



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 939–2017

Transportekonomi vid massavedstransport med olika antal travar på 74-tons virkesbil – Teoretisk analys

Transport economics in pulpwood transport
– A theoretical analysis of number of
stacks on 74-tonne trucks

Henrik von Hofsten, John Arlinger

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 939–2017

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metod-beskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Transportekonomi vid massavedstransport med olika antal travar på 74-tons virkesbil
–Teoretisk analys.

Transport economics in pulpwood transport
– A theoretical analysis of number of stacks on 74-tonne trucks.

Bildtext:

De tre virkesbilarna vars lastkapacitet analyserats i denna Arbetsrapport.

Bild 1: En gruppbil för tre travar.

Bild 2: En fyrtravars gruppbil.

Bild 3: En tretravars med egen kran.

Ämnesord:

HCT, virkestransport, transport-ekonomi, lastfyllnad.

HCT, timber transport, transport economics, load utilisation.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2017

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Henrik von Hofsten, är skogstekniker och har jobbat på Skogforsk i drygt 25 år inom ett flertal olika projekt. Under de senaste tiotalet åren har det främst handlat om teknik och metod för stubbskörd men på senare tid även teknik och metod för landsvägstransporter, särskilt med HCT-fordon.



John Arlinger, SkogL. Anställdes 1996 vid Skogforsk. Han arbetar sedan år 2000 främst med frågor kring StanForD, simulering av virkesutfall och utveckling av mjukvaror kopplade till StanForD och skogsmaskiner. Arlinger är sekreterare för StanForD-gruppen

Abstract

One effect of increasing maximum gross weight from 64 to 74 tonnes for heavy round wood trucks is that it has proved difficult to attain maximum payload due to space limitations. The trucks cannot be made longer, wider or higher, but payloads could be increased by bucking especially the pulp wood in a way that minimises the amount of air in and between the stacks.

The aim of this project was to carry out a theoretical analysis of the ideal pulp wood length to ensure a full payload on a 74-tonne round wood truck with a maximum length of 25.25 metres. A conventional 74-tonne round wood truck with crane was used as a reference, and two group vehicles were used as "test vehicles", one of which was specially adapted to hold four stacks within the legal limit of 25.25 metres.

The results show that attaining maximum payload is possible. The best effect is attained if variation in wood length is reduced, by increasing minimum length from 300 to 360 centimetres. Almost as effective is reducing maximum length from 550 to 500 centimetres.

