Överskrids 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 (RMS) 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 korthet så innebär föreskrifterna att medelvärdet för vibrationsnivån (m/s^2) under en åtta timmars arbetsdag inte i någon riktning (x, y eller z) får överskrida gränsvärdet eller insatsvärdet.

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). De mätningar som gjorts på skogsmaskiner pekar på att man i de flesta fall ligger under, men inte så långt ifrån insatsvärdet. Trots detta bedöms så mycket som 30 % av skotarna ligga över nivån (Burström, pers. komm.). Denna bedöm-

ning grundas dock inte på särskilt stort underlag i form av vibrationsmätningar. Flertalet av skotare som kör i besvärlig terräng (ytstruktur 2-3) överskrider troligen insatsvärdet $0,5 \text{ m/s}^2$ om maskinen körs i hög hastighet

Likasa är mätningarna mycket svåra att standardisera på ett relevant sätt, vilket adresserats i tidigare SLO-anknutna projekt (Spång, 2005). Det är t.ex. idag omöjligt att på ett objektivt (d.v.s. utan att föraren kan påverka) och relevant (med avseende på arbetsinnehåll och terräng) sätt fastställa vilken vibrationsnivå en maskin i ett visst arbete ger upphov till.

Syfte

Det övergripande syftet med projektet var att utgöra en (första) del av en handlingsplan, för att minska vibrationerna i skogs- och jordbruket och därmed tillgodose direktiv 2002/44/EG och Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2005:15.

Det fanns även två delsyften; 1) konstruera och testa en provbana och 2) att testa en ny utrustning för dosimetermätning med direkt visning av den aktuella vibrationsdosen för föraren. Det andra delsyftet tillkom efter att det instrumentet kommit till författarnas kännedom.

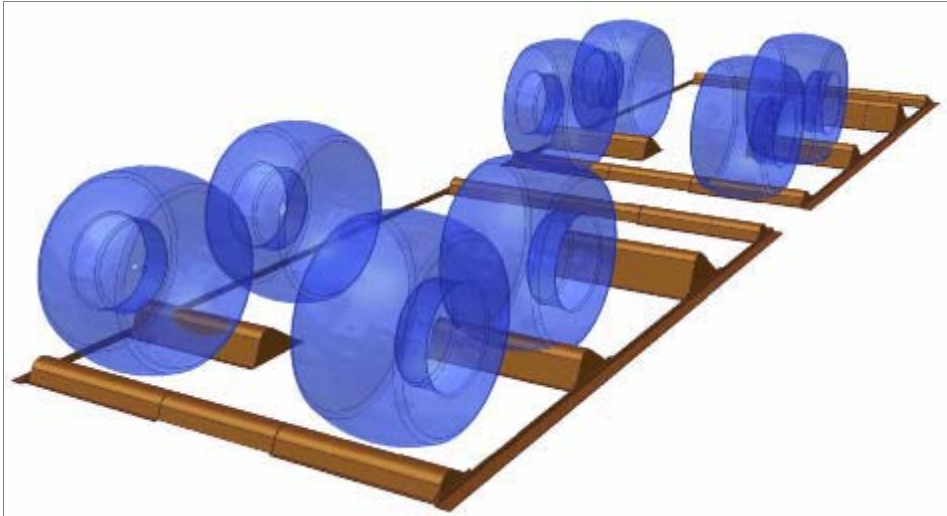
Genomförande

TESTBANA

Med syfte att hitta ett standardiserat sätt att mäta vibrationer konstruerades en hinderbana (figur 1–3). Banan konstruerades och byggdes av Hultdins i Burträsk och bestod av ett antal plåthinder som sammanbundits med plåtbalkar. Längden var 18 m och bestod av två lika sektioner med 5 hinder på varje sektion. Avståndet mellan sektionerna var 6 m. Hinderhöjden var 15, 25 och 35 cm. Banan var byggd att efterlikna en ytstruktur av klass 2.

På denna bana genomfördes jämförande mätningar före och efter enklare vibrationsförbättringar av en skotare. Denna, en Timberjack 1110 (6-hjulig) kördes över banan i en hastighet av ca 30 m/min. Hastigheten valdes i samråd med föraren efter ett antal provkörningar med olika hastighet. Föraren ansåg att det var en realistisk hastighet över hinderbana och motsvarade den hastighet han skulle ha kört i terrängen med liknande hinder. Tidsåtgången för att köra banan var 50–60 sekunder.

