

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 712 2010



Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön?

Petrus Jönsson

Ämnesord: Arbetsmiljö, gränsvärde, helkroppsvibrationer, hydraulisk dämpning, insatsvärde.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

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

Bakgrund.....	2
Syfte	2
Genomförande.....	2
Mätmetod.....	3
Mätutrustning och givare.....	3
Vibrationsmätningar på testbana.....	5
Vibrationsmätning i verklig terräng.....	5
Resultat.....	6
Testbana	6
maskinvibrationer	7
Terrängbanan	8
Diskussion.....	9
Bilaga 1 Frekvensanalyser på vibrationsbana (5 körningar) och Terrängbanan	11

Bakgrund

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 ett insatsvärde ($0,5 \text{ m/s}^2$) vid vilket åtgärder måste sättas in. 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.

Flertalet jordbruks- och skogsbruksmaskiner som kör i besvärlig terräng (ytstruktur 2–3) överskrider insatsvärdet, speciellt om maskinen körs i hög hastighet.

Tidigare projekt om helkroppsvibrationer har visat på stor potential att minska vibrationerna för maskinförare med hjälp av hydrauliskt dämpad hytt (Löfgren m.fl., 1995). Tekniken har dock inte slagit igenom i kommersiellt utförande förrän nyligen, då Rottnes nya skotare F18 lanserats. Den är utrustad med en hydrauliskt fjädrad och dämpad hyttupphängning. Studier i laboratoriemiljö pekar på betydande förbättringsmöjligheter. Förbättringarna kan dels bidra till lägre belastningar på kroppen men också till högre produktion. Ytterligare studier av detta koncept är angelägna. Utvärderingen av de två hyttupphängningarna, konventionell gummibussning och hydraulisk, har finansierades med medel från SLO-fonden och Skogforsks ramprogram.

Syfte

Syftet med projektet var att utvärdera vinsterna med en hydrauliskt dämpad hytt sett ur arbetsmiljöperspektiv. Vibrationsnivån skulle mätas på standardiserad bana och i terräng.

Genomförande

Arbetet genomfördes i två steg:

1. **Vibrationsmätningar på testbana.** Skotaren kördes, med den hydrauliska fjädringen monterad och sedan som referens med de konventionella gummibussningarna, på en standardiserad testbana som utvecklats i tidigare SLO-projekt (SLO-926). Vibrationerna mättes med Healthvib dosmätare för helkroppsvibrationer. För att mäta maskinens vibrationer används en treaxlig accelerationsmätare.
2. **Vibrationsmätning i verklig terräng.** Mätningarna i verklig terräng utfördes på en körslänga i terrängen med ytstruktur och lutning av klass 2, d.v.s. liknande som på testbanan. För att mäta maskinens vibrationer används en treaxlig accelerationsmätare.

MÄTMETOD

Mätmetod samt analyser gjorda i rapporten följer standarden ISO 2631 (-1 och -4). Vägning av uppmätt vibration gjordes enligt ISO 8041. I studien gjordes ett tillägg till standarderna i form av att mätningar på hyttgolvet.

MÄTUTRUSTNING OCH GIVARE

För datainsamling användes:

- Getac V100 mät dator.
- DasyLab 9.0.1. Samplingshastighet 500Hz (ca 5 gånger högre än mätområdets frekvensspektrum).
- Measurement Computing 2527-USB datainsamlingskort 16-bit/1mHz DAQ, 16 SE.
- HealthVib med signalkonditionering och VibIndicator som datalogger.
- Endevco 7562-HS vibrationsgivare.
- Dataforth signalkonditioneringsbrygga och moduler.