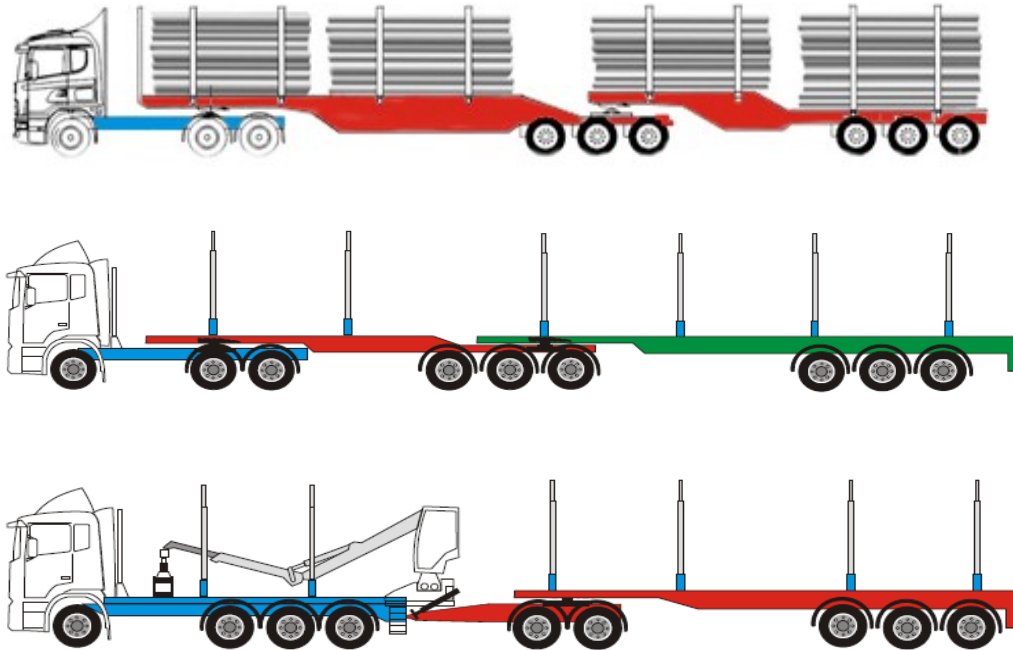
Sammanfattning

En effekt av uppväxlingen från maximal bruttovikt 64 till 74 ton för tunga lastfordon, är att det har visat sig svårt att få plats med så mycket virke att maximal lastvikt kan uppnås. Fordonen kan inte göras längre, bredare eller högre men en del skulle kunna vinnas på att aptera virket så att mängden luft i och mellan travarna minimeras. Syftet med detta projekt var att teoretiskt analysera vilka virkeslängder som kan utnyttjas för att med säkerhet nå full lastvikt på ett 74 tons timmerekipage med maximal fordonslängd på 25,25 meter. I studien användes ett konventionellt byggt 74 tons virkesfordon med kran som referens och två gruppilar som ”försöksfordon”, varav en var specialanpassad för fyra travar inom de lagliga 25,25 metrarna.

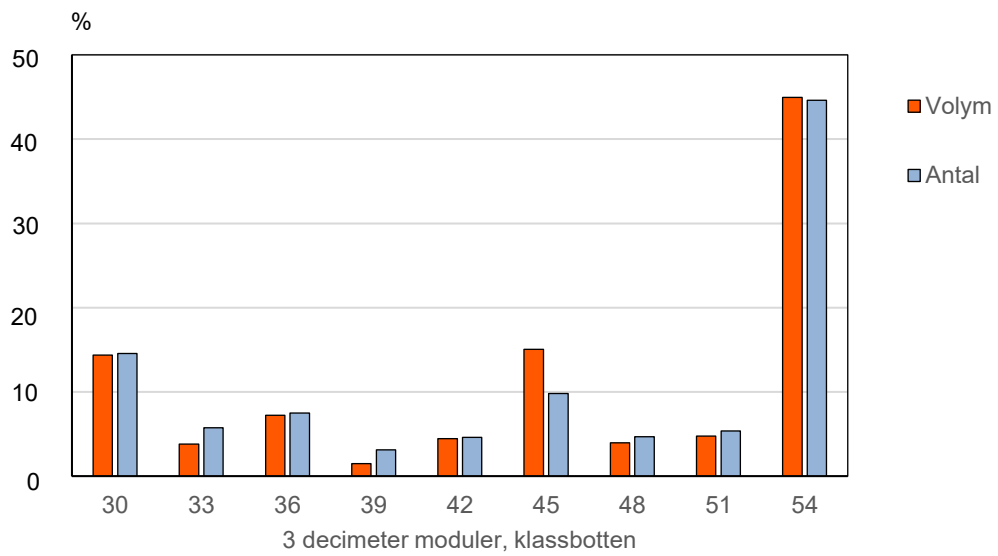
Resultaten visar att det är möjligt att nå maximal bruttovikt. Bäst effekt uppnås om virkets längdspridning begränsas genom att minimilängden ökas från 30 till 36 decimeter. Nästan lika effektivt är att minska maximilängden från 55 till 50 decimeter.

Bakgrund

Sedan ett tiotal år har försök pågått med större och/eller längre virkeslastbilar med bruttovikter på 74–90 ton. Speciellt för 74 tonsfordon kortare än 25,25 meter har det tidvis varit problem att få fulla lass, särskilt med massaved. Den möjliga volymen räcker helt enkelt inte för att nå de cirka 53 ton som dessa fordonsekipage får lasta. Som de är konstruerade är det inte möjligt att lasta varken högre, längre eller bredare utan att komma utanför lagstadgade gränser, vilket skulle leda till behov av särskilda dispenser. En del av problemet ligger i att virkestravarnas fyllnadsgrad blir låg på grund av den stora tillåtna längdspridningen på massaved, från 2,7 till 5,5 meter. Detta leder till mycket luft i travarna (Figur 2). Andra orsaker till problemet är att virkets volymvikt varierar under året samt att vissa sortiment, exempelvis lövmassaved, ofta har låg fastmassevolym på grund av krokighet.



