



HÖGSKOLAN
DALARNA

Arbetsrapport

Arbetsmiljöfaktorer i skogsenergibranschen

- Fallstudier med fokus på buller,
vibrationer och damm

Ann Hedlund
Ing-Marie Andersson
Rasmus Bjurström
Gunnar Rosén

Nr: 2011: 3

Högskolan Dalarna arbetsrapport nr 2011:3
ISBN 978-91-85941-36-0
ISSN 1653-9362
© Författarna

Arbetsmiljöfaktorer i skogsenergibranschen

- Fallstudier med fokus på buller,
vibrationer och damm

Ann Hedlund
Ing-Marie Andersson
Rasmus Bjurström
Gunnar Rosén

Sammanfattning

Denna rapport är en komplettering till den tidigare rapporten Arbetsmiljö vid hantering av skogsenergi (Hedlund m fl, 2010). Syftet med denna studie är att ytterligare öka kunskapen om förhållanden inom skogsenergiindustrin avseende arbetsmiljö och ergonomiska möjligheter. Mer specifikt var målet att genom fallstudier studera skördning och skotning av stubbar samt mäta exponering av damm, buller och vibrationer vid olika delprocesser.

I denna studie har arbetsmiljöanalyser i form av fallstudier genomförts för processerna skotning av stubbar med skotare, skördning av stubbar med grävmaskin försedd med stubbrytningsaggregat, samt sönderdelning av GROT med skotare och lastbil försedda med sönderdelningsaggregat. Arbetsmiljöanalyserna har fokuserat på buller, vibrationer och damm, därtill har ergonomisk checklista använts för att undersöka de ergonomiska förhållandena. Fallstudierna har genomförts i Dalarna, Närke och Gästrikland, samt i Finland.

Den ekvivalenta ljudnivån i maskinerna varierade mellan 68 och 82 dB(A). I två av åtta fall översteg ljudnivån insatsvärdet. De fall ljudnivån kom upp till eller översteg insatsvärdet var vid skördning av stubbar, 80 dB(A) och i kranhytt på lastbil vid sönderdelning av GROT, 82 dB(A). Uppmätta maximala ljudnivåer visar att inget ekipage översteg insatsvärdet för maximal A-vägd ljudtrycksnivå, 115 dB(A). Mätningarna och uppgifter från förare indikerar att ljudnivån vid sönderdelning ökar vid sönderdelning av större dimensioner.

I två av fyra fall överskreds insatsvärdet för helkroppsvibrationer. Vid sönderdelning av GROT (ett av två ekipage) och vid stubbskördning (ett av två ekipage) överskreds insatsvärdena i x-led. Vid sönderdelning av GROT har genom mätningar med PIMEX identifierats att det främst var kranrörelser som påverkade vibrationsnivåerna. Därtill kan markförhållanden i form av ytstruktur och bärighet, samt hur hårt stubbarna sitter i marken (integrering) påverka vibrationsnivåerna. Vid skördning av stubbar visade mätningar med PIMEX att exponeringstoppar förekom vid skakning av stubbar, vridning av hytt, när skördningsaggregatet används till att skjuta iväg stubbar utmed marken eller till att jämna till marken och vid förflyttning. Resultaten från denna, såväl som tidigare studier, visar att helkroppsvibrationsnivåerna varierar mellan olika maskiner och olika arbetssituationer.

Dammnivåerna i hytterna var låga, men höga och korta exponeringstoppar förekom vid servicearbete på sönderdelningsaggregaten. Trots torr väderlek och sönderdelning av brun GROT med mycket synligt damm utomhus var nivåerna inne i hytterna låga. PIMEX visar att de högsta exponeringstopparna förekom i samband med att föraren gick i och ur maskinen, samt vid byte av knivar i sönderdelningsaggregat. Regelbundna byten av luftfilter, noggrann montering av filter samt hur föraren positionerar maskinen i förhållande till vindriktningen är här av betydelse.

Förarergonomin är relativt god i ordinära skogsmaskiner, medan den är bristfällig i kranhytt på lastbil. Dock förekom hos skotarna en till tre röda markeringar som innebär uppenbar risk för hälsoproblem, sjukdom eller skada. Kranhytten som ingått i studien har sämre ergonomi och klimatförhållanden (totalt sex röda markeringar).

Genom att använda PIMEX har exponeringsnivåer för buller, vibrationer och damm kopplats till aktuella arbetsmoment vilket kan användas som underlag för att minska exponeringen.

Nyckelord:

Arbetsmiljö, ergonomi, skogsenergi, PIMEX, vibrationer, damm, buller

Ann Hedlund

Lektor i Arbetsvetenskap, Högskolan Dalarna
e-post: ahd@du.se

Ing-Marie Andersson

Professor i Arbetsvetenskap, Högskolan Dalarna
e-post: ima@du.se

Rasmus Bjurström

Yrkeshygieniker, Arbetsvetenskap, Högskolan Dalarna
e-post: rbu@du.se

Gunnar Rosén

Professor i Arbetsvetenskap, Högskolan Dalarna
e-post: grs@du.se

Innehållsförteckning

Förord	7
1. Bakgrund	8
2 Syfte	9
3 Material och metoder	9
3.1 Material	9
3.2 Metod	10
4 Insats- och gränsvärde	12
4.1 Buller	12
4.2 Damm	12
4.3 Vibrationer	12
5 Resultat	13
5.1 Skotning stubbar	13
5.2 Sönderdelning av GROT	14
5.3 Skördning stubbar	19
6 Analys och diskussion	23
6.1 Val av fallstudier	23
6.2 Studerade ekipages representativitet	24
6.3 Diskussion av resultat	24
6.4 Slutsatser	26
7 Referenser	26

Förord

I föreliggande rapport redovisas en fördjupad undersökning av arbetsmiljö i skogsenergiindustrin. Undersökningen har genomförts under våren 2011 inom programmet Effektivare skogsbränslesystem (ESS). Vi vill framföra vårt tack till de företag och maskinförare som gjort undersökningen möjlig genom att ställa upp med tid, kunskaper och erfarenheter. Vi vill också tacka Alexis Rydell vid Högskolan Dalarna som medverkat vid fältstudierna. Ett särskilt tack riktas till Esko Rytönen vid Finnish Institute of Occupational Health som medverkat vid och arrangerat fallstudierna i Finland.

Borlänge i augusti 2011

Författarna

1. Bakgrund

Skogsenergiindustrin har under senare år ökat i omfattning och tillkomsten av nya entreprenörer i branschen ökar. Det fyraåriga programmet Effektivare skogsbränslesystem (ESS) som leds av Skogforsk och finansieras av företag och organisationer i skogs-, energi- och transportsektorn samt Skogforsk och Energimyndigheten, är en nationell satsning på forskning och utveckling. Programmets mål är att vidareutveckla skogsbränsleverksamheten genom effektivare produktionssystem och organisationer för skogsbränsleförsörjning. Där ingår tekniker, system och metoder för att sänka produktionskostnader, höja bränslets kvalitet och öka utbudet av skogsbränsle. (Skogforsk, 2010)

Tema Arbetsliv, Högskolan Dalarna, har under programmets senare del varit verksamma inom ESS med fokus på arbetsmiljö och arbetets attraktivitet. Under 2009 genomfördes en översiktlig kartläggning (Lundström, 2009) över de arbetsmiljöproblem som finns vid hantering av skogsbränsle eftersom en överblick över den aktuella arbetsmiljösituationen saknades.

Med grund i kartläggningen startades projektet Arbetsmiljö i skogsenergiindustrin sommaren 2010 (Hedlund m fl, 2010). Projektets syfte var att öka kunskapen om förhållanden inom skogsenergiindustrin avseende arbetsmiljö, ergonomiska möjligheter och arbetets attraktivitet. Arbetsmiljöanalyser i form av fallstudier har genomförts för processer där sortimenten GROT (grenar och toppar), stubbar respektive klenskog bearbetas till flis. De arbetsmoment som ingick var skördning, transport, sönderdelning och kvalitetskontroll. Studien kompletterades med telefonintervjuer om arbetets attraktivitet. (Hedlund m fl, 2010)

De fallstudier som genomförts visar på olika riskområden i arbetsmiljön till exempel buller, damm, vibrationer/stötar, ensamarbete samt risker för halk- och fallolyckor. Arbetsmiljöförhållandena skiljde sig åt mellan olika delprocesser, olika maskintyper, olika väderlek, samt hur gamla maskinerna var. En slutsats från det tidigare projektet var att dammexponeringen var beroende av väder och lagringstid, samt att de mätningar som genomfördes under en fuktig höst inte var representativa för förarens genomsnittliga exponering. Vissa arbetsmoment förekom inte under projektperioden hos de medverkande och kontaktade företagen, och dessa arbetsmoment kunde därför inte studeras. Det innebär att det fanns behov av att ytterligare studera dessa moment under lämplig säsong. (Hedlund m fl, 2010)

För att minska exponeringen av arbetsmiljörisker är det angeläget att identifiera när toppar förekommer samt att förklara orsaker till dem. För många risker, till exempel buller, damm och vibrationer, finns det instrument som gör det möjligt att beskriva exponeringsvariationen med en tidsmässig upplösning på cirka en sekund. När sådana instrument används för exponeringsmätning och kombineras med videofilmning enligt PIMEX-metoden (Rosén m fl, 2005) blir det möjligt att i detalj studera exponeringens variation samt att identifiera orsaker till kortvariga exponeringstoppar.

Ovan beskrivna projekt visar på behov av fortsatt forskning och utveckling för förbättrad arbetsmiljö inom skogsenergiindustrin. Det övergripande målet är att minska sjukfrånvaro beroende på olyckor och skadliga exponeringar i arbetet, samt att förbättra möjligheterna till personalförsörjning genom ökad attraktivitet i aktuella arbeten.