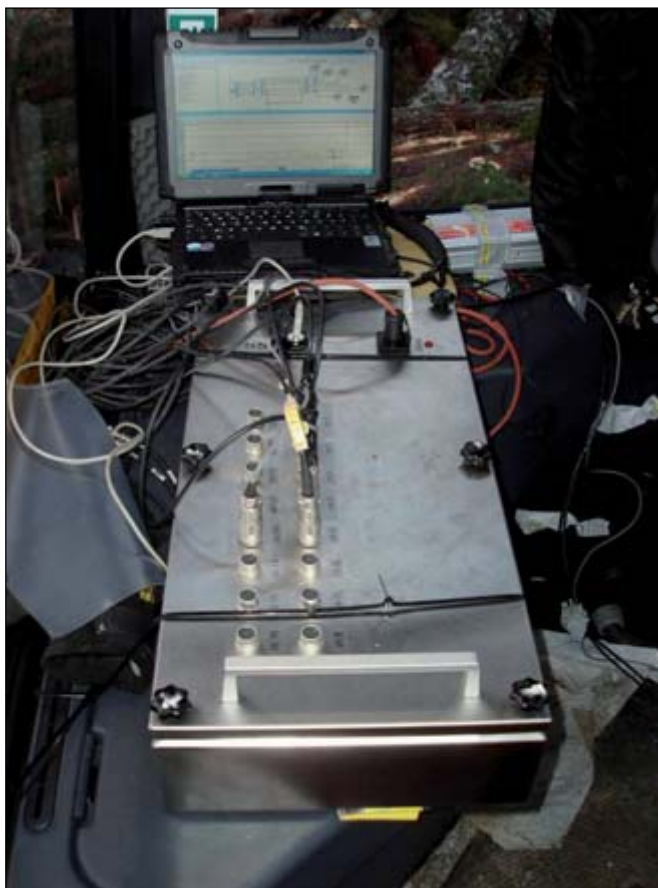
Accelerometrarna placerades dels i stolen och dels på hyttgolvet, se figur 1 och figur 2. I figur 3 visas mätutrustningens placering.



Figur 1.
Tre stycken accelerometrar av märket Endevco 7562-HS i hyttgolvet.



Figur 2.
Accelerometrar av märket HealthVib i förarstolen. Sittplatta med signalkonditionering. Datainsamling med VibIndicator.



Figur 3.
Mätutrustningen i hytten.

VIBRATIONSMÄTNINGAR PÅ TESTBANA

För att kunna säkerställa en tillförlitlig jämförelse mellan den nya hydrauliska upphängningen av hytten (se figur 4) mot den konventionella (se figur 5) med gummibussningar utfördes de jämförande mätningarna på en standardiserad testbana.



Figur 4.
Hydraulisk avfjädring.



Figur 5.
Gummibussning.

VIBRATIONSMÄTNING I VERKLIG TERRÄNG

Mätningarna på terräng banan utfördes på de två konfigurationerna, ”hydrauliskt avfjädrad hytt” och ”gummiupphängd hytt”. Tiden/hastigheten för att köra runt terrängbanan varierade en hel del då föraren inte kände av stötarna och vibrationerna lika mycket med den hydrauliskt avfjädrade hytten. Erfarna förare ”känner av” genom vibrationsdosen som de utsätts för, vilken hastighet som är lämplig i den aktuella terrängen.

Resultat

Varje konfiguration av hyttupphägningen kördes fem gånger över banan med en hastighet av cirka 0,5 m/s. Varje körning redovisas i tabell 1 nedan. De högsta accelerationsnivåerna uppmättes i frekvensområdet upp till ca 5 Hz (se bilaga).

TESTBANA

Vibrationsmätning av helkroppsvibrationer på testbanan gjordes med sittplatta i förarstolen. Effektivvärdena i tabell 1 och 2 är viktade enligt ISO2631-1 d.v.s. accelerationerna i längsled och sidled (x & y) är viktad med en faktor $k = 1.4$.

Tabell 1.
Vibrationsmätning av helkroppsvibrationer på testbanan.

Körning	Tid (sek)	Effektivvärdet(m/s ²)		
		X	Y	Z
Gummibussning				
1	92	0,65	1,22	0,81
2	92	0,64	1,22	0,83
3	91	0,63	1,17	0,81
4	90	0,62	1,20	0,86
5	92	0,62	1,18	0,79
Medel	91,4	0,63	1,20	0,82
Hydrauliskt dämpad				
6	92	0,48	1,07	0,42
7	93	0,48	1,07	0,43
8	92	0,46	1,11	0,41
9	90	0,48	1,08	0,43
10	93	0,52	1,05	0,42
Medel	92	0,48	1,08	0,42

Den procentuella minskningen av vibrationsnivån till följd av hydraulisk dämpning var 10–49 % om medelvärdena jämförs (tabell 2).

Tabell 2.
Procentuell minskning av vibrationsnivån med hydraulisk dämpning

	Tid (%)	Effektivvärdet (%)		
		X	Y	Z
Minskning av vibrationsnivån	0,65	24	10	49

MASKINVIBRATIONER

Även på hyttgolvet uppmättes lägre vibrationer i den hydrauliskt dämpade hytten (tabell 3).

Tabell 3.
Uppmätt vibration i hyttgolvet.