Figur 1.
De tre virkesbilarna vars lastkapacitet analyserats.



Figur 2.
Andelen av 28 152 massabitar i olika längdklasser. Data från apteringsmodellering av ett dataset från VMF Qbera.

Med en konstruktion på fordonen, som medger ett något längre lastutrymme samt genomsnittligt något kortare virke med mindre längdspridning, skulle man kunna lasta fyra travar istället för tre. Om lasthöjden även kan sänkas något är det bara en fördel då det dels leder till bättre aerodynamik, dels ger en större marginal om virket blir riktigt lätt eller krokigt.

Skogforsk, Holmen Skog AB, Parator, Curt Göranssons Åkeri och Magnus Skogstransporter har tillsammans diskuterat möjligheten att lasta fyra travar inom normal fordonslängd, speciellt för transport från områden med regelmässigt långa transportavstånd. Ett sådant område är de inre delarna av Hälsingland där virket körs upp mot 250 kilometer till industrierna vid kusten. Med sådana transportsträckor torde det betyda mycket både för miljö och transportekonomi att verkligen få fulla lass och därmed reducera antalet resor.

Syftet med denna studie är att teoretiskt analysera vilka möjligheter som finns att bättre anpassa virkeslängderna till bilarnas förutsättningar.

Material och metoder

I denna studie har tre typer av 74 tons timmerbilar analyserats varav två är föremål för empiriska studier under 2017. Dels ett gruppbilekipage byggt för fyra travar, med dragbil, link och trailer (Curt Göranssons Åkeri), dels ett gruppbilekipage med dragbil, link och trailer för tre travar (Magnus Skogstransporter) och slutligen ett konventionellt virkesekipage med lastbil, kran och vagn (Figur 1). Alla fordon är anpassade för 74 tons bruttovikt. Gruppbilarna är byggda enligt samma princip, men ekipaget för fyra travar har kortad hytt och blir längre än ett konventionellt timmerekipage. De bägge gruppbilarna kallas fortsättningsvis *Grupp4* respektive *Grupp3*, båda saknar egen kran. Det konventionella – *Konventionell* – ekipaget är ett par meter kortare än *Grupp4* och troligen smidigare vid vändningar och skarp kurvtagning. *Grupp4* och det konventionella ekipaget kan sägas vara de två ytterligheterna vad gäller tillgänglig lastlängd där främst det konventionella ekipaget begränsas en hel del av utrymmet mellan hytten och kranen. Å andra sidan begränsas *Grupp4* av den långa fordonslängden som inte medger någon utskjutande last, vilket leder till att om travarnas längd blir mer än drygt 5 meter går det inte att lasta mer än två travar utan att virket sticker ut för mycket.

Tabell 1.
Några betydelsefulla mått och ingångsdata för fordonen i analysen.

	Grupp4	Grupp3	Konventionell med kran
Total fordonslängd	25,2	22,5	22,5
Lastlängd bil, meter			7,0
Link, meter	10,5	6,0	
Vagn/trailer, meter	10,3	12,0 ¹⁾	12,2 ¹⁾
Maximal lastvikt, ton	52,5	55,4	51,1
Inv. lasthöjd, meter	3,0	3,0	3,0
Inv. bredd, meter	2,4	2,4	2,4

¹⁾ inkluderar 60–70 centimeter utskjutande last på vagn och på trailer.

Den tillgängliga lastlängden på vagn/trailer i Tabell 1 inkluderar överskjutande last för de två kortare ekipagen men inte för *Grupp4* då den maximala fordonslängden inklusive last annars skulle överskridas (Trafikförordningen Kapitel 4, §17).

