

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 613 2006



Spårdjupsmätning efter Valmet 890 med boggieband – Magnum och Ecotrack HS

Marie Jonsson

Ämnesord: Boggieband, markskador, spårdjup.

Skogforsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna 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.

Skogforsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktionseffektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien ARBETSRAPPORT dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Bakgrund	2
Metod	3
Resultat	5
Diskussion	7
FoU-behov	7
Referenser.....	8

Bakgrund

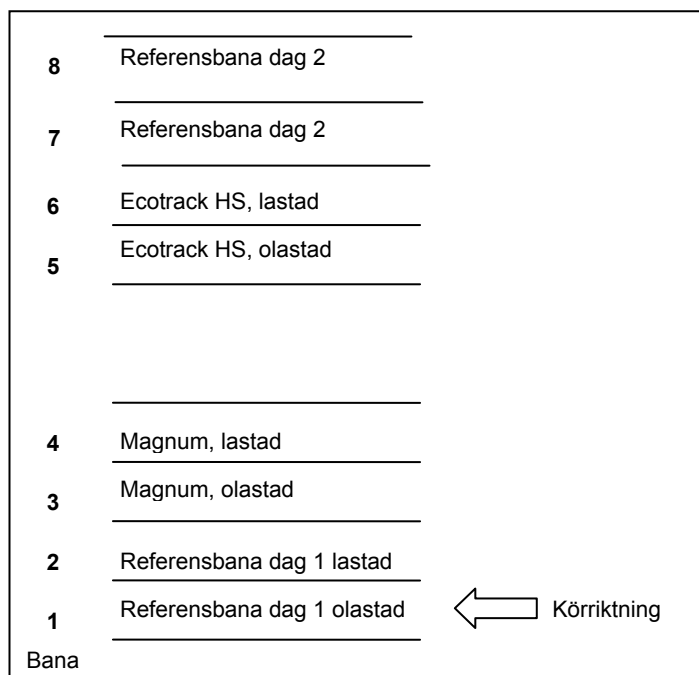
Markskador får konsekvenser för skogsbrukets ekonomi samt för vår natur och miljö. Skadorna leder till att näringsämnen och metaller urlakas, rötter går sönder och den naturliga vattentransporten påverkas. Detta gör att koncentrationen av skadliga ämnen ökar i näringskedjan samt att markens produktivitet minskar. I en kanadensisk undersökning studerades hur kompaktering och förstörelse av humuslagret påverkade den tidiga tillväxten av tall och gran jämfört med om marken rehabiliterades. Tallens diameter och höjd ökade med 30 % efter två tillväxtperioder på den rehabiliterade marken, jämfört med den kompakterade och den med förstört humuslager. Granen hade 27 % bättre diameter tillväxt men endast en höjdskillnad på 9 %. (Kamaluddin et al., 2005). Bättre bärighet hos marken gör även att virket är enklare att komma åt ute i skogen. Skogsmaskinernas påverkan på marken är ett ständigt aktuellt ämne och spårdjupsprov har utförts i flera omgångar av Skogforsk.

Under 1989 och 1990 testades olika skotare och skördare på en åker utanför Tierp (Karlsson & Myhrman, 1990; Karlsson & Myhrman, 1991). Fokus i de proven låg i att prova olika maskintyper snarare än på hur spårdjupet påverkades av bandtypen. I dessa studier visades att maskiner med liten sidoradering gav minst spårdjup. Förutom maskinens konstruktion brukar däcktryck, lastfördelning och band nämnas som ett sätt att påverka spårdjupet. Marktrycket, d.v.s. varje hjuls belastning dividerat med kontaktytan, är den faktor som kanske påverkar spårdjupet mest. Ett sätt att öka marktrycket har varit att öka bredden på däck, ett annat sätt är att använda CTI (Central Tyre Inflation), ett system där lufttrycket i däck anpassas till markens beskaffenhet och övriga körförhållanden. På svaga markpartier kan lågt tryck, vilket minskar marktrycket användas och på steniga partier kan trycket höjas, vilket minskar risken för punktering. CTI-systemet har provats på skotare med gott resultat. Spårdjupet minskade med 40–45 % (beroende på däckbredd) när trycket sänktes från högt till lågt (Löfgren, 1996). I dag är dock CTI en alltför dyr teknik för att appliceras på kommersiella skotare.