En jordbrukstraktor Fendt 309 kördes också över banan i en del av testet, med hastigheten ca 30 m/min.



Figur 1.
Ritning på testbana med två identiskt lika 6 m sektioner med varierande avstånd mellan hindren, en viktig faktor för att undvika egensvängningar vid körning.



Figur 2.
Hinderbanan består av 2 st 6 m-sektioner med 15, 25 och 35 cm höga hinder. Varje sektion har 6 hinder.



Figur 3.

Körning på bana med Timberjack 1110 skotare, hinderhöjd 15 cm, 25 cm och 35 cm hastighet 30 m/min.

MÄTNINGAR

Vibrationerna mättes med Brüel & Kjær vibrationsmätare med sittplatta som placerades i stolen. Acceleration i x-, y- och z-led mättes och registrerades i en bärbar dator. De uppmätta värdena analyserades senare med hjälp av ett data-program från DasyLab till en frekvensvägd acceleration enligt standarden ISO 2631. Medelvärdet räknades ut motsvarande en 8 h arbetsdag. Sammantaget kördes 15 överfarter där vibrationerna uppmättes efter varje passage. Under körningen testades två olika typer av stolar, en med mjuk fjädring och en med stummare fjädring.

Mätutrustningen kalibrerades med Brüel & Kjær calibration Exciter typ 4294 med frekvenssignal på 149,2 Hz och acc på 10m/s^2 . Kalibreringen visade att värdena i x-, y- och z-led låg på exakt 10m/s^2 så mätutrustningen var således väl kalibrerad vid försökstillfället.

Mätningar utfördes också med HealthVib som mäter vibrationer och beräknar vibrationsdosen i enlighet med ISO2631-1 och AFS 2005:15 och visar detta direkt på en display. Det värde som visas är det högsta uppmätta värdet oavsett axel och vilken axel som avses indikeras på displayen med en siffra innan mätvärdet. Dessa mätningar utfördes efter mätningarna med Brüel & Kjær vibrationsmätare, detta eftersom båda utrustningarna skulle placeras på samma ställe i stolen (se figur 4 och 5). Även här kördes banan 15 ggr och efter varje passage avlästes värdet på displayen och på vilken axel värdet beräknats.



Figur 4.
Instrumentet Healthvib monterad i sittplattan placerad på stoldynan.



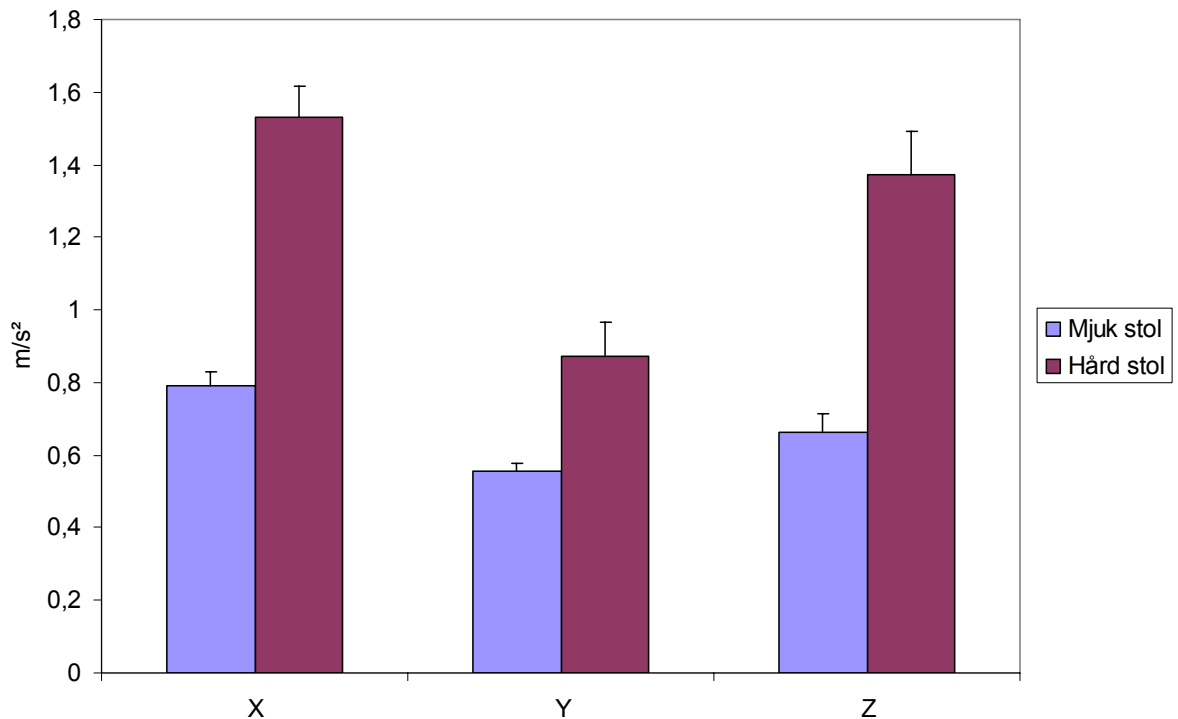
Figur 5.
Värdet avläses direkt från instrumentet.