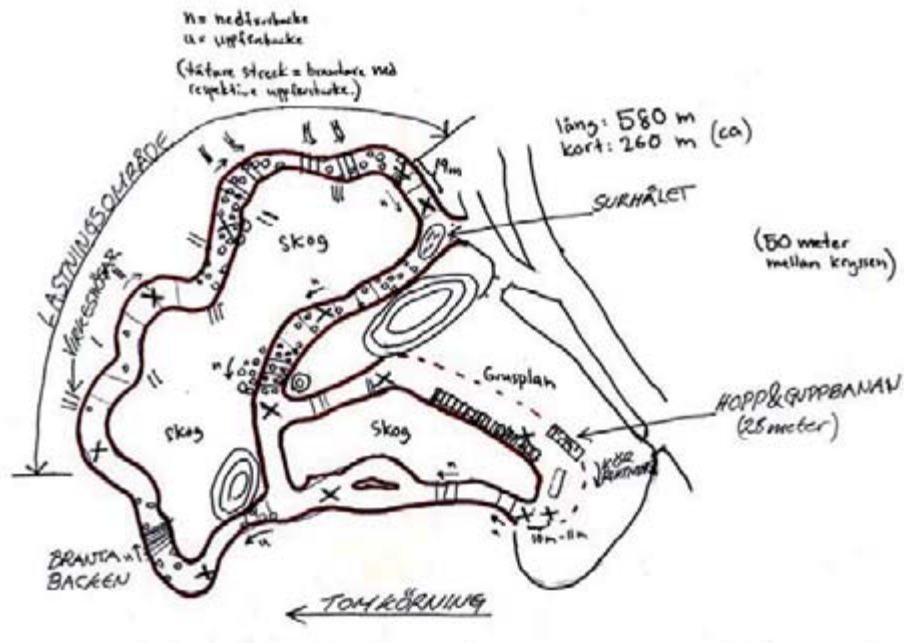
Körning	Tid (sek)	Effektivvärdet(m/s ²)		
		X	Y	Z
Gummibussning				
1	102	0,36	0,45	0,32
2	108	0,31	0,39	0,26
3	102	0,36	0,46	0,34
4	112	0,31	0,37	0,26
5	112	0,30	0,37	0,25
Medel	107	0,33	0,41	0,29
Hydrauliskt dämpad				
6	88	0,22	0,25	0,12
7	122	0,23	0,28	0,13
8	115	0,25	0,28	0,13
9	118	0,24	0,28	0,13
10	117	0,26	0,30	0,13
Medel	112	0,24	0,28	0,13

Tabell 4.
Procentuell minskning av vibrationsnivån mellan hydrauliskt och traditionellt upphängd hytt.

	Tid (%)	Effektivvärdet (%)		
		X	Y	Z
Minskning av vibrationsnivån	5	27	32	55

TERRÄNGBANAN

Mätningarna på terrängbanan, se figur 4, utfördes genom att köra en slinga på 250 meter. Terrängen har en ytstruktur och lutning motsvarande klass 2.



Figur 5.
Skiss över terrängbanan som användes vid mätningar i verklig terräng.

Tabell 6.
Uppmätt vibration samt procentuell minskning av vibrationsnivån mellan hydrauliskt dämpad och traditionellt upphängd hytt. Körning på terrängbana och mätningar på hyttgolvet.

	Tid (%)	Effektivvärdet (%)		
		X	Y	Z
Gummibussning	505	0,23	0,30	0,17
Hydrauliskt avfjädrad	324	0,20	0,23	0,10
Minskning av vibrationsnivån	36	13	23	41

Diskussion

Den av Rottne presenterade hyttupphängningen innebär en tydlig minskning av vibrationsnivån för föraren i skotare. Beroende på mätriktning och testmetod var den uppmätta minskningen mellan 10 och 55 %.

De uppmätta värdena på helkroppsvibrationer låg i flera fall över insatsvärdet enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter. Mätningarna avser dock endast körmomentet i arbetscykeln, vilket inte ger en rättvisande bild av hela arbetet i skotare. Vid lastning och lossning uppstår mindre helkroppsvibrationer än vid körning.

Högre värden uppmättes vid mätning i stolen jämfört med mätning på hyttgolvet, vilket stämmer med andra studier. Stolen förstärker vissa vibrationer och dessutom mäts vibrationen på ett längre avstånd från rotationscentrum. Överföringsfunktioner mellan golv och stol är under utredning i ett pågående examensarbete på KTH.