2 Syfte

Syftet med denna studie är att ytterligare öka kunskapen om förhållanden inom skogsenergiindustrin avseende arbetsmiljö och ergonomiska möjligheter. Mer specifikt var målet att genom fallstudier studera skördning av stubbar och sönderdelning. Fokus var mätning av vibrationer och buller, samt damm vid olika delprocesser under torr och varm väderlek.

3 Material och metoder

Fallstudierna har genomförts av Tema Arbetsliv, Högskolan Dalarna. Fältarbetet har utförts av tre forskare med mångårig erfarenhet av forskning och utveckling inom arbetsmiljöområdet, en doktorand i arbetsvetenskap samt en yrkeshygieniker. Vid fallstudierna som inbegripit vibrationsmätningar har en forskare från Finnish Institute of Occupational Health medverkat. Vid varje fallstudie har minst två personer från Tema Arbetsliv deltagit.

3.1 Material

Sammanlagt har åtta fallstudier genomförts. Tre olika kriterier har varit ledande för val av fallstudier utifrån säsongsvariationer. Studier av delprocesser som inte var förekommande under föregående projekt (Hedlund m fl, 2010), studier av vibrationer, samt studier under varm och torr väderlek. Olika mätningar har genomförts i de olika fallstudierna beroende på syfte och förutsättningar.

Studier av vibrationer har genomförts i östra Finland i närheten av Kuopio (17-19 maj). Samarbetspartnern i Finland ombads att leta upp maskiner som arbetade med skördning av stubbar och sönderdelning, samt att basmaskin och/eller utrustning skulle variera. Forskaren kontaktade ett flertal företag och förutom önskade kriterier var också den geografiska närheten under aktuell tidsperiod avgörande för val av objekt för fallstudier.

Övriga fallstudier har genomförts i Dalarna, Närke och Gästrikland. Sammanlagt har ett 20-tal företag kontaktats för att finna fall som överensstämmer med uppsatta kriterier. En förteckning över genomförda fallstudier inkluderande sortiment, delprocess, maskintyp, utrustning och arbetsmiljömätningar redovisas i tabell 1 nedan.

Tabell 1. Genomförda fallstudier med redovisning av sortiment, delprocess, maskintyp, utrustning och arbetsmiljömätningar

Datum	Sortiment	Delprocess	Maskintyp	Märke Årsmodell	Utrustning	PIMEX	Andra mätningar
7 april	Stubb	Skotning	Skotare	Valmet 890.1 2004	Förlängd lastdel med grindar på sidan och bak	Nej	Buller Ergonomisk checklista
17 maj	GROT	Sönderdelning	Lastbil	Volvo FH12	Jenz Hem 560 Kesla 2012T Forester	Vibrationer Buller	
17 maj	GROT	Sönderdelning	Lastbil	SISU 18E630	Heinola Sawmill Machinery Kesla 2010T Forester	Vibrationer Buller	Damm
18 maj	Stubb	Skördning	Grävmaskin	Volvo EC210Cl 2008	Karelia Tech X- Power	Vibrationer Buller	Damm
19 maj	Stubb	Skördning	Grävmaskin	Daewoo 225LCV 2008	Martini	Vibrationer Buller	Damm
7 juni	GROT (grön)	Sönderdelning, Byte av knivar	Skotare	John Deere 1510 E 2009	Bruks 805 ct	Damm	Damm med filter, buller, Ergonomisk checklista
8 juni	GROT (brun)	Sönderdelning	Skotare	John Deere1410 D 2006	Bruks 805 ct	Nej	Damm med filter, buller, Ergonomisk checklista
20 juni	GROT (brun)	Sönderdelning, Byte av knivar	Lastbil	Scania R 620 2006	Bruks 805 ct	Damm	Damm med filter, buller, Ergonomisk checklista

3.2 Metod

För att bedöma arbetsmiljö och ergonomiska möjligheter har olika metoder använts; PIMEX, ergonomisk checklista, bullermätning, dammätning och vibrationsmätning. Därtill har foto tagits som dokumentation och minnesanteckningar förts av samtal med förarna.

3.2.1 PIMEX

PIMEX står för Picture Mix Exposure och innebär att arbetstagaren filmas samtidigt som exponeringar mäts med direktvisande instrument. Förändringar i exponeringen registreras och eventuella variationer i exponeringsnivåer kan kopplas till aktuellt arbetsmoment. Mätresultaten visualiseras i kombination med visning av inspelad video (Rosén m fl., 2005).

PIMEX har i detta projekt använts för mätning av exponeringar av vibrationer, buller och damm. Beskrivning av respektive mätinstrument följer nedan.



Figur 1. Vid PIMEX-studier används dator och videokamera.

3.2.2 Ergonomisk checklist

Ergonomisk checklist för skogsmaskiner (Almqvist m fl., 2007) har använts för att kontrollera maskinernas ergonomi och säkerhet. De olika områden som studeras är på- och avstigning, hytt, sikt, förarstol och armstöd, reglage, manövrering, arbetsställningar, vinsch, buller, vibrationer, hyttklimat, belysning, instruktioner och utbildning, samt underhåll. Inom respektive område bedöms ett antal punkter som markeras som gröna (acceptabla), gula (risk för hälsoproblem eller skada) eller röda (uppenbar risk för hälsoproblem, sjukdom eller skada). En sammanställning av alla områdena ger en översiktlig ergonomisk profil. (Almqvist m fl, 2007)

Vid bedömningen av maskinerna har forskarna tillsammans med respektive förare gått igenom den ergonomiska checklisten. I de fall som punkter inte varit tillämpliga har dessa hoppats över och inte räknats med i den ergonomiska profilen. Till exempel är det ingen maskin som haft vinsch.

3.2.3 Bullermätning

Direktvisande mätning av buller genomfördes med Quest 2700 försedd med 1/2"-mikrofon, inom mätområde 60-120 dB(A), "fast", tillsammans med PIMEX.

Buller mättes också med bullerdosimeter stationärt placerad i hytten i några fall. I april användes en bullerdosimeter Bruel&Kjaer 4436 och för studierna i juni användes en Larson Davis Spark 706. Utvärderingen har, för fallstudierna i juni, gjorts med programvaran Blaze från Larson Davis. Dosimetrarna kalibrerades före och efter mätning.

3.2.4 Dammätning

Direktvisande mätning av damm genomfördes med DustTrak II för mätning av dammpartiklar av storlek 0,1 – 10 µm tillsammans med PIMEX. Mätvärden registrerades varje sekund.

Totaldamm mättes även med filterprovtagning inne i hytten under mätningarna i juni. 25 mm Millipore-filter monterade i kassett har hängts upp i hytten anslutna till en luftpump, SKC AirCheck 2000, inställda på flödet 3,75 l/minut. Filtren har vägts före och efter provtagning vid Analyslaboratoriet, Arbets- och Miljömedicin i Örebro.

3.2.5 Vibrationsmätning

Mätning av helkroppsvibrationer genomfördes med vibrationsmätare Larson Davis HVM 100 och sätesaccelerometer PCB Model 356B41 tillsammans med PIMEX. Vibrationer mättes i riktningarna x-, y- och z-led. X-led är riktning framåt-bakåt, y-led är riktning höger-vänster och z-led är riktningen uppåt-neråt.



Figur 2. Vänstra fotot visar sittaccelerometern och högra fotot vibrationsmätaren som användes vid vibrationsmätningarna.

4 Insats- och gränsvärde

I resultaten nedan redovisas mätnivåer för buller, damm och vibrationer. För att kunna bedöma eventuella risker redovisas insats- och gränsvärden nedan.

Om insatsvärdet nås eller överskrids ställs krav på insatser för att minska exponeringen. Gränsvärde är den nivå som inte får överskridas. (Arbetsmiljöverket, 2005a)

4.1 Buller

Med buller avses icke önskvärt ljud och det innefattar både störande och hörselskadligt ljud. Undre insatsvärdet för ljudtrycksnivån avseende daglig bullerexponeringsnivå ($L_{EX,8h}$) är 80 dB(A), övre insatsvärdet 85 dB(A) och gränsvärdet är 85 dB(A). Insatsvärdena gäller oavsett om hörselskydd används eller ej. Om bullervärdet är lika med eller över undre insatsvärdet ska information och utbildning om riskerna med bullerexponering ges till arbetstagarna. För maximal A-vägd ljudtrycksnivå (L_{pAFmax}) är både övre insatsvärdet och gränsvärdet 115 dB. (Arbetsmiljöverket, 2005a)

4.2 Damm

Hygieniska gränsvärden för luftföroreningar indelas i nivågränsvärde och takgränsvärde. Nivågränsvärde avser exponering under en 8-timmars arbetsdag och takgränsvärde avser exponering under en referensperiod, vanligen 15 minuter. Nivågränsvärdet för inhalerbart träddamm är 2 mg/m^3 . (Arbetsmiljöverket, 2010)

4.3 Vibrationer

Den dagliga vibrationsexponeringen ($A(8)$) avser tidsmedelvärdet för accelerationens effektinnehåll under en åttatimmarsperiod (RMs-värde). Den dagliga vibrationsexponeringen, $A(8)$ för helkroppsvibrationer beräknas som den frekvensvägda accelerationen, A_{max} i den riktning som ger högst värde under en åttatimmarsperiod. Helkroppsvibrationer är vibrationer som överförs till hela kroppen, i denna studie via personens säte. (Arbetsmiljöverket, 2005b)

Hand- och armvibrationer är vibrationer som överförs från utrustning som hålls, styrs eller stöds av hand eller arm.