Apteringssimulering

För att få en uppfattning om längdvariationen för massaved gjordes en simulering av effekterna på virkesutbyte, antal enskilda stockar m.m. med hjälp av apteringssimuleringsverktyget Aptan. Den apteringsinstruktion (apt-fil) som Holmen Skog använde i Härjedalen under mars 2016 utnyttjades. Stamdata som användes vid simuleringen hämtades från de stambanker (Mellansverige/-gallring/slutavverkning) som VMF Qbera tillhandahåller på sin webbtjänst (VMF Qbera, 2012). Totalt ingick 8 846 stammar från gallring (28 procent gran) och 8 352 stammar från slutavverkning (35 procent gran). Stammarna kördes med fyra olika alternativ för massavedsaptering: massaveden apterad enligt instruktion i den ursprungliga apt-filen, med ökad minimilängd till 3,6 meter, med maximal längd kortad till 5,0 meter.

I ett första försök gjordes Simuleringarna med originalprismatriserna för massaveden (Figur 3) bara genom att ta bort de längder som inte önskades. Det visade sig dock att hela apteringen, även på timmer, påverkades i vissa fall. Därför användes en matris där alla massavedslängder med toppdiametrar över 50 millimeter åsattes ett värde av 220 kr/m³fub medan diameterklassen 40 behölls. På så vis kunde också de virkesvärden som beräknas med Aptan användas direkt. För timmer gjordes inga förändringar.

Tall				Gran			
Prismatris	Fördelningsmat			Prismatris	Fördelningsmat		
Längd\Dia	40	50	140	Längd\Dia	40	50	140
300	40	70	115	300	40	135	180
340	40	75	120	340	40	140	185
360	40	80	125	360	40	145	190
380	40	85	130	380	40	150	195
430	40	90	135	430	40	155	200
460	40	95	140	460	40	160	205
490	40	100	135	490	40	165	200
520	40	105	130	520	40	170	195
540	40	110	125	540	40	175	190

Figur 3.

De ursprungliga apteringsmatriserna för massaved från Holmen Skog. Dessa modifierades sedan så att alla längder i diametrar över 40 millimeters diameter åsattes 220 kr/m³fub.

Vikt per fastkubikmeter hämtades från (Wilhelmsson & Moberg (2004) och sattes till 961 kg/m³fub (granmassaved i Mellansverige). Förhållandet mellan fast och travad volym (fastvolymprocenten) antogs vara 56 procent (VMF Qbera, personlig kommunikation). Fastvolymprocenten tar dock bara hänsyn till luften mellan stockarna i traven, inte den luft som uppstår på grund av varierande längd. Vid normal virkesmätning tar man ett skattat medelvärde för varje traves längd (Figur 4). I detta fall, då man måste utgå från travarnas maxlängd för att bestämma utrymmet på lastbilen, har en kvot mellan travens maxlängd och genomsnittslängden för virket som ryms inom den maxlängden använts (Tabell 2).



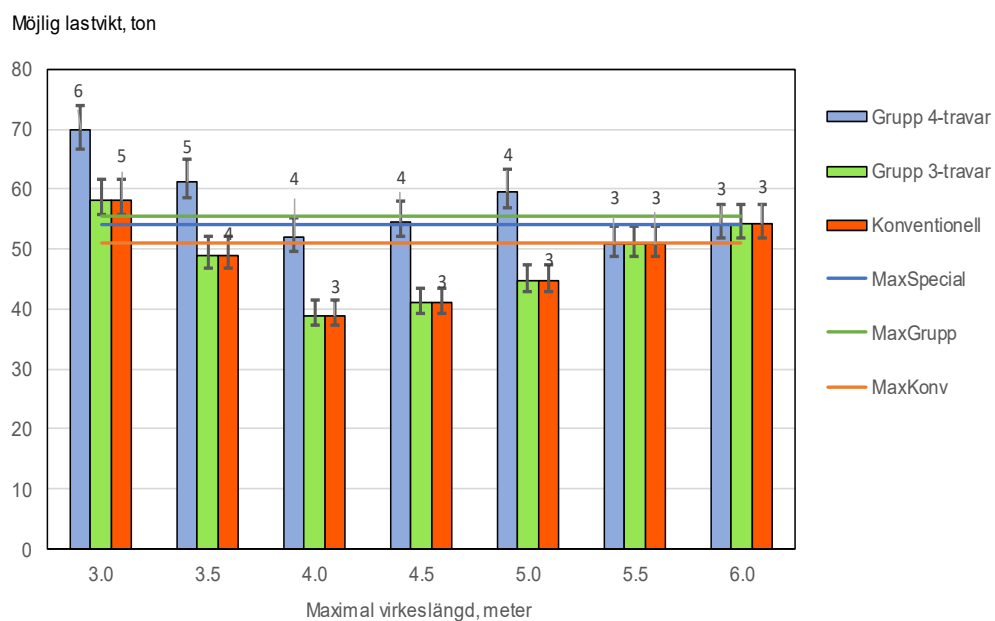
Figur 4.
Maximal virkeslängd mellan de punktade linjerna och medellängd mellan de streckade.