Resultat

TESTER PÅ HINDERBANA

Mätningarna på banan visade att vibrationerna låg över gränsvärdet, men i majoriteten av överfarterna under insatsvärdet. Den dominerande riktningen var x-led (d.v.s. framåt-bakåt), men även i z-led (upp-ner) överskreds gränsvärdet i vissa fall. Notera dock att körning i terräng endast är ett delmoment i det totala arbetet för en skotare, vibrationsnivån under lastning och lossning är lägre. Värdena låg i samma omfång men var ibland inkonsistenta, vilket tyder på att det är svårt att mäta vibrationsnivån eftersom den påverkas av så många faktorer, men det kan även ha att göra med att banan är för kort och inte "jämvikt" hinner uppnås. Sammantaget uppnåddes dock en tillräckligt låg spridning i mätvärdena för att medge jämförelser mellan stolar.

Stolens inställning och utformning påverkade vibrationsnivån betydligt (figur 5). I riktningen med högsta värdena (x, d.v.s. framåt-bakåt) var skillnaden ca 100 %. Den mjuka stolen gav lägre vibrationsnivå och mindre variation mellan mätningarna än den hårda stolen.



Figur 7. Vibrationsnivå i x-, y- och z-led vid körning i 30 m/min på hinderbanan. Staplarna visar medelfelet.

Skogforsk fortsätter tillsammans med bl.a. Hultdins arbete med att vidareutveckla bana och utvärdering av mätmetoder för vibrationssänkande åtgärder.

HEALTHVIB

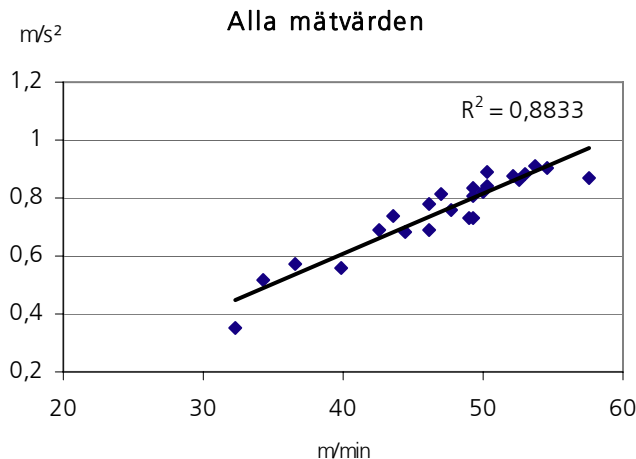
Utvärderingen av utrustningen HealthVib, som visar beräknad hellkroppsvibration direkt på en display, visar att utrustningen är konsistent och de värden den gav låg i samma omfattning som resultaten från Brüel & Kjær vibrationsmätare. På grund av olika mätmetoder och filtrering gav dock inte Healthvib exakt samma värden som mätutrustningen från Brüel & Kjær.

Uppmätt vibration (r.m.s.) i jordbrukstraktorn var $1,43 \text{ m/s}^2$ (1,38-1,48). Dominerande riktning var X-riktningen, vilket pekar på att hastigheten över provbanan var så hög att gränsvärdet överskreds med stor marginal.