För helkroppsvibrationer är insatsvärdet $0,5 \text{ m/s}^2$ och gränsvärdet $1,1 \text{ m/s}^2$. Insatsvärdet för hand- och armvibrationer är $2,5 \text{ m/s}^2$ och gränsvärdet $5,0 \text{ m/s}^2$. (Arbetsmiljöverket, 2005b)

5 Resultat

Resultaten för de olika fallstudierna redovisas uppdelat på olika delprocesser och sortiment. En sammanställning av samtliga resultat avseende mätvärden och resultaten från ergonomiska checklistan fördelat per maskin finns i bilagan.

5.1 Skotning stubbar

Skotning av stubbar sker hela året, även på vintern. Skördning av stubbar sker under den delen av året då det inte är snöbelagt. Skotning av stubbar utfördes med en modifierad skotare. Vagnen var förlängd ca 2 m och hade en grind längst bak. Vagnen var också försedd med Load-flex system så den breddas när den används för skotning i skogen jämfört med körning på väg. Fullt lass blir ca 60 m^3 eller ca 10 ton. Vid besöket i början av april var det snösmältning med delvis snö på marken.

En vända i skogen (lastning av stubb, transport till avlägg och lossning) tog ca 45 minuter. Under tiden mättes ekvivalenta ljudnivån i hytten till 73 dB(A) och maximal ljudnivå till 97 dB(A).

Enligt tidigare mätningar av helkroppsvibrationer på skotaren, utförda av SLU (personlig kommunikation med föraren), kan maskinen köras 14 timmar innan gränsvärdet för helkroppsvibrationer uppnås.

Föraren har arbetat med skördare och skotare sen 1979, de senaste 6 åren med att skota stubbar. Han upplever att arbetsmiljön är bra i de nya maskinerna. Vid på- och avstigning finns handtag lämpligt placerade. Sikten bakåt är delvis skyddad av kranstolpen men föraren upplever inte att det är något problem. Föraren upplever de nya joystickerna som sitter på flexibla underarmsstöd som behagliga och han har inte några problem i armar och axlar. De gamla ”kattskallarna” var sämre. Föraren upplever att det är bra luftmiljö i hytten. Sommartid kan det vara mycket damm i luften utomhus men eftersom det sitter s.k. allergifilter i inblåsningen som byts med jämna mellanrum så upplever inte föraren att han besväras av dammet.



Figur 3. Skotning av stubbar.

Det finns också kyla i inblåsningssluffen som innebär att temperaturregleringen är god i hytten. I bilaga 2 syns en röd markering på förarstol som indikerar att det inte finns plats för fötterna under stolen på grund av ett fjädrande underrede som tar plats.

Föraren räknar med att 8-10 % av arbetstiden går åt till enklare service på maskinen, som oljebyte och smörjning av smörjnipllar mm.

5.2 Sönderdelning av GROT

Sammanlagt har fem studier av sönderdelning av GROT genomförts. Två av dessa har varit fokuserade på att mäta vibrationer (studier i Finland) och tre på förhållanden vid varm och torr väderlek (studier i Sverige).

5.2.1 Studier i Finland



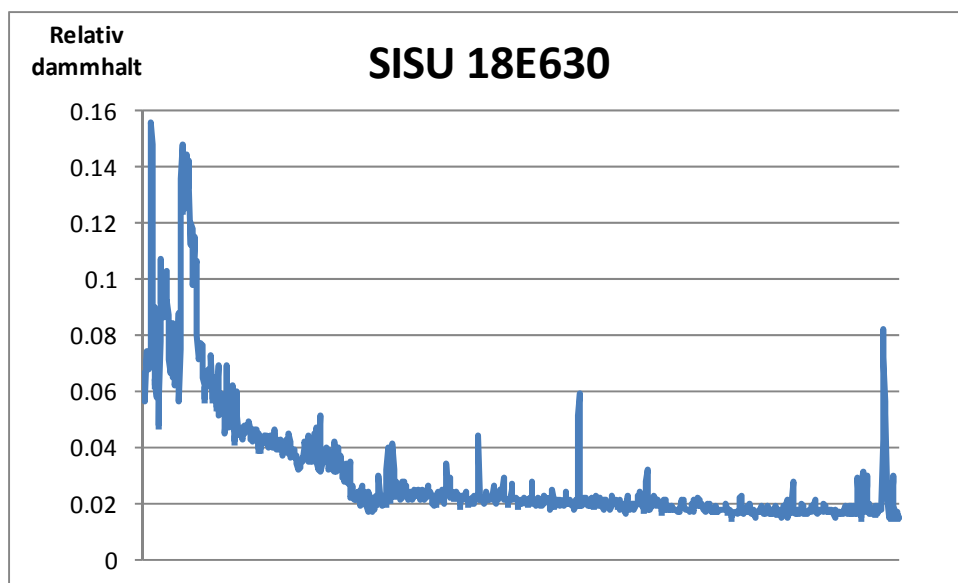
Figur 4. Sönderdelning av GROT med lastbil. Till vänster en Volvo FH12 med hugg Jenz Hem 560 och till höger en SISU 18E630 med hugg Heinola Sawmill Machinery.

Sönderdelningen av GROT genomfördes med hugg monterad på lastbil. I båda fallen bestod GROTen främst av gran, men även inslag av björk förekom. I ett fall användes en Volvo lastbil där föraren vid kran- och matningsarbete satt på en separat stol i ordinarie hytt bakom förar- och passagerarstol. Stolen var riktad rakt bakåt. Olika motorer användes för lastbilen och huggen. I det andra fallet användes en SISU lastbil där stolen, även denna i ordinarie hytt bakom förarstolen, var riktad snett bakåt åt vänster i lastbilens färdriktning.

Föraren av Volvo-lastbilen hade eget företag och ägde lastbilen med huggen. Han hade även en traktor med hugg. Han var lantbrukare och kombinerade det arbetet med sönderdelning av skogsbränsle. Sönderdelning skedde mest på vintern men även några dagar under sommaren. Enligt föraren blir det mer buller och mer vibrationer när det är större delar som sönderdelas. Vid fallstudien var diametern ca 15 cm, och maximalt kan huggen sönderdela träddelar med dimensioner upp till 60 cm diameter. I SISU-lastbilen användes samma motor för lastbil och hugg.

Ljudnivån för Volvon var relativt konstant och pendlade mellan 62-72 dB(A). Medelvärdet var 68 dB(A). Även i SISUn var ljudnivån relativt konstant och pendlade mellan 68-77 dB(A). Medelvärdet var 73 dB(A). För båda ekipagen var ljudnivån som lägst vid körning på tomgång, det vill säga när inget skogsbränsle passerade matarhjulet.

Damm mättes med Dust Trac under 17 minuter för SISUn, se figur 5 nedan. De högre nivåerna i början av mätningen beror på att hyttedörren just stängts och föraren satt sig på plats.

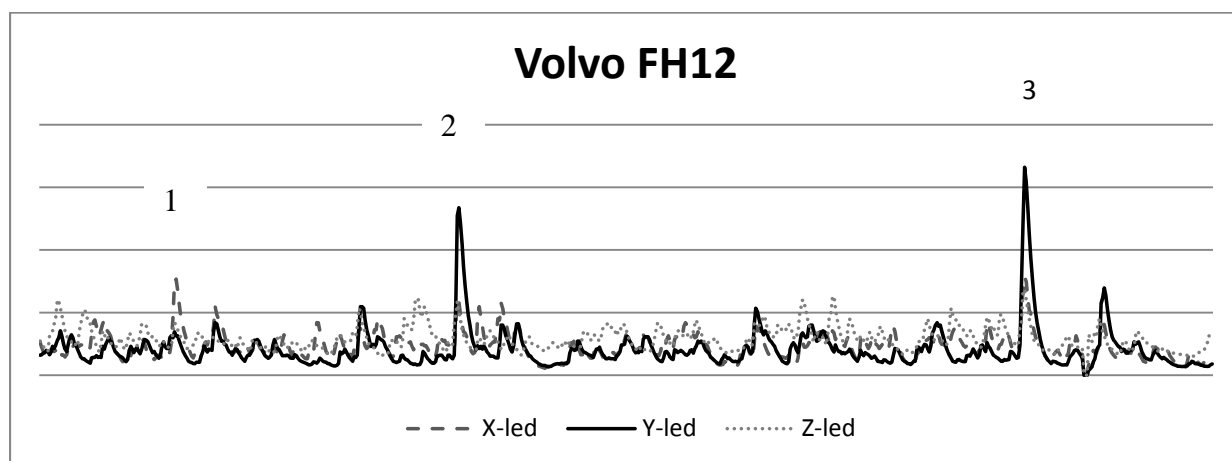


Figur 5. Exempel på toppar av damm som identifierats för SISU 18E630 under 17 minuter. Topparna i början av mätningen härrör från momenten när föraren går in i hytten och sätter sig på plats.

Vibrationsnivåerna för Volvon där mätning pågick under 44 minuter, var 0,21; 0,16 och 0,12 m/s^2 i x-; y- resp z-led.

För SISUn, där mätning pågick under 17 minuter, var motsvarande värden 0,56; 0,19 resp 0,28 m/s^2 .

Vibrationerna hos Volvon varierade högst i x- och y-led, men var relativt konstant i z-led. Vibrationstoppar förekom när föraren med kranen långt utsträckt lyfte tungt skogsbränsle uppåt och när gripnen slog i marken eller i inmatningen till huggen, se figur 6. Vibrationsnivåerna var lägre när föraren drog skogsbränslet mot maskinen från kranens utsträckta läge och lyfte det först när det kommit närmare.