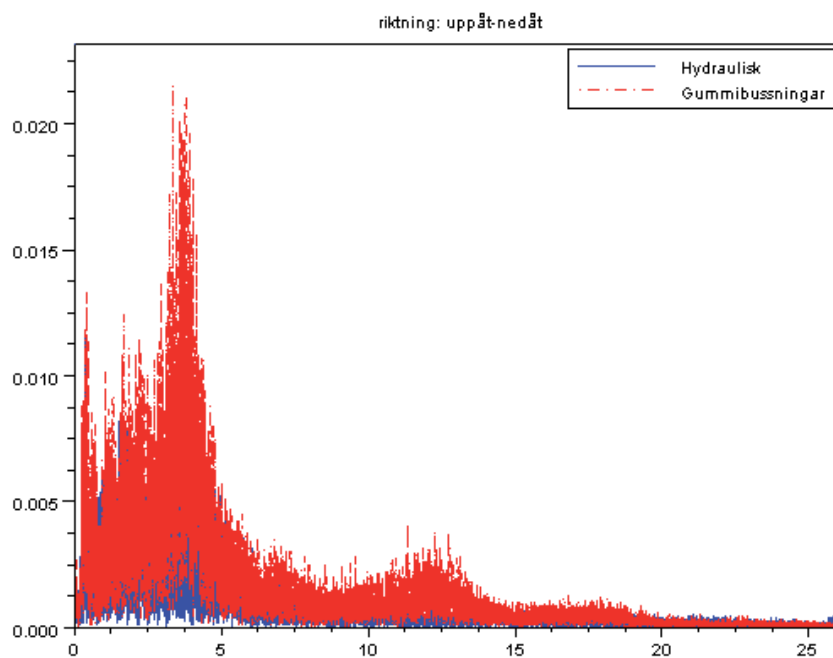
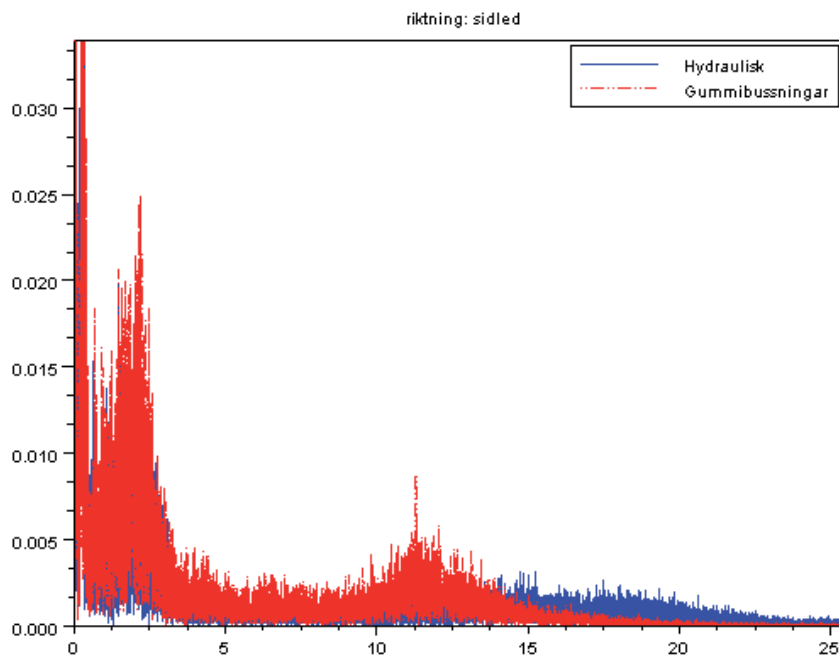
Mätningar som kräver att skogsmaskiner ska klara av att köras med en konstant hastighet medför i vissa fall problem. Detta är särskilt uttalat vid vibrationsmätningar där körhastigheten har en betydande betydelse på vibrationsnivån. I den första delstudien undersökte vi om det gick att fastställa skillnader igenom att mäta helkroppsvibrationer. I den studien kördes det i storleksordningen 10 överfarter på testbanan med vardera sortens hyttupphängning. Till slut valdes de fem mest lika körningarna ut med avseende på tidsskillnader.