Diskussion

Skogsmaskiner kör i mer ostrukturerad och varierad terräng än lantbruksmaskiner. Det är också skogsmaskinerna som visat sig svårast att innefatta i en mätstandard. För närvarande finns mätstandard för jordbruksmaskiner (ISO 5008, second edition 2002-07-01) men inte för skogsmaskiner. På SMP:s hemsida (www.smp.nu) finns utmärkta hjälpmedel för förare att beräkna sin dagliga vibrationsnivå, baserat på en rad mätningar av preciserade arbetsuppgifter under definierade förhållanden (t.ex. Ståhl, 2005). Detta avser dock endast jordbrukstraktorer.

Flertalet av skotare som kör i besvärlig terräng (ytstruktur 2-3) överskrider troligen insatsvärdet $0,5 \text{ m/s}^2$ om maskinen körs i hög hastighet. Figur 6 visar vibrationsnivåer under körning i terräng med skotare och drivare. Vibrationsnivån har ett mycket starkt samband med körhastigheten. Förarens vibrationsdos kan alltså, oavsett maskintyp minskas genom att sänka hastigheten, men med sänkt prestation som följd.



Figur 6.

Uppmätta vibrationer i sidled (y-led) på drivare och skotare under körning i lättare terräng (ytstruktur ≤ 2) (Granlund & Thor, 2005).

Hastighet, terrängförhållanden, maskinkonstruktion, stol, däck och lufttryck i däckerna samt hyttupphängning är några faktorer som påverkar resultatet, vilket gör det omöjligt att beskriva en generell vibrationsnivå för t.ex. skotningsarbete. En standardiserad bana verkar vara en framkomlig väg att testa olika lösningar för att minska vibrationsnivån. Fortfarande finns dock en rad faktorer som påverkar mätresultaten utöver de som nämnts:

- Den exakta placeringen av givarna i maskinen.
- Handhavande av mätutrustningen.
- Utvärderingsmetoder.
- Förarens placering under mätningen.
- Däck.
- 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 $\pm 50\%$), och bör därför noggrant specificeras i en kommande standard eller TSG-rekommendation. I det sammanhanget bör inte uppmätta värden tolkas för snävt i förhållande till Arbetsmiljöverkets föreskrifter och det är viktigt att vibrationsmätningar och utvärdering utförs av expertis.

En provbana kan vara ett sätt att minska problemen med att mäta helkroppsvibrationer. Den provade banan var dock för kort och bör utökas med en sektion för att få ett mer konsistent resultat. Sådant som placering av givare, mättid och hastighet bör även det kanske standardiseras för att få bra mätningar. Ett annat användningsområde för banan är att utvärdera hur förändringar i maskinkonstruktion och stol påverkar vibrationsnivån.

Healthvib kan vara ett utmärkt sätt att ge föraren feedback på hur hans/hennes beteende påverkar vibrationsnivån. På den prototyp som användes i studien var dock givare och display monterad i samma enhet, vilket gör att föraren måste resa sig upp (om instrumentet placeras i stolen) för att se resultatet. Att placera givaren i stolen och en mer intuitiv display på instrumentbrädan skulle lösa denna problematik.

HUR MINSKA VIBRATIONERNA?

Kännedom om vibrationsnivån är en bra början, men det viktiga är att minska nivå och dos på vibrationer som föraren utsätts för. Detta kan åstadkommas på flera sätt:

- **Maskinens konstruktion.** Aktiv dämpning av hela maskinen, t.ex. genom att använda pendelarmar, minskar vibrationerna och gör dessutom att maskinen horisonteras. Horisontering innebär dessutom att produktiviteten kan öka med ca 5 % enligt Skogforsk tidigare studier (Nordén & Granlund, 2003). Dessutom minskar påverkan på marken eftersom vikten fördelas jämnare på alla hjul när marken lutar. Ett annat sätt att åstadkomma horisontering av arbetsplatsen är att ändra hyttupphängningen, men då påverkas inte viktfordelningen på samma positiva sätt.
- **Stolens konstruktion och inställning.** Moderna stolar ger möjlighet till individuell anpassning vilket bör utnyttjas för att minska vibrationerna. Fortfarande återstår dock mycket att utveckla på stolarna, vilket inte minst framgår av de resultat som presenterats här. Utrustning som horisonterar stolen är ytterligare ett sätt att förbättra arbetsställningen för föraren, men är inte tillräckligt för att uppnå minskade körskador.
- **Körsätt.** Genom att passera hinder som större stenar och stubbar i låg fart minskar vibrationsdosen påtagligt utan att medelhastigheten minskar nämnvärt.
- **Mätning och presentation av vibrationsdosen.** En enkel vibrationsmätare är under utveckling (Figur 4). Givaren placeras t.ex. i stolen och en display ger information till föraren om den dagliga vibrationsdosen. Här får föraren möjlighet att förändra sitt beteende med hjälp av information från dosimetern, eller ta en paus i arbetet om insatsnivån överskrider.