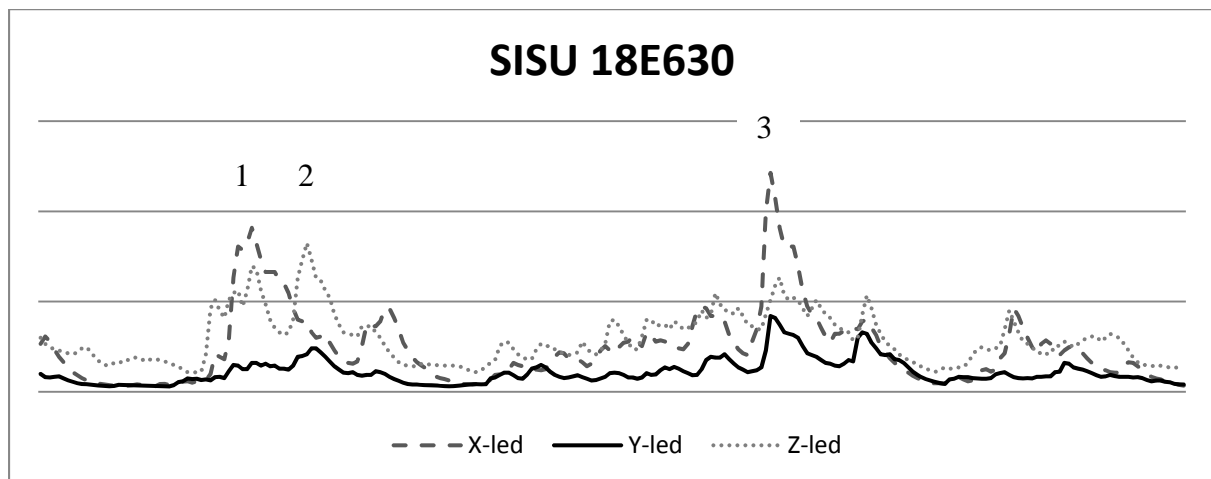


Figur 6. Exempel på toppar av vibrationer som identifierats för Volvo FH12 under 5 minuter. Topp 1, vibration i x-led när gripnen slog i vid inmatning till huggen. Topp 2 och 3, vibration i y-led vid lyft uppåt med utsträckt kran.

Vibrationerna hos SISUn varierade högst i x-led, men stora variationer förekom även i z-led. Variationsmönstren i dessa två riktningar samvarierade. Exponeringstoppar förekom när föraren arbetade med kranen långt utsträckt och när skogsbränslet skulle lyftas fastnat i vältan. Rörelser av kranen vid hantering av tung last resulterade i högre vibrationsnivåer.

Även svängningar i gripen och när gripen slog i marken ledde till ökade vibrationer. Se exempel på exponeringsvariationer i figur 7.

En jämförelse av de olika ekipagen visar att för Volvon var vibrationsnivåerna högre i x- och y-led jämfört med z-led. För SISUn var däremot vibrationerna högst i x-led, medan y- och z-led var relativt likvärdiga. Gemensamt för båda ekipagen var att det var kranrörelserna som främst påverkade vibrationsvariationerna och inte huggarna. Volvon ligger klart under både insatsvärdet ($0,5 \text{ m/s}^2$) och gränsvärdet ($1,1 \text{ m/s}^2$). SISUn med hugg Heinola, ligger över insatsvärdet i x-led men under gränsvärdet.



Figur 7. Exempel på toppar av vibrationer som identifierats för SISU 18E630 under 1,5 minuter. Topp 1 och 3, vibration i x-led när GROTen skulle lyftas fastnat i vältan och kranen var långt utsträckt. Topp 2, vibration i z-led när gripen med GROT slog i inmatningstrumman.

5.2.2 Studier i Sverige

Tre fallstudier har genomförts, två på skotare försedda med flisaggregat och flisbalja (John Deere 1410D och John Deere 1510E) och en studie på en lastbilshugg (Scania R620). Skotarna hade separat motor som drev flisaggregatet. John Deere 1510 hade en extra dämpning av hytten. Lastbilshuggen är en konverterad lastbil där kran, hytt och stödben är av samma typ som används på timmerbilar. Det är även monterat ett flisaggregat som drivs av lastbilsmotorn och en flisbalja.



Figur 8. Sönderdelning av GROT vid torr och varm väderlek.. Bilden till vänster visar sönderdelning av färsk grön GROT med John Deere 1510E och bilden till höger ca 3 år gammal brun GROT med John Deere 1410D.



Figur 9. Sönderdelning av brun GROT, ca 1 år, med lastbilshugg på Scania R620. Föraren sitter i hytten vid flisbaljan när han kör kranen.

Bullernivån i hytten hos de två skotarna med flisaggregat var helt lika. Genomsnittliga bullernivån LAeq var 76 dB(A) och maximala ljudnivån var 98 dB(A). Mätperioderna var 2 och 2,5 timmar. Båda maskinerna var John Deere med samma typ av flisaggregat, den ena från 2006 och den andra från 2009. Lastbilshuggen, som hade en kran och hytt från timmerbil, hade en högre ljudnivå i hytten 82 dB(A) med maximal ljudnivå på 102 dB(A) mätt under sammanlagt 3 timmar. Föraren bar dock hörselskydd under hela arbetet med sönderdelning.

Provtagnings tiden för dammproverna varierade mellan 75 och 168 minuter varför även provtagna luftvolymen på filtren varierat.

Dammhalterna i hytterna under sönderdelning var generellt mycket låga. Medelhalten i hytterna, mätt med filterprovtagning, var <0,16, <0,22 och <0,36 mg/m³ vid de tre mättillfällena. Att medelhalten i samtliga prover redovisas som mindre än beror på att analyslabbet måste ha en viss mängd damm på filtret för att kunna väga ut det. I alla tre fallen var mängden damm mindre än den mängd som fordras för att kunna väga ut filtren, varför labbet angett mängden damm på filtret till detektionsgränsen¹. Utifrån genomförda mätningar kan inga skillnader av förarnas exponering av damm vid sönderdelning identifieras.

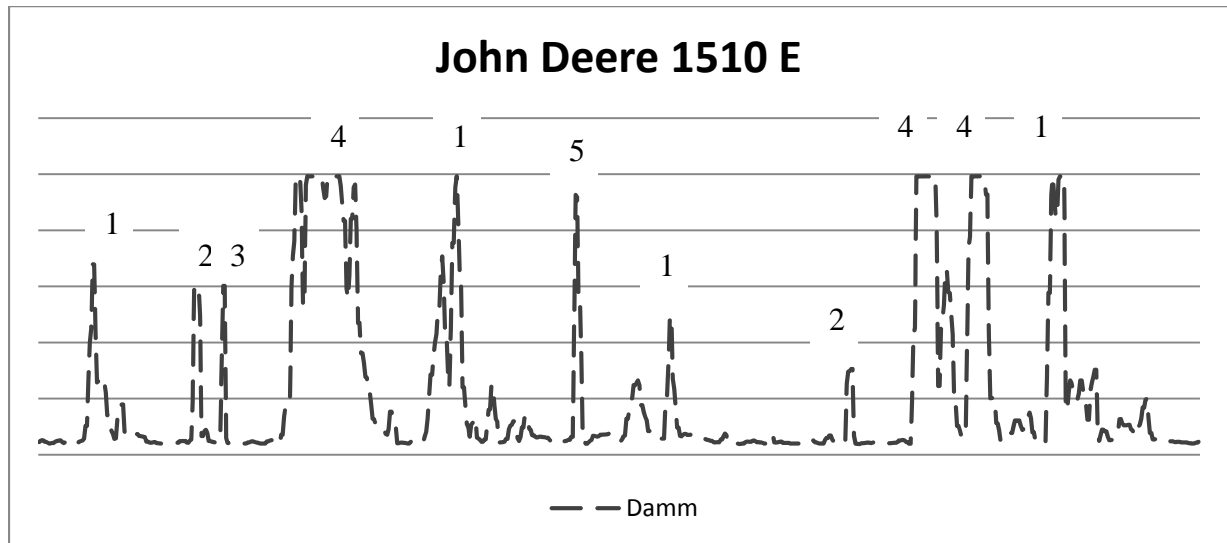
Dammnivån för John Deere 1510E (grön GROT) var vid PIMEX-mätning relativt jämn under sönderdelning inklusive tömning av sönderdelat material från flisbaljan. Nivån steg lite successivt med tiden, men inga större variationer i exponeringen förekom. Medelhalten i hytten under dessa moment var <0,22 mg/m³, mätt med filterprovtagning.

När föraren bytte knivar i huggen, vilket tog ca 5 minuter, ökade dammexponeringen och ett flertal exponeringstoppar identifierades. Topparna inträffade vid användning av tryckluft, användning av tryckluftdriven mutterdragare, borttagning av skräp i knivhållarna, samt när föraren roterade trumman och hade huvudet in under huven, se figur 10. Filterprovtagning har inte utförts under detta moment. Vädret var denna dag soligt och varmt 23°C och vind 1,5-2 m/s.

Dammnivån för John Deere 1410D (brun GROT) mättes endast med filterprovtagning. Trots att det var torrt och soligt den dagen med stora dammoln från arbetet var dammhalterna i hytten låga, <0,16 mg/m³, se bild 8 högra bilden. Föraren hade medvetet ställt skotaren så att vinden blåste från hytten mot flishuggen och flisbaljan för att i möjligaste mån undvika damm runt hytten. Vädret var denna dag soligt och varmt 26°C och vind 0,5-2,5 m/s

¹ Eftersom provtagnings tider och därmed provtagningsvolymen skiljde sig åt är de angivna halterna olika.