Figur 1.
Magnum (t.v.) och Ecotrack HS (t.h.).

Ett annat sätt att öka kontaktytan mot marken är att använda s.k. boggieband, ett band som går över båda hjulen i boggin. Dessa används ofta som slirskydd för att öka greppet, men nu har även band för att öka kontaktytan tagits fram. Ett av de vanligaste boggiebanden på marknaden är Ecotrack, som är konstruerat för grepp med smala ribbor och en kant för att maskinen inte skall halka på stenar. Det har dessutom kommit nya boggieband som är utformade för att öka bärigheten mot underlaget. Ett av dessa är Magnumbanden vars ribbor är bredare och tätare. Magnumbanden är dessutom breddade så att de går utanför hjulet, allt för att öka bärigheten. Båda dessa två boggieband testades den 24–25 oktober på samma åker som användes vid proven utförda 1989–1990.



Figur 2.
Provbanoor.

Metod

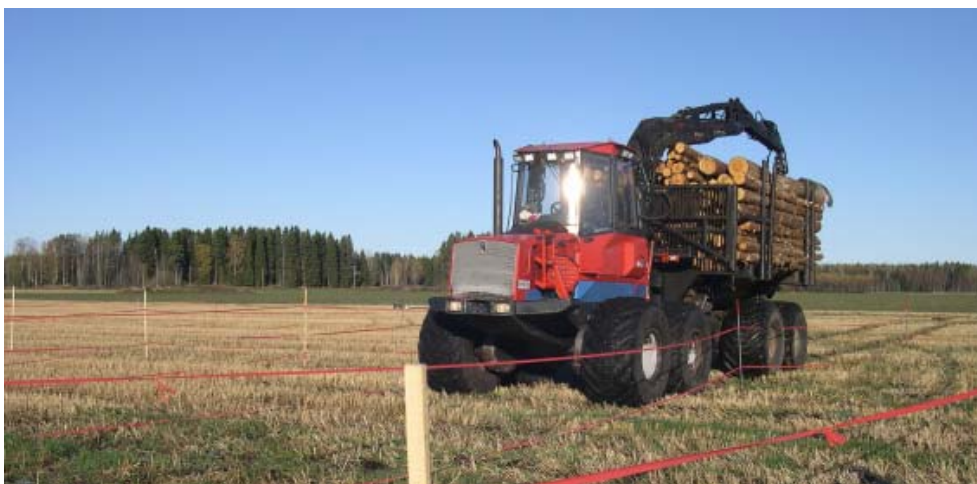
Provåkern är en gammal sjöbotten och därför mycket homogen, något som provades med en konpetrometer på punkter längst åkerns utsträckning. Åkern har även som nämnts tidigare, provats i spårdjupsprov med gott resultat. Den saknar sten och består näst intill enbart av svartjord. Innan proven utfördes mättes provsträckorna upp med hjälp av en avvägningsutrustning. Sträckorna var 30 m långa och 4 m breda (se figur 2). Grundnivån mättes upp på 16 punkter i vardera hjulspår, d.v.s. en punkt vid varannan meter. Denna var sedan nollnivå för de mätningar som utfördes efter varje körning.

Skotaren som användes för provet, en Valmet 890, vägdes tom och lastad (tabell 1). Denna kördes sedan i en hastighet av 3 km/h utan boggieband, med och utan last, samt med de båda banden, med och utan last. Varje spår kördes 10 gånger och spårdjupet uppmättes vid olika intervaller. Skotaren vägde utan last, hela 21,7 ton. Lasten bestod av tallmassaved och vägde 13,6 ton. Ecotrackbanden vägde 2,1 ton/par och Magnumbanden 2,4 ton/par. Skotaren var utrustad med relativt slitna Nokian ELS-däck med dimension 750/55–26.5.

Maskinen var en inbytesmaskin som kom direkt från servicestället och skulle enligt uppgift vara genomgången och rätt inställd.

Tabell 1.
Vikter för prövade kombinationer av last och boggieband.