I delstudien av maskinvibrationerna (mätning på hyttgolvet) undersöktes skillnader i vibrationsnivåer mellan de två olika hyttupphängningarna. I denna studie var maskinen helt fabriksny och maskinföraren kände en viss oro av att pressa motorn på fulla varv. Därför beslutades att acceptera en något högre skillnad i körhastighet mellan de olika försöksleden, baserat på erfarenheter från mätningarna av helkroppsvibrationerna.

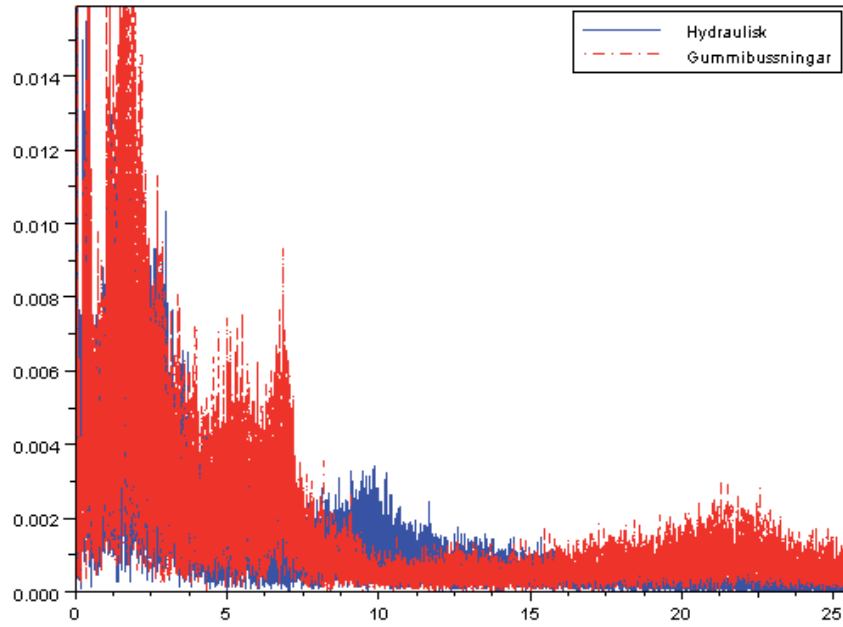
Ytterligare en tolkningssvårighet innebär det när hytten och maskinen inte har fixa koordinatsystem, dvs. maskinchassiet och hytten rör sig mer oberoende av varandra. Olika koordinatsystem uppstår i detta fallet genom att fjädrings- och dämpningsegenskaperna nivellerar hytten och inte maskinchassiet. I fallet med t.ex. en pendelarmsskotare med dämpning så nivelleras hela maskinchassiet. Vid kommande mätningar är det värt att även mäta vinkelaccelerationerna i x-, y- och z-led för att kunna göra bättre jämförelser mellan dämpade maskiner som använder olika principer för dämpning.