Dammnivån för lastbilshuggen Scania R 620 mätt med PIMEX var relativt konstant vid sönderdelning. Dammhalten, mätt med filterprovtagning, var $<0,36 \text{ mg/m}^3$. Liksom för John Deere 1510E förekom höga exponeringar av damm vid byte av knivar i huggen. Byte av knivar på lastbilshuggen utfördes på samma sätt och tog ungefär lika lång tid som för traktorhuggen, ca 5 minuter, då det var samma typ av aggregat på de båda maskinerna. Topparna inträffade på samma vis när föraren blåste rent med tryckluft och vid användning av mutterdragare. Därtill ökade dammexponeringen vid byte mellan blåsmunstycke och mutterdragare på tryckluftsslangen, samt när föraren la ner de utbytta knivarna. Vädret var växlande väder med sol, grått och regnskur. Vinden var svag, ca $0,5 \text{ m/s}$, och temperaturen $+15^\circ\text{C}$.



Figur 10. Kurva som visar relativa dammnivåer under drygt 5 minuter vid byte av knivar på aggregat till John Deere 1510E. Toppar markerade med 1 är vid användning av mutterdragare, 2:or hantering av utbytta knivar, 3:or borttagning av skräp, 4:or blåser rent med tryckluft, och 5:an rotation av trumma.

Vid byte av knivar på huggen använder man en tryckluftsdreven mutterdragare. Mutterdragaren är av större modell och beräknas ge en vibrationsnivå på ca 7 m/s^2 . Enligt vibrationsdatabasen i Umeå ligger slående mutterdragare på $5\text{--}7 \text{ m/s}^2$ (Umeå Universitet, 2011).

Varje kniv är fastsatt med 8 stycken muttrar. Om man beräknar att lossning av varje mutter tar 5 sek och fastdragning av en mutter tar lika lång tid, kommer man att använda mutterdragaren sammanlagt 1,5 minuter för varje kniv. Den sammanlagda exponeringstiden blir då 3 minuter vid byte av de två knivarna. Med en vibrationsexponering på 7 m/s^2 blir den dagliga exponeringen $A(8)=0,6 \text{ m/s}^2$ om man byter knivar 1 gång per dag. Detta är klart under både insatsvärde, $2,5 \text{ m/s}^2$, och gränsvärde, 5 m/s^2 .

Förarna av skotarna (John Deere 1510 och 1410) upplever att arbetsmiljön är bra i maskinerna. Att förarstolarna i båda fallen fått röd markering beror på att föraren inte kan få in fötterna under stolen på grund av att stolsunderredet tar plats. Båda maskinerna är relativt nya (2 respektive 5 år gamla). På den nyare maskinen, 1510, har man satt in extra gasdämpare på hytten så det blir mjukt att köra på landsväg. På den maskinen vrider sig hytten automatiskt efter kranarmen så föraren hela tiden är riktad mot gripklon. Dock har maskinen ytterligare två röda markeringar, en för att avståndet mellan ryggstödet och bakkanten i hytten i huvudhöjd är för litet och en för att nödutgång saknas. Maskinerna har solskyddsgardiner, klimataggregat, filter på tilluften mm. Trots att det dammar kraftigt samt är varmt och soligt upplever förarna klimatet i hytten som bra.

Fläktljudet vid full luftkonditionering kan dock vara besvärande. Manövrering via joysticks och sittställning och inställningsmöjligheter av stolen upplever de bra. Vid byte av knivar är det en elektrisk motor som driver trumman och hydrauliken för att fälla flisutkastaren.

Kranhytten på lastbilshuggen har sämre ergonomi och klimatförhållanden än vad skotarna har. Solskydd saknas i kranhytten men den har både värme och kyla. Vibrationerna i hytten förstärks när man lastar in material i huggen då kran och hytt sitter på samma fundament på bilen och hytten dessutom är upphissad. Det är svårt att ta sig upp och ner ifrån kranhytten (röd markering). Kranhytten är trång (röd markering), men stolen går att ställa in i alla riktningar. Även förarskyddet mot flygande föremål är bristfälligt (röd markering) och möjligheten att rikta belysningen är mycket begränsad (röd markering). Manövrering sker med samma typ av joy-sticks som på övriga maskiner och manöverpanelerna är lätt inställbara. Föraren sitter normalt inte mer än 1 timme åt gången i hytten då han byter till förarhytten på lastbilen när lasset är fullt och han kör iväg. I lastbilen är sittställning, klimat och ergonomi mycket bra.

5.3 Skördning stubbar



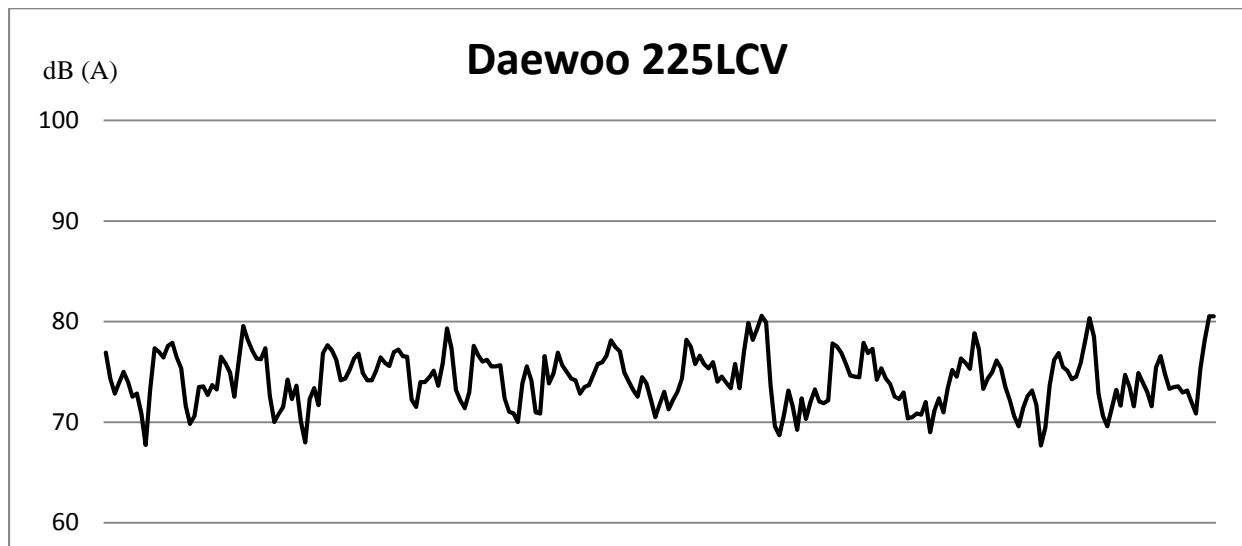
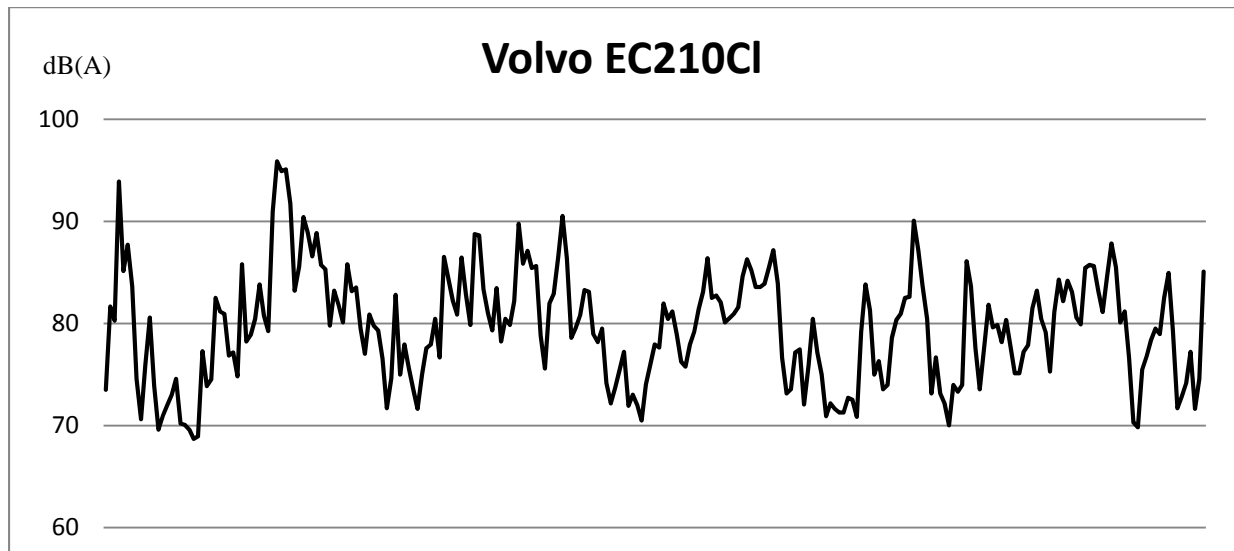
Figur 11. Skördning av stubb med grävmaskin. Till vänster en Volvo EC210LC med skördningsaggregat Karelia Tech X-Power och till höger en Daewoo 225LCV med skördningsaggregat Martini.

Skördning av stubb genomfördes med grävmaskin. I ett fall användes en Volvo grävmaskin med skördningsaggregat Karelia Tech X-Power som var ca 3 år gammalt. Skördningsaggregatet klarar inte ”stora stubbar”, då griptricket inte är tillräckligt stort för att dra upp dessa stubbar. Stubbarna skakas av två knivar med vingor som är placerade mitt emot varandra, för att jord och sten ska trilla bort.