Körning	Maskin [ton]	Last [ton]	Bandvikt [ton]	Totalvikt [ton]
Referens, Inga band, olastad	21,7	–	–	21,7
Referens, inga band, last	21,7	13,6	–	35,3
Magnumband, olastad	21,7	–	2,4	24,1
Magnumband, lastad	21,7	13,6	2,4	37,7
Ecotrack HS, olastad	21,7	–	2,1	23,8
Ecotrack HS, lastad	21,7	13,6	2,1	37,4



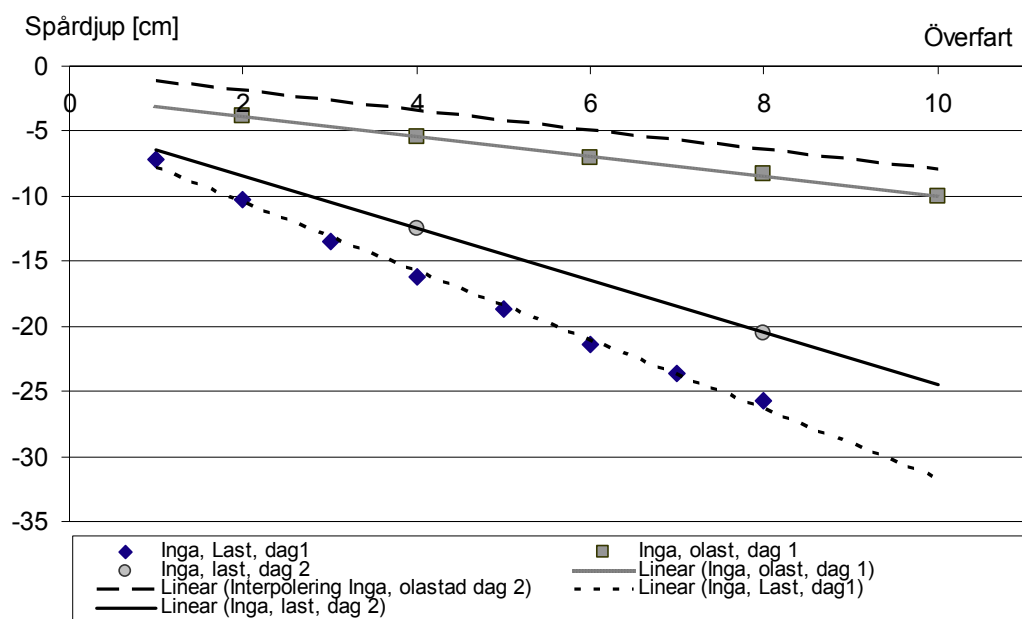
Figur 3.
Första körningen utan boggieband och med last.

Då Ecotrackbanden skulle provas dag 2, upptäcktes att markens egenskaper hade förändrats. Dagarna innan proven utfördes hade det regnat, och förmodligen hade detta gjort att marken var fuktmättad första provdagen, för att sedan dräneras till provdag två. Dessutom slog vädret om under natten mellan dag 1 och dag 2 och blev kyligare. Dag 1 kördes referensbanan utan band, med och utan last, samt med Magnumband, med och utan last. Dag 2 var endast körning med Ecotrackband planerad, men då de ändrade förhållandena upptäcktes, bestämdes att ytterligare en referensbana skulle köras utan band och med lastad skotare. Eftersom tiden var knapp kördes 8 överfarter och spårdjupet uppmättes efter fjärde och åttonde överfarten. Därefter konstruerades en kurva efter dessa två punkter.

Grafen för körning utan band dag två (benämns Interpolering Inga, olastad, dag 2 i figur 4) konstruerades därefter genom att förskjuta kurvan från körning utan band dag 1 så att denna vid 0-överfarten skär genom origo.