En vidareutvecklad testbana, som bör vara längre och verifierad att inte gynna ett särskilt fabrikat av maskin, bedöms vara mycket lämplig att utvärdera förändringar i maskinens konstruktion, däckutrustning, stolar etc. En teknisk förändring som minskar vibrationsnivån gör sannolikt att det är möjligt att köra fortare under givna förhållanden. Detta ökar produktiviteten men minskar inte nödvändigtvis vibrationsnivån. Det är alltså viktigt att även adressera förarens körsätt och beteende. Detta är svårare, men en närmare utvärdering av HealthVib är angelägen eftersom denna utrustning har potential att kunna bli ett integrerat hjälpmedel för en förbättrad arbetsmiljö. Fortsatt FoU bör således drivas i två parallella spår: vidareutveckling av provbana för att kunna utvärdera tekniska förbättringar samt utveckling och tester av Healthvib eller liknande instrument som kan ge omedelbar återkoppling till föraren.

Erkännande

Projektet har finansierats av SLO-fonden och Skogforsks ramprogram. Einar Karlsson, Hultdins, konstruerade provbanan. CVK lånade ut prototyputrustning (HealthVib). Professor Per-Anders Hansson vid Inst. f. biometri och teknik, SLU, ställde upp med plats för testerna och vissa personalresurser. Till samtliga dessa personer och organisationer framförs ett varmt tack.

Referenser

- Anonym. 2005. Arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2005:15 Helkroppsvibrationer i fordon.
- Granlund, P. & Thor, M. 2005. Vibrationsmätningar på drivare och skotare. Skogforsk Arbetsrapport 601.
- Nordén, B. & Granlund, P. 2003. Horisontering av förarstolen ökar skördarens prestation – även i relativt flack terräng. Skogforsk Resultat 1.
- Spång, K. 2005. Influence of artefacts in calculation of whole-body vibration values from results of field measurements. Reference No SLO-858.
- Ståhl, P. Vibrationer – ett arbetsmiljöproblem? Rapport SLO-847, PM 53521/03, SMP, Alnarp.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2005