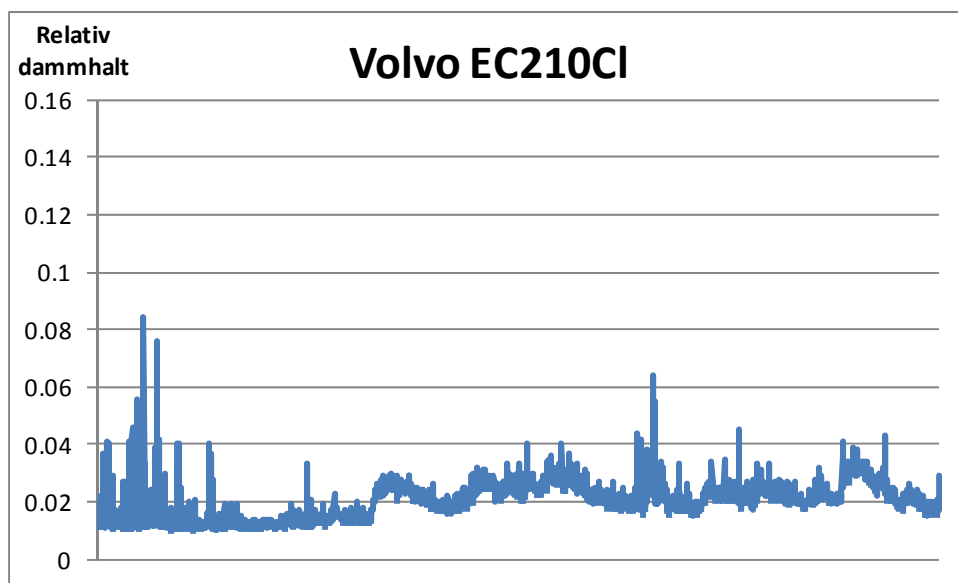
I andra fallet användes en Daewoo grävmaskin med skördningsaggregat Martini. Aggregatet av medium storlek var monterat på grävmaskinen för 3 år sedan och föraren tyckte att det var en perfekt storlek för hans syften. Föraren hade arbetat med denna typ av arbete i 5 år och innan dess hade han arbetat som lastbilsförare. Filtret för luft in till hytten hade bytts på denna grävmaskin förra sommaren och föraren uppgav att filterbyte sker vid behov. Stubbarna var 2 år gamla och kom från vindfällerna av gran. Det innebar att stubbarna redan var lösa och enkla att ta upp. Föraren skrapade av lite jord från rötterna (med aggregatet) innan han tog upp stubben. Sedan delade han stubben i två delar. Därefter släppte han stubben i marken och vände den upp och ned. Sedan tog han upp den och skakade lite. Ibland delades stubbdelarna igen innan de placerades i högar. Marken var mjuk och våt.

Ljudnivån för Volvon varierade mellan 64-97 dB(A). Medelvärdet var 80 dB(A). De högre ljudnivåerna uppstod vid skakning av stubbar och av slammer från gripen. I Daewoon var variationerna mindre och ljudnivån pendlade här mellan 66-83 dB(A). Medelvärdet var 75 dB(A). Se figur 12.

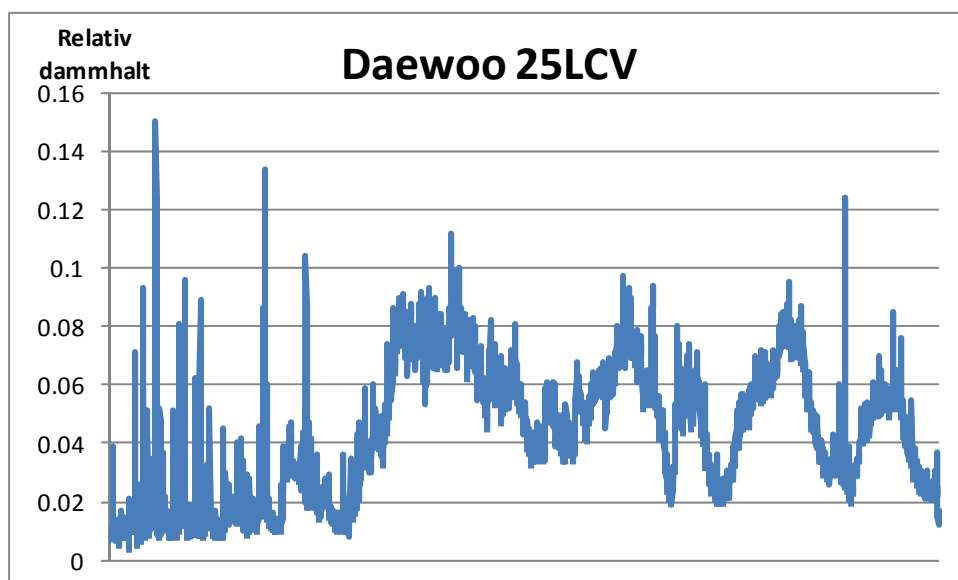
Damm mättes med Dust Trac under 54 minuter i hytten till Volvon och under 60 minuter i hytten till Daewoon. Variationen i dammhalten var större i Daewoon än i Volvon vilket visas i figurerna 13 och 14.



Figur 12. Exempel på ljudnivåer, dB(A), i hytten för Volvo EC210Cl respektive Daewoo 225LCV under drygt 1,5 minut vardera.



Figur 13. Exempel på toppar av damm som identifierats för Volvo EC210CI under 50 minuters mätning.

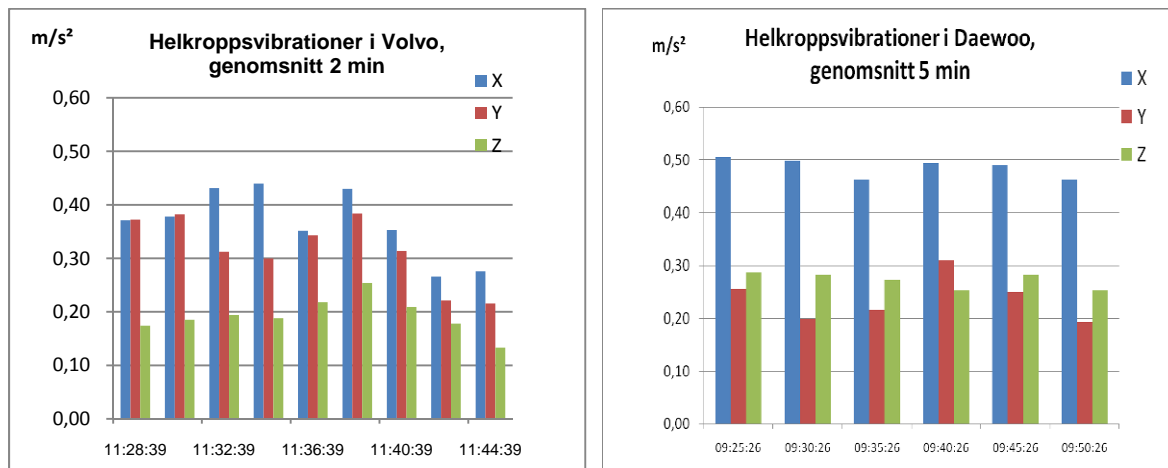


Figur 14. Exempel på toppar av damm som identifierats för Daewoo 25LCV under 60 minuters mätning.

Vibrationsnivåerna för Volvon, där mätning pågick under 42 minuter, var 0,38; 0,28 och 0,18 m/s^2 i x-; y- resp z-led. För Daewoon, där mätning pågick under 74 minuter, var motsvarande värden 0,54; 0,30 resp 0,30 m/s^2 .

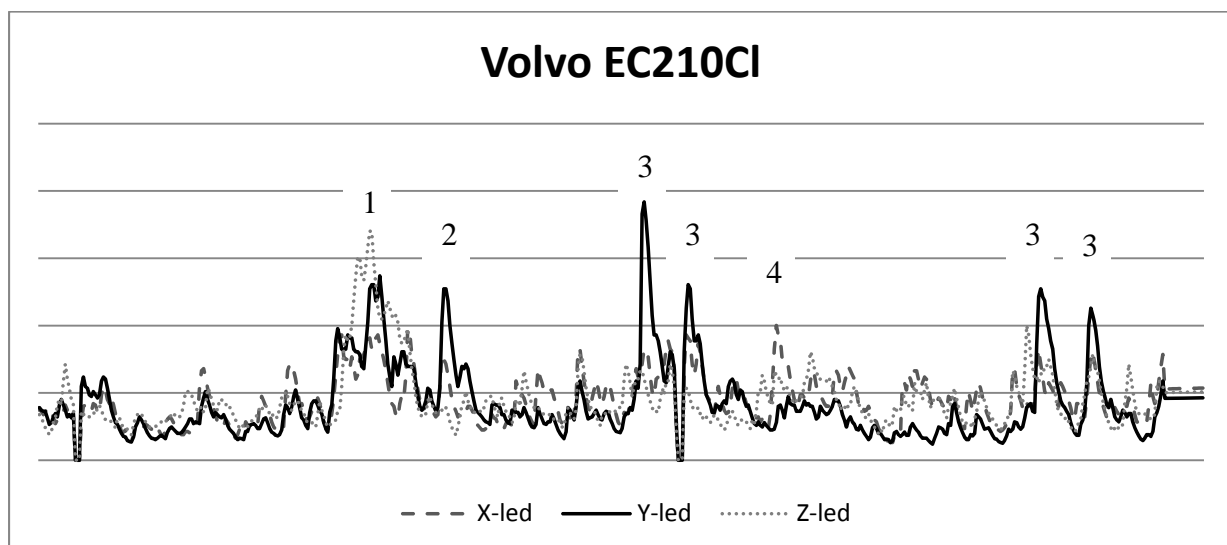
För båda maskinerna är det värdet i x-led (framåt-bakåt) som är högst. Medelvärdena för Volvon, som har ett skördningsaggregat Karelia X-Power, är för respektive riktning lägre än för Daewoon. Exempel från mätperioderna finns i figur 15.

Volvon ligger klart under både insatsvärdet (0,5 m/s^2) och gränsvärdet (1,1 m/s^2). Daewoo med ett skördningsaggregat Martini, ligger över insatsvärdet i x-led men under gränsvärdet.