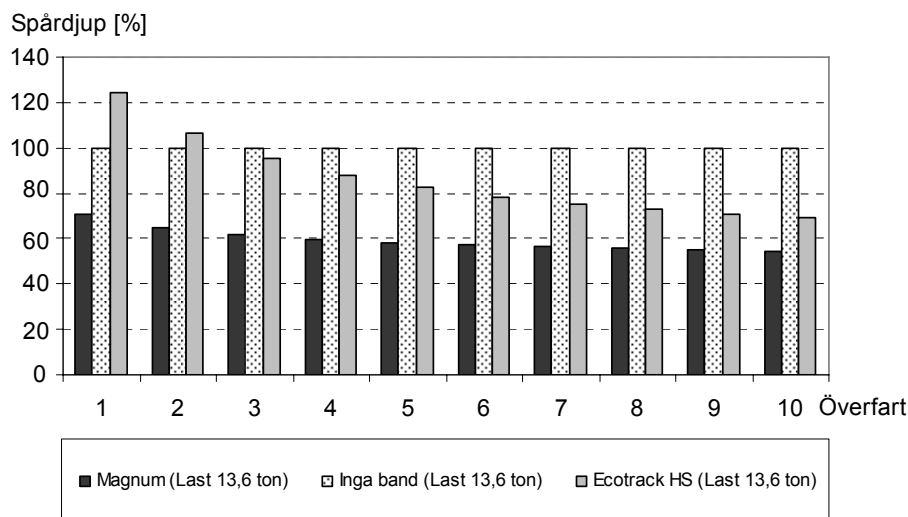
Genom att presentera siffrorna som procent av värdet för samma körning men utan boggieband, elimineras olikheten mellan förhållandena i resultatdiagrammet och de båda banden kan jämföras (se kapitlet "Resultat" nedan). För att få en mer direkt bild av spårdjupen, räknas värdena för Ecotrack-körningen om, så att de motsvarar samma procentuella del av spårdjupet för körning utan band dag 1 som för dag 2 (se figur 6, "Resultat"). En graf konstrueras således för hur spårdjupet för körning med Ecotrack skulle ha sett ut om den utförts under dag 1.

Resultat



Figur 4.
De verkliga och konstruerade graferna för körning utan band, dag 1 och 2. Graferna konstrueras med linjär regression.

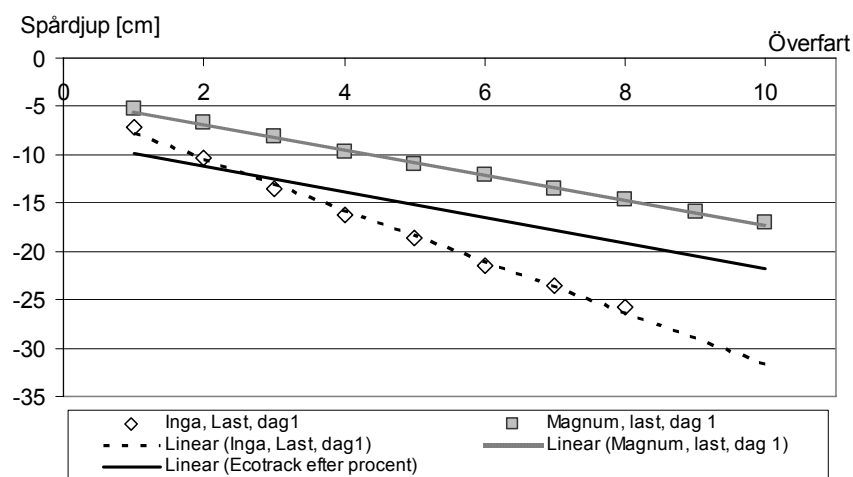
Figur 5 visar en jämförelse mellan Magnumband, Ecotrack och körning utan boggieband då skotaren var lastad. Diagrammet visar spårdjupet för boggiebanden, normaliserat mot körning utan band (representeras av 100 % -nivån). Värdena på spårdjupen är relativa. Således, om körning utan band resulterar i ett spårdjup på 1 mm och för Magnumbanden på 2 mm, skulle detta ge en nivå för Magnumbanden på 200 % relativt 100 % för överfart utan band. Vid nästa överfart skulle kanske Magnumbanden och körningen utan band grävt ned sig ytterligare 1 mm vardera, varpå Magnumbanden skulle ligga på 150 % av körning utan band (som fortfarande ligger kvar på 100 % trots att djupet är större).



Figur 5.
Normaliserad jämförelse mellan körning utan band med Ecotrack- och Magnumband för lastad skotare.

Ecotrackbanden grävde sig djupare ner under de första körningarna jämfört med både Magnumband och körning utan band. Detta beror troligtvis på att Ecotrack är konstruerad för grepp och har smala ribbor och klackar som river upp humuslagret. Efter tredje överfarten bar dock Ecotrackbanden bättre än motsvarande körning utan band. Magnumbanden hade grundare spårdjup än körning utan band vid alla överfarterna och låg relativt stadigt kring att ge 60 % av spårdjupet vid motsvarande överfart utan band.

Detta syns även i figur 6 som visar det faktiska spårdjupet efter varje överfart. Kurvan för Ecotrack är som nämnts tidigare konstruerad att motsvara samma procentuella del av skadedjupet dag 1 som det verkliga utfallet dag 2. Här syns att skillnaden mellan Magnumbanden och Ecotrackbanden ligger stadigt runt ca 5 cm i minskat spårdjup.