Tabell 2.
Förhållandet mellan max- och medellängd i det använda materialet. Medellängderna har använts för att beräkna travad vikt.

Maxlängd	Medellängd	Korrektionsfaktor
3,0	3,0	1,0
3,5	3,16	0,90
4,0	3,35	0,84
4,5	3,52	0,78
5,0	3,84	0,77
5,5	4,37	0,79
6,0	4,66	0,78

Resultat och diskussion

Som utgångspunkt till de fortsatta analyserna gjordes en skattning av vilka virkeslängder som kan antas vara intressanta för att öka lastad volym och därmed lastvikten. Under de antaganden som redovisats ovan får man då de möjligheter som framgår av Figur 5.



Figur 5.
De lastvikter som kan uppnås på de olika virkeskejpagen vid olika maximal längd på virket (traven). X-axeln visar virkeslängd och Y-axeln uppnådd lastvikt. Siffrorna ovanför staplarna visar antalet travar på ekipaget. De tre linjerna anger maximal lastvikt för respektive ekipage. Spridningsmåttan visar effekten av virkets viktspridning över året.

Konventionell timmerbil

Det visar sig att det är svårt att uppnå maximal lastvikt på ett konventionellt byggt 74 tons timmerekipage med de virkeslängder som är vanliga i dag.

Tretravars gruppbil

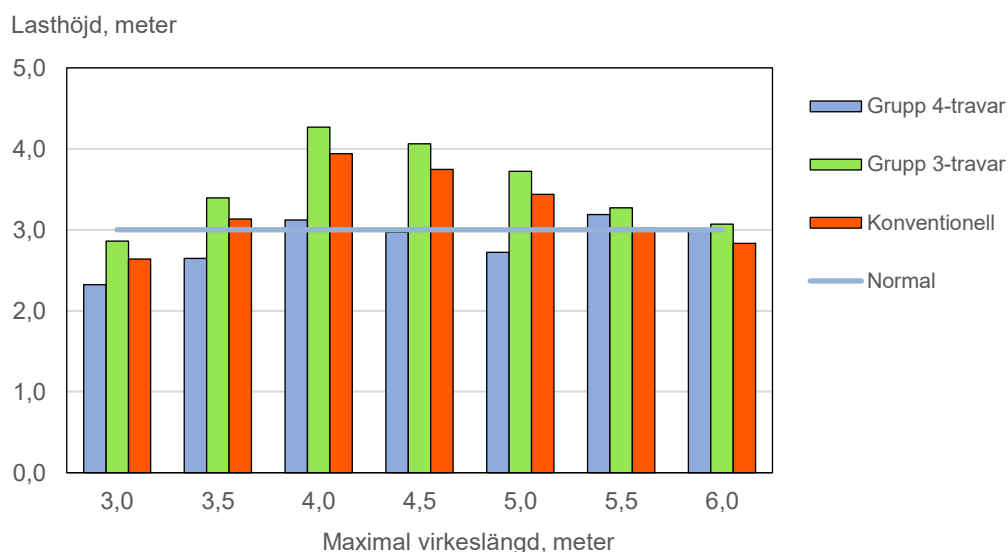
Grupp3 når nästan aldrig upp till sin maximala vikt. Inte ens under senvintern då massaveden normalt är som tyngst kan *Grupp3* få fullt lass annat än med tre- eller sexmetersved. I övrigt påverkas inte utfallet i Figur 5 särskilt mycket av viktvariationen mellan sommar och vinter.