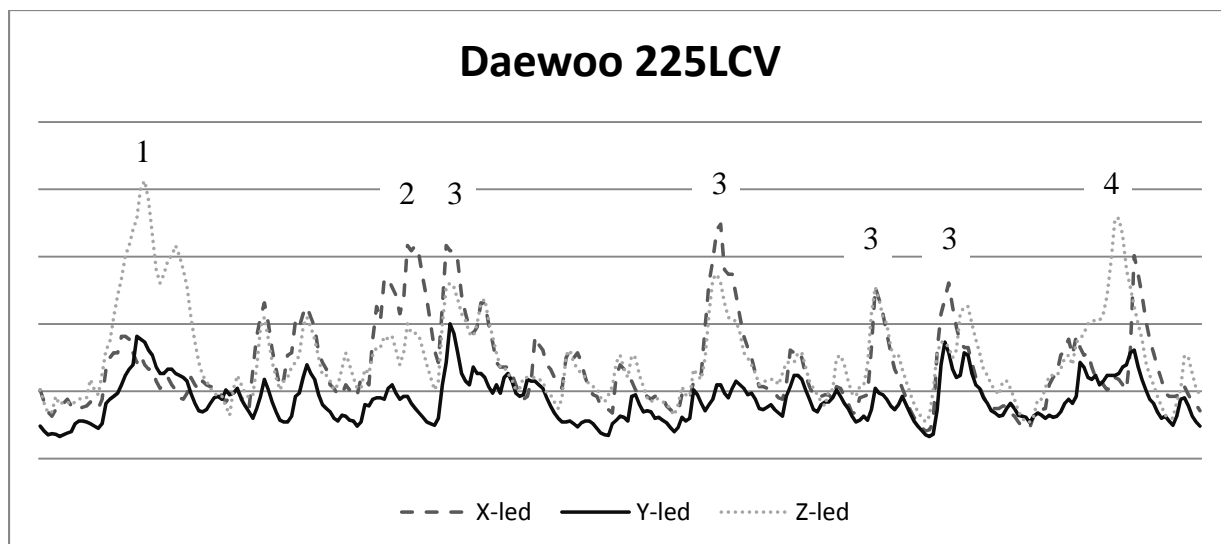
Figur 15: Exempel på vibrationsnivåer i x-, y- och z-led i Volvo och Daewoo. Exemplet är utsnitt på ca 15 minuter under mätningarna. Samplingintervallen är 2 minuter för Volvon och 5 minuter för Daewoo.

Vibrationsnivåerna hos Volvon varierade av olika orsaker i olika led, se figur 16. Toppar i x- och y-led förekom vid vridning av hytten. I z-led var vibrationsnivåerna som högst vid förflyttning av grävmaskinen och den vickade över ojämnheter i/på marken. När kranarmen svängs åt ett håll och sedan svängs tillbaka, uppstod höga nivåer i y-led vid de tillfällen som skördningsaggregatets och kranarmens rörelser inte följdes åt. Det vill säga då skördningsaggregatets pendlingskraft var åt motsatt håll som kranarmens. Höga nivåer uppstod även i x-led vid tillfällen då brytning av stubbar leder till att grävmaskinen lättar från marken med delar av banden. Genomgående gav mjuka rörelser lägre vibrationsnivåer.



Figur 16. Exempel på vibrationstoppar som identifierats för Volvo EC210Cl under knappt 4 minuter. Topp 1 är vid förflyttning, topp 2 är vid lyft av stubbe, toppar markerade med 3 är vid ändring av kranarmens rörelse i ytterläge i sidled, och topp 4 vid skakning av stubbe.

Vibrationsnivåerna hos Daewoon varierade av olika orsaker i olika led, se figur 17. Höga nivåer i x-led förekom vid skakning av stubbar, mindre toppar förekom vid start av förflyttning, när skördningsaggregatet används till att skjuta iväg stubbar utmed marken eller till att jämna till marken. Högst vibrationer i y-led förekom vid skakning av stubbar och vid vridning av hytt. I z-led var vibrationsnivåerna som högst vid förflyttning av grävmaskinen och vid inbromsning i slutet av förflyttning.



Figur 17. Exempel på vibrationstoppar som identifierats för Daewoo 225LCV under 2 minuter. Topp 1, är vid förflyttning, topp 2 är vid lyft av stubbe, toppar markerade med 3 är vid skakning av stubbe och topp 4 vid inbromsning efter förflyttning.

En jämförelse av de olika ekipagen visar att Volvon hade högre vibrationsnivåer i y-led beroende av svängningar i skördningsaggregatet. Att jämföra med Daewoon vars skördningsaggregat var mer fäst i kranen. Daewoon hade högre vibrationsnivåer i x-led vilka främst uppstod när stubbar och stubbdelar skakades. För båda ekipagen ökade vibrationsnivåerna när grävmaskinerna stod instabilt.

Föraren av Volvon sa att han måste gå ut ur maskinen och gå samt sträcka på sin rygg om han sitter i många timmar. Han byter luftfilter till ventilationsanläggningen i hytten en gång i månaden vilket är ett smutsigt arbete som tar 10 minuter.

6 Analys och diskussion

Syftet med studien är att öka kunskapen om förhållanden inom skogsenergibranschen avseende arbetsmiljö och ergonomiska möjligheter. Detta har gjorts genom fallstudier. Nedan diskuteras inledningsvis val av fallstudier och fallstudiernas representativitet. Därefter analyseras och diskuteras resultaten, vilket utgör grund för slutsatser i studien.

6.1 Val av fallstudier

Utifrån tidigare gjorda studier var projektplanen att göra tre till fyra fallstudier avseende arbetsmiljöanalyser vid skotning av stubbar och sönderdelning av stubbar under vinterförhållanden. Endast en fallstudie av skotning av stubbar genomfördes. Anledningen till att inte fler fallstudier genomfördes var att kontaktade företag stoppat verksamheten med skördning av stubbar på grund av diskussioner inom FSC-certifieringen.

”På Sveaskog följer vi den svenska skogsbruksstandarden FSC®. Ett intyg på det är den miljöetiska FSC-certifieringen vi har fått i många år. På så sätt bidrar vi till att främja ett hållbart skogsbruk i världen. FSC är ett frivilligt globalt system och är den enda skogscertifieringen som har ett brett stöd av miljörorelsen.” (Sveaskog, 2011).

Fem till sex fallstudier var planerade för mätning av dammexponering vid olika delprocesser under torr och varm väderlek. Sex fallstudier av damm genomfördes vid sönderdelning av GROT och skördning av stubbar. I samarbete med finländska forskare mättes även vibrationer vid tre av dessa fall, samt vid ytterligare ett fall.

Utfallet av fallstudier skiljer sig därmed mot planerat, vilket berott på skogsenergiindustrins faktiska verksamhet. Det resulterade i större fokus på vibrationer än planerat.

6.2 Studerade ekipages representativitet

Valet av fallstudier har gjorts för att kunna studera specifika delmoment, varav några under specifika väderleksförhållanden. I kontakter med företaget har önskemål om basmaskin angetts, till exempel skotare och lastbil vid sönderdelning, medan märke, årgång och modell har blivit det som funnits tillgängligt. Detta innebär att resultaten representerar de studerade maskinerna. I tidigare analys av arbetsmiljö i skogsenergiindustrin har konstaterats att arbetsmiljöförhållandena varierar mellan olika delprocesser, olika maskintyper, samt beroende på hur gamla maskinerna är (Hedlund m fl, 2010).

6.3 Diskussion av resultat

Nedan jämförs de resultat som framkommit i de olika fallstudierna med varandra och ställs i relation till tidigare forskning.

6.3.1 Buller

De ekvivalenta ljudnivåerna i maskinerna varierade mellan 68 och 82 dB(A). Ljudnivåerna för flertalet av ekipagen indikerar att den dagliga bullerexponeringsnivån inte bör uppgå till insatsvärdet. Ljudnivån vid skördning av stubbar var i ett fall 80 dB(A) (Volvo EC210C) och vid sönderdelning av GROT i kranhytt på timmerbil 82 dB(A) (Scania R620). Dessa två värden är på den nivån att en daglig exponering i nivå eller över insatsvärdet (80dB(A)) kan befaras. Uppmätta maximala ljudnivåer visar att inget ekipage översteg insatsvärdet för maximal A-vägd ljudtrycksnivå, 115 dB(A). De högst uppmätta värdena varierade från 72 dB(A) i lastbilshytt vid sönderdelning till 102 dB(A) i hytt på timmerbil. Mätningarna och uppgifter från förare indikerar att ljudnivån vid sönderdelning ökar vid sönderdelning av större dimensioner.

6.3.2 Vibrationer

Uppmätta nivåer på helkroppsvibrationer visade att ett ekipage (av två) vid sönderdelning av GROT och ett ekipage (av två) vid stubbskördning överskred insatsvärdena i x-led. Tänkbara förklaringar till varför insatsvärdet vid sönderdelning av GROT överskreds i ena fallet men inte det andra kan vara att det var olika ekipage, vältornas egenskaper och förarnas körteknik. I den lastbil som hade höga nivåer i x-led var stolen riktad snett bakåt, medan i den andra lastbilen var stolen riktad rakt bakåt. Genom mätningar med PIMEX identifierades att det främst var kranrörelser som påverkade vibrationsnivåerna. Exponeringstoppar förekom när föraren med kranen långt utsträckt lyfte tungt skogsbränsle uppåt, när gripen slog i marken eller i inmatningen till huggen och när skogsbränslet skulle lyftas fastnat i vältan. Detta indikerar att det finns möjlighet att påverka vibrationsnivåerna genom ändrad krankörningsteknik, till exempel genom att först dra skogsbränslet mot huggen och lyfta först när det kommer närmare lastbilen. Hur lätt det är att gripa och lyfta skogsbränsle ur vältan påverkas till viss del hur skotarföraren som skotat

fram skogsbränslet byggt upp vältan. Tänkbara faktorer som påverkar lastbilens stabilitet och därmed också vibrationsnivåerna är hur långt stödben går ut från lastbilen samt hur stabilt underlaget som lastbilen står på är. Tidigare studie av helkroppsvibrationer i kranhytt under lastning av timmer har visat att insatsvärdet för helkroppsvibrationer överskreds i 94 % av fallen (Sorainen m fl, 2007). Detta indikerar att det är angeläget att studera helkroppsvibrationer vid sönderdelning då föraren sitter i kranhytt.