Figur 6.
Spårdjup efter förflyttning av graf för Ecotrack.

Diskussion

Studien utfördes på ett fält, vilket kan tyckas långt från realistiska förhållanden ute i skogen. Detta gjordes dock för att rättvist kunna jämföra de olika banden. I skogen hade förhållandena inte varit konstanta utan markens sammansättning med stenar, rötter m.m. hade varierat betydligt. Provåkern är, som påpekats tidigare, homogen till åtminstone en meters djup, något som inte kan replikeras i skogen.

Det är då skotaren är lastad som de stora skillnaderna i bärighet mellan de olika boggibanden och körning utan boggieband framträder tydligast. Ecotrack HS, som har smalare ribbor och är designad för grepp, river snabbt upp växtlagret och gräver sig ner i marken. Däremot vid andra körningen, då humuslagret är borta och jorden kan antas vara mer kompakterad, ger banden bättre bärighet. Magnumbandens extrabredd är mer skonsam mot ytan och fördelar trycket.

Att öka maskinernas yta mot marken och på så sätt minska trycket brukar vanligtvis göras genom att välja så breda däck som möjligt. Påverkan av hur däckbredd på spårdjup behandlas, har provats bl.a. i USA. McDonald, (1995) studerade olika däckbredder på två olika jordtyper. Vid en jordmån med större fukthalt var spårdjupet i större utsträckning beroende av däckens bredd. Det är dock svårt att dra några paralleller som kan stödja resultatet i denna studie eftersom resultaten verkar vara starkt beroende av markens sammansättning och då främst fukthalt. Att öka däckbredden är inte alltid gångbart i skogen, där maskinens bredd kan vara avgörande för dess framkomlighet. Boggieband är därmed ett alternativ och det blir allt vanligare att en ny maskin har monterade boggieband direkt vid leverans.

I en kanadensisk studie (Rollerson, 1990) studerades hur jord kompakterades efter överfart med en lunnare. Där visades att marken kompakterades med ökat antal överfarter och att detta var mer tydligt i jord med större vatteninnehåll. Detta var något som även observerades i föreliggande studie och som syns i att spårdjupsökningen planar ut efter ett antal överfarter (se figur 5).

Att svänga med boggibanden var inget som provades explicit. Upplevelsen av detta var dock att Magnumbanden grävde ned sig mindre än Ecotrack och gjorde det stabilare att svänga. En entreprenör som kört med banden upplevde detsamma.

Slutsatsen blir att boggieband byggda för att öka kontaktytan mot marken, och därmed minska trycket, kan minska spårdjupet. Detta gäller främst där marken har hög fukthalt.

FoU-behov

Det finns många olika typer av boggieband på marknaden. De två som provats i denna studie är båda från Olofsfors, och det kan vara värdefullt att prova andra typer av boggieband och olika kombinationer av tryck, last m.m.

För att utvärdera boggibanden under mer verkliga förhållanden bör de provas i skogen. Hur banden påverkar köregenskaper, såsom radering och lätthet att svänga bör även det testas för att få en helhetssyn på bandens egenskaper.

Referenser

- Kamaluddin, M., Chang, S., Curran, M. & Zwiazek, J. 2005. Soil Compaction and forest floor removal Affect early growth and Physiology of *Lodgepole Pine* and *Douglas-fir* in British Colombia, *Forest Science* Vol.51, No. 6, pp 513–521.
- Myhrman, D. & Karlsson, L. 1990. Spårdjupsprov, engreppsskördare och skotare – Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Resultat nr 22 och 23.
- Myhrman, D. & Karlsson, L. 1991. Spårdjupsprov 1990, Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Resultat nr 5.
- Löfgren, B. 1996. Terrängtransporter i skogsbruket. Skogforsk Resultat nr 25.
- McDonald T.P. & Stokes, B.J. 1995. Soil Physical Property Changes After Skidder Traffic With Varying Tire Widths, *Journal of forest Engineering* Vol.6, No. 2, pp 41–50.
- Rollerson, T. P. 1990. Influence of Wide-Tire Skidder Operations on Soils, *Journal of forest Engineering* Vol.2, No. 1, pp 23–30.

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, Skogsåarna, 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 gödsling 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. Intervjurunda – 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.