2005

- Nr 586 Hallonborg, U., Nordén, B. & Lundström, H. 2005. Ponsse Dual Buffalo i slutavverkning. 12 s.
- Nr 587 Löfroth, C., Ekstrand, M & Rådström, L. 2005. Konsekvenser för skogsnäringen av Skatt på väg (SOU 2004:63). 44 s.
- Nr 588 Bergkvist, I. & Nordén, B. Geometrisk röjning i stråk 2005. Maskinstudier av tre maskinkoncept i stråkröjning 15 s.
- Nr 589 Sikström, U. & Pettersson, f. 2005. Föryngring av gran under högskärm – avgångar i skärmen, plantförekomst och planttillväxt. 105 s.
- Nr 590 Wilhelmsson, L. 2005. Characterisation of stem, wood and fiber properties – industrial relevance. 29 s.
- Nr 591 Moberg, L., Hannrup, B. & Norell, L. 2005. Models of stem taper and cross-sectional eccentricity for Norway spruce and Scots pine. 12 s.
- Nr 592 Sonesson, J., Almqvist, C., Ericsson, T., Karlsson, B., Persson, T., Stener, L.-G. & Westin, Johan. 2005. Lägesrapport. 22 s.
- Nr 593 Erikssohn, P. & Oscarsson, M. 2005. Automatisk sortering med engreppsskördare vid slutavverkning. 92 s.
- Nr 594 Egermark, T. 2005. Kranpetsstyrning – En jämförande utvärdering av kranstyrning för skogsmaskiner utförd i simulator. 85 s.
- Nr 595 Ekstrand, M., Löfroth, C. & Andersson G. 2005. Fördjupad analys av utredningen om konsekvenser för skogsnäringen av Skatt på väg (SOU 2004:63). 47 s.
- Nr 596 Ekstrand, M. & Skutin, S.-G. 2005. Processkartläggning av transportledning och transporter – Fallstudie hos Stora Enso, Skogsåkarna, VSV och Sydved. 54 s.
- Nr 597 von Hofsten, H., Lundström, H., Nordén, B. & Thor M. 2005. System för uttag av skogsbränsle – analyser av sju slutavverkningssystem och fyra gallringssystem. 34 s.
- Nr 598 Bergkvist, Isabelle. 2005. Upparbetning av stormskadad skog – Beskrivning och analys av de dominerande maskinsystemen. 15 s.
- Nr 599 Löfgren, B. 2005. Head-up-display i engreppsskördare. 70 s.
- Nr 600 Ekstrand, M. 2005. Inställning av vägvalskomponent i TVE. 40 s.
- Nr 601 Granlund, P. & Thor M. 2005. Vibrationsmätningar på drivare och skotare. 9 s.
- Nr 602 Jonsson, M. 2005. Kartläggning av dubbskador. 29 s.
- Nr 603 Almqvist C., Stener, L.G. & Karlsson, L. 2005. Skogsträdförädlingens databas Fritid – Definitioner, tabellstruktur och manualer. 54 s
- Nr 604 Sondell J. Märkning av timmer för automatisk avläsning vid sågen. 6 s.
- Nr 605 Rosenberg, O. & Högbom L. 2005. Retention av bor efter gödning med Skog-CAN innehållande olika borformuleringar. 12 s.
- Nr 606 Nordén, B., Lundström, H. & Thor M. 2005. Kombimaskin jämfört med tvåmaskinsystem. Tidsstudier av Ponsse Dual, Ponsse Beaver och Ponsse Buffalo hos SCA Skog AB. 10 s.
- Nr 607 Granlund, P., Eliasson, T. & Alzubaidi, H. 2005. CTI – Studieresa den 7 september 2005. 15 s.
- Nr 608 Hofsten, von H. & Sondell J. 2005. Kalibrering av apteringssystem i skördare. 16 s.

2006

- Nr 609 Karlsson, B. & Lönnstedt, L. 2006. Strategiska skogsbruksval – Analys av två alternativ till trakthyggesbruk med gran. 141 s.
- Nr 610 Nordlund, S. Planteringsförsök. – Jämförelse av olika planttyper med avseende på tillväxt och stabilitet efter nio vegetationsperioder. (under arbete)
- Nr 611 Nordlund, S. 2005. Planteringsförsök – En studie av fyra planttyper i olika storlekar med avseende på överlevnad och tillväxt efter sex vegetationsperioder. (under arbete)
- Nr 612 Skutin, S.-G. 2006. Intervjurerunda – Virkesstyrningssystem (under arbete)

- Nr 613 Jonsson, M. 2006. Spårdjupsmätning efter Valmet 890 med boggieband – Magnum och Ecotrack HS. 8 s.
- Nr 614 Sonesson, J., Almqvist, C., Andersson, B., Berlin, M., Ericsson, T., Högberg, K.-A., Jansson, G., Karlsson, B., Persson, T., Rosvall, O., Stener L.-G. & Westin, J. 2006. Lägesrapport 2005-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 20 s.
- Nr 615 Ekstrand, M. 2006. CARABAS – Individual trees. 19 s.
- Nr 616 Bergkvist, I., Nordén, B. & Lundström H. 2006. Besten med två virkeskurirer – studier av prestation och bränsleförbrukning. 17 s.
- Nr 617 Sondell, J. 2006. Operation Gudrun – Vunna erfarenheter och förslag till förbättringar. 39 s.
- Nr 618 Larsson, M. & Nordén, B. 2006. Skogsbränslesystem – State of the art 2006. 16 s.
- Nr 619 Jonsson, M., Löfroth, C. & Thor M. 2006. Helkropps vibrationer i en skotare och jordbrukstraktor uppmätta på mobil testbana – Slutredovisning av En studie föranledd av EU-direktiv 2002/44/EG och arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2005:15 helkropps vibrationer i fordon. 13 s.