Skillnaden mellan *Grupp3* och den konventionella timmerbilen i detta fall är att *Grupp3* har betydligt lägre tjänstevikt men inte större lastvolym. Den blir därmed känsligare för lätt virke med låg fastvolymprocent. Bara då man har en hög andel virke över 5 meter går det att uppnå full lastvikt, men även då är marginalerna små. Ett alternativ är att använda kortare virke än 3 meter och många travar. (Detta medför bl.a. höjda avverknings- och hanteringskostnader, vilket dock faller utanför syftet för detta arbete).

Fyrtravars gruppbil

För *Grupp4* (blå staplar i Figur 5) är i princip alla längder möjliga att använda, utom möjligen virkeslängder över 5,0 meter, då man förlorar möjligheten att lasta fyra travar vilket leder till lägre lastvikter. Den stora fördelen med *Grupp4* är att det blir större marginaler i de flesta fall.

En positiv effekt av att lasta fler än tre travar är att man i regel kan lasta lägre men ändå få fulla lass. Figur 6 visar hur lasthöjderna påverkades med de data som användes i Figur 5, begränsat till respektive ekipages maximala bruttovikt. De kortaste längderna är attraktiva då man kan sänka lasthöjden under hytt-höjden, vilket är klart positivt ur aerodynamisk synvinkel. För *Grupp4* är denna effekt tydlig ända upp till fem meters virkeslängd medan *Grupp3* måste lasta högre än normalt mellan 4 och 5-meterslängder för att sedan komma precis på gränsen.



Figur 6. Den travhöjd som krävs för att få fullt lass, samma virkesdata som för (Figur 5). Normal-linjen anger normal stakhöjd.

LASTNING

Figur 5 kan tyckas visa att de kortare virkeslängderna är att föredra. Med längder kring tre meter är det inga problem att få fullt lass och av Figur 6 framgår att travhöjden, och därmed luftmotståndet, kan hållas nere. Men lösningen har även nackdelar. Tiderna särskilt för lastning (men också för lossning) ökar med ökande antal travar liksom kostnaderna för avverkning och terrängtransport. Dessutom, vilket inte tagits hänsyn till i denna analys, ökar fordonens tjänstevikt på grund av att det behövs två par stakar per trave för att hålla lasten på plats. Detta ökar inte bara tjänstevikten utan även luftmotståndet vid tomkörning.

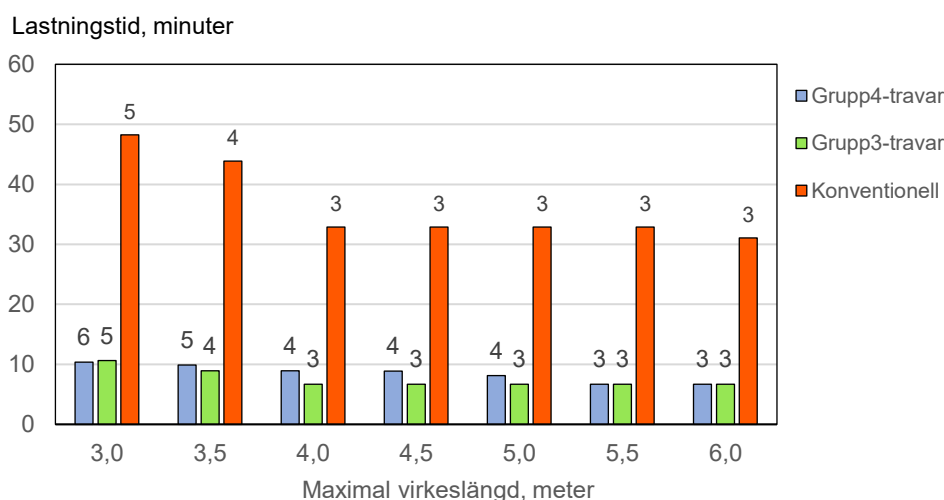
För att få en uppfattning om hur lastningstiden påverkas av virkeslängden och därmed antalet travar på ekipaget, gjordes ett antal antaganden eftersom relevanta studieresultat inte stått att finna för konventionella ekipage med egen kran. För separatlastare av den typ som kan antas lasta *Grupp4* och *Grupp3* i denna studie, finns studier gjorda av Brunberg & Lundström (2010), Tabell 3. För konventionella timmerbilar har Skogforsk en del lastningstider per lass (tre travar) i opublicerat material (Brunberg, 2016). Genom att använda de tiderna och varje traves ändyta (bredd × höjd) kunde en lastningstid per m² ändyta trave estimeras med hänsyn tagen till den variation i lastningshöjd som uppstår för de kortaste travarna (Figur 7).