Frekvensanalyser på vibrationsbana (5 körningar) och Terrängbanan

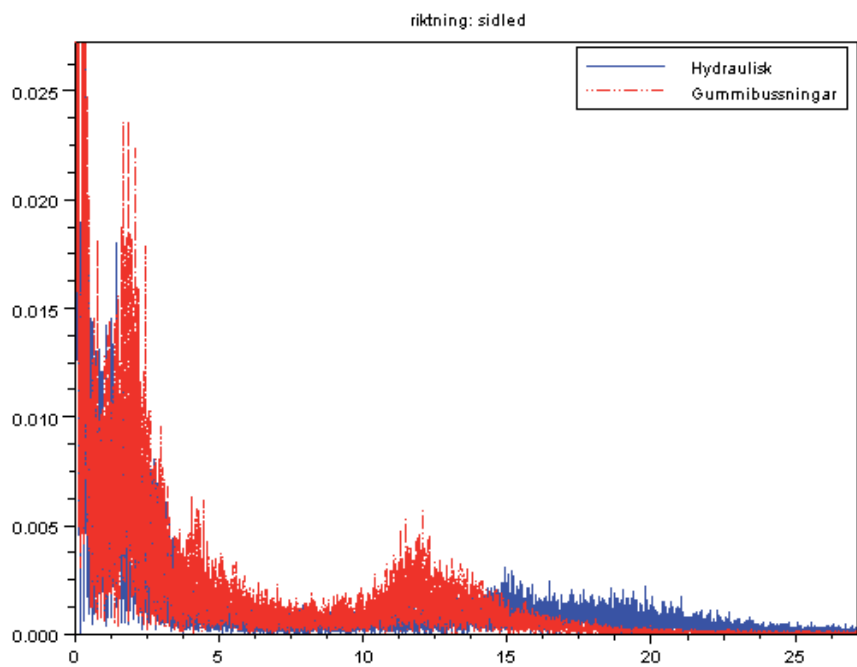
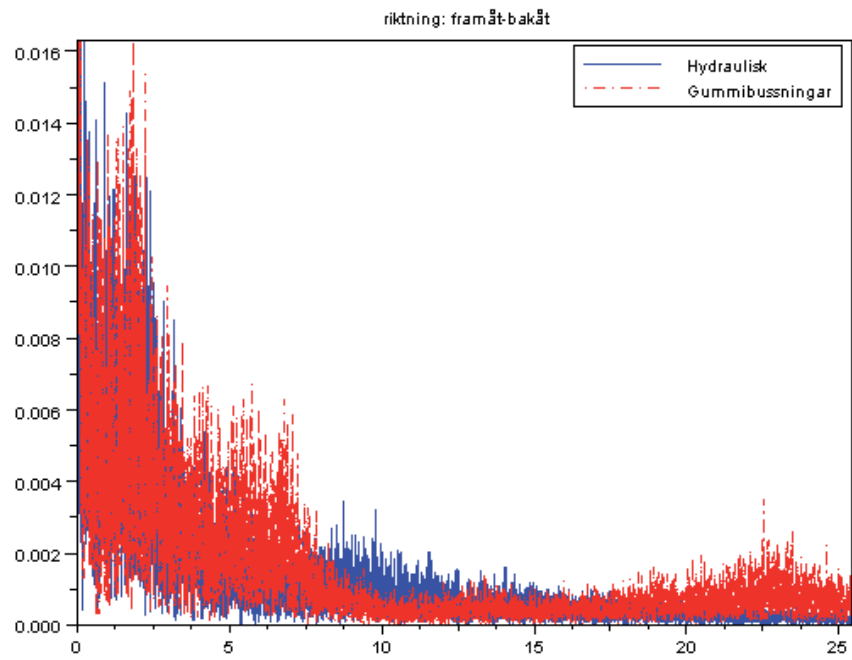
Testbanan

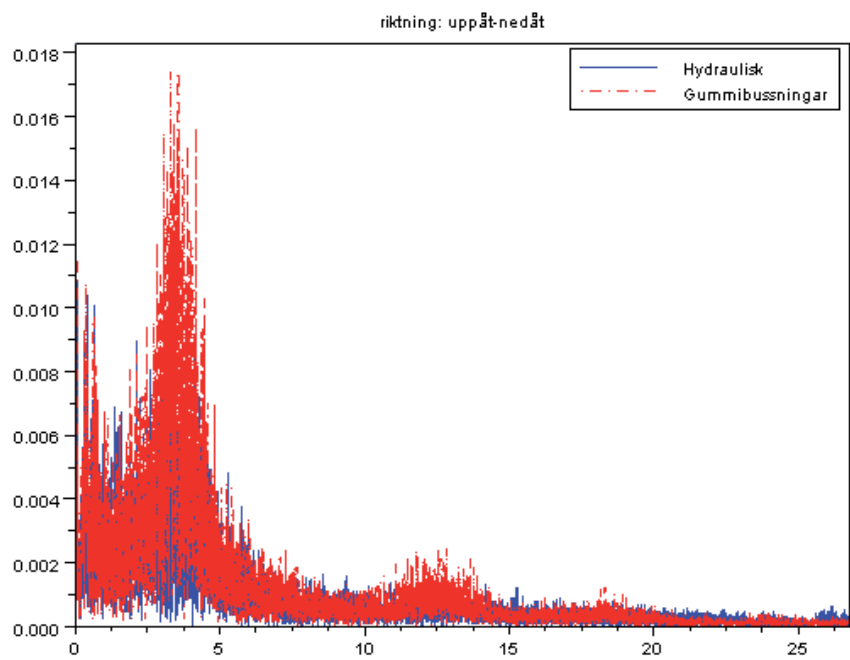


riktning: framåt-bakåt



Terräng





Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 699	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009 Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinksystem med en traktormonterad flishugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i väggkant med BRACKE C16. 14 s.
Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i väggkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.

Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.
Nr 711	Eriksson, B. & Sonesson, J. 2010. Tredje generationen skogsbruksplaner – Slutrapport delprojekt 4 – arbetsgång vid planläggning. 24 s.
Nr 712	Jönsson, P. 2010. Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön? 14 s.