Även vad gäller skördning av stubbar kan tänkbara förklaringar till varför insatsvärdet överskreds i ena fallet men inte det andra vara olika ekipage det vill säga. basmaskin och skördningsaggregat, samt förarnas körteknik. Därtill kan markförhållanden i form av ytstruktur och bärighet, samt hur hårt stubbarna sitter i marken (integrering) påverka vibrationsnivåerna. Genom mätningar med PIMEX identifierades att exponeringstoppar förekom vid skakning av stubbar, vridning av hytt, när skördningsaggregatet används till att skjuta iväg stubbar utmed marken eller till att jämna till marken, och vid förflyttning.

Studier av skogsmaskiner (skördare, skotare, grävmaskiner och markberedningsmaskiner) har visat att i 11 av 22 fall överskreds gränsvärdet för helkroppsvibrationer $1,1 \text{ m/s}^2$. Kraftigast var rörelserna under 5 Hz i y-led. I grävmaskiner var rörelserna i x-led kraftigast. (Rytkönen m fl, 2004).

Sammanfattningsvis visar resultaten från tidigare studier och föreliggande studie att helkroppsvibrationsnivåerna varierar mellan olika maskiner och arbetssituationer.

6.3.3 Damm

Dammnivåerna i hytterna vid såväl sönderdelning av GROT och skördning av stubb var mycket låga. Även vid torr väderlek och sönderdelning av brun GROT med synligt damm utomhus var nivåerna inne i hytterna låga. De högsta exponeringstopparna förekom i samband med att föraren gick i och ur maskinen. Regelbundna byten av luftfilter, noggrann montering av filter samt hur föraren positionerar maskinen i förhållande till vindriktningen är här av betydelse.

Vid byte av knivar ökade dammnivåerna. Arbetsmoment som genererar toppar är användning av tryckluft, borttagning av skräp, förflyttning av skruvar och vid rotation av trumma. Användning av lämpligt andningsskydd vid dessa moment kan vara aktuellt, särskilt om dammet upplevs som besvärande. I damm från sönderdelning av GROT förekommer också mögel och bakterier, både levande och döda (Surakka m fl, 2004).

Tidigare studier av totaldammhalt vid hantering (lastning och sönderdelning) av brun GROT har visat att nivåerna i kranhytten ligger på $0,6 \text{ mg/m}^3$ och utanför på $1,0 \text{ mg/m}^3$ (Surakka, Glas m fl, 2004). I denna studie har dock dammnivåerna inne i hytten varit mycket låga.

6.3.4 Övriga ergonomiska förhållanden

Skotarna som ingått i denna studie har relativt god ergonomi och är också relativt moderna (2-7 år gamla). Dock hade de en till tre röda markeringar som innebär uppenbar risk för hälsoproblem, sjukdom eller skada. Kranhytten som ingått i studien har sämre ergonomi och klimatförhållanden (totalt sex röda markeringar). Att kranhytter har sämre ergonomi än ordinära skogsmaskiner stämmer överens med de resultat som framkommit i tidigare studier (Hedlund m fl, 2010). Vid fallstudierna i Finland var föraren kvar i förarhytten på lastbilen och satt på en bakåtvänd stol vilket ger en annan komfort. Innebörden är att klimat-, isolerings- och vibrationsdämning är den samma som vid vägtransport.

Den checklista som använts är främst framtagen för skördare och skotare vid rundvirkeshantering vilket innebär att alla punkter i checklistan inte är tillämpbara. Det innebär till exempel att för lastbilskeipage kan en något mindre kranhytt accepteras då material kan förvaras i lastbilshytten.

6.4 Slutsatser

Följande slutsatser kan göras utifrån denna studie:

- I två av åtta fall översteg ljudnivån insatsvärdet.
- I två av fyra fall överskreds insatsvärdet för helkroppsvibrationer.
- Dammnivåerna i hytterna var låga, men höga och korta exponeringstoppar förekom vid servicearbete på sönderdelningsmaskiner.
- Förarergonomin är relativt god i ordinära skogsmaskiner, medan den är bristfällig i kranhytt på lastbil.
- Genom att använda PIMEX kan exponeringsnivåer kopplas till aktuellt arbetsmoment vilket kan användas som underlag för att minska exponeringen.

7 Referenser

- Almqvist, R., S. Gellerstedt, m fl. (2007). *Ergonomisk checklista för skogsmaskiner*, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Arbetsmiljöverket (2005a) *Buller*. AFS 2005:6.
- Arbetsmiljöverket (2005b) *Vibrationer*. AFS 2005:15.
- Arbetsmiljöverket (2010) *Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar*. AFS 2005:17. Ändringar införda t.o.m. den 16 november 2010.
- Hedlund, A, Andersson, I-M, Rosén, G & Rydell, A. (2010) *Arbetsmiljö vid hantering av skogsenergi - En redovisning av fallstudier*. Arbetsrapport Högskolan Dalarna 2010:11, Falun.
- Lundström (2009) *Arbetsmiljörisiker i skogsenergiindustrin – en översiktlig kartläggning*.
- Rosén G, Andersson I-M, Walsh P T, Clark R D R, Säämänen A, Heinonen K, Riipinen H and Pääkkönen R (2005). A review of video exposure monitoring as an occupational hygiene tool. *Ann. occup. Hyg.*, Vol. 49, No. 3.
- Rytkönen E, Sorainen E, Vähäniikkilä A och Pasanen T (2004) *Vibration of forest machines*, NSR Conference on Forest Operations 2004.
- Skogforsk (2010) *Skogen – en växande energikälla. Sammanfattande rapport från Effektivera Skogsbränslesystem 2007-2010*. Red Thorsén och Björheden.
- Sorainen E, Oksanen M, Vähäniikkilä A och Rytkönen E (2007) *Exposure of timber truck drivers to whole-body vibration and noise*. ICSV14, Cairns, Australia. 9-12 Juli.
- Surakka J, Glas V, Åberg P och Karlsson R (2004) *Exponering för mögeldamm vid GROT-hantering*. Rapport 2004:6, Arbetsmiljöverket.
- Sveaskog (2011) *FC i naturvårdsarbetet* [online] Tillgänglig: 110826: <http://www.sveaskog.se/Skogsbruk-och-miljo/Naturvard/FSC/>
- Umeå universitet (2011) *Databaser för vibrerande maskiner* [online] Tillgänglig: 110826: <http://www.vibration.db.umu.se/>

Sammanställning av mätresultat

Datum	Delprocess	Märke	Vibrationer x-, y- och z-led, m/s ²	Buller, dB(A) ekvivalent	Buller, dB(A) max	Totaldam, mg/m ³
7 april	Skotning stubb	Valmet 890.1	-	73	97	-
17 maj	Sönderdelning GROT	Volvo FH 12	0,21; 0,16; 0,12	68	72	-
17 maj	Sönderdelning GROT	SISU 18E630	0,56; 0,19; 0,28	73	77	-
18 maj	Skördning stubb	Volvo EC210CI	0,38; 0,28; 0,18	80	97	-
19 maj	Skördning stubb	Daewoo 225LCV	0,54; 0,30; 0,30	75	83	-
7 juni	Sönderdelning GROT	John Deere 1510	-	76	98	<0,16
8 juni	Sönderdelning GROT	John Deere 1410	-	76	98	<0,22
20 juni	Sönderdelning GROT	Scania R620	-	82	102	<0,36

Sammanställning av Ergonomisk checklista för skogsmaskiner

	2011-04-07 Skotare Valmet 890.1			2011-06-07 Skotare John Deere 1510E			2011-06-08 Skotare John Deere 1410 D			2011-06-20 Lastbilshugg Scania R620		
AVSNITT	GRÖN	GUL	RÖD	GRÖN	GUL	RÖD	GRÖN	GUL	RÖD	GRÖN	GUL	RÖD
På- och avstigning	4	2	-	3	2	1	5	1	-	1	3	1
Hytt	3	-	-	1	-	1	2	1	-	1	-	2
Sikt	1	3	-	4	-	-	3	1	-	3	-	-
Förarstol	8	-	1	8	-	1	7	1	1	5	4	-
Reglage	5	-	-	6	-	-	5	-	-	5	-	-
Manövrering	6	-	-	7	-	-	7	-	-	4	2	-
Arbetsställningar	3	-	-	4	-	-	1	2	-	1	1	-
Vinsch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buller	1	1	-	1	1	-	2	-	-	-	-	2
Vibrationer	4	1	-	5	-	-	3	2	-	3	-	-
Hyttklimat	5	1	-	5	1	-	5	1	-	1	4	-
Belysning	5	-	-	5	-	-	4	1	-	2	2	1
Instruktioner och utbildning	4	-	-	4	-	-	4	-	-	4	-	-
Underhåll	5	2	-	4	3	-	3	4	-	5	2	-
TOTALT	54	10	1	57	7	3	51	14	1	35	18	6



**HÖGSKOLAN
DALARNA**

Högskolan Dalarna, 791 88 Falun. Telefon 023-778000. www.du.se