Tabell 3.

Antagna tider och mängder för att lasta en trave, oavsett virkeslängd, på den specialbyggda virkesbilen med separatlastare respektive en konventionell virkesbil med egen kran. Hänsyn har tagits till olika lasthöjd i enlighet med Figur 4.

	Grupp4-travar	Grupp3-travar	Konventionell
Minuter per trave	1,5 – 2,2	2,1 – 2,2	8,7 – 11,0
Ändarea per trave, m ²	4,9 – 7,2	5,0 – 7,6	5,7 – 7,2
Minuter per m ² ändyta i traven	0,3	0,3	1,5

Omräknat till aktuellt antal travar fördelar sig lastningstiderna då som i Figur 7 där siffrorna ovanför respektive stapel anger antalet travar. I figuren tas hänsyn till att lastmängden inte överskrider volym- eller viktbegränsningarna.



Figur 7.

Lastningstid i minuter för ett helt timmerekipage vid olika virkeslängd och därmed olika antal travar. Siffrorna ovan staplarna anger antalet travar för respektive alternativ.

Av Figur 7 framgår att lastningstiden sjunker fort när virkeslängderna går över 3,5 meter. Detta framför allt beroende på det minskade antalet travar och det faktum att krantiden för att lasta en trave i princip är opåverkad av virkeslängden. Antalet gripar per trave är i stort detsamma eftersom kranarna är så starka att det längre virkets tyngd inte begränsar, vilket däremot arean på gripfen gör, vilket leder till att man bara kan greppa ett visst antal stockar oavsett dessas längd.

ALTERNATIVA APTERINGAR

Kostnaderna för att aptera enbart tremeters massaved skulle medföra oacceptabelt höga avverkningskostnader. Därför ströks detta alternativ.

För att närmare analysera möjligheterna att anpassa virkeslängderna till lastbilarnas förutsättningar gjordes två alternativa simuleringar av datasetet från VMF Qbera (Figur 2) där den apteringsinstruktion som Holmen Skog normalt använde modifierades så att massaveden dels begränsades till maximalt 5,0 meters längd, dels begränsades minimilängden till 3,6 meter. Av Tabell 4 framgår de viktigaste egenskaperna för utfallet efter simuleringarna.

Tabell 4.

Huvudsakliga resultat från de två simuleringarna med olika apteringsinstruktioner som gjordes. Simuleringsresultaten från gallrings- och slutavverkningen har slagits ihop. Tabellen visar enbart utfallet för massaved, då inga ändringar av timmeraptingen gjordes.

	Normal	Max. 5,0 m	Min. 3,6
Massavedsandel, %	52,5	52,6	53,4
Massavedsvolym, m ³ fub	1 729	1 726	1 763
Antal bitar	36 610	37 269	31 725
Medelvolym per bit, m ³ fub	0,046	0,045	0,055
Medeldiameter, mm	92	81	91
Medellängd, cm	391	379	446

Simuleringens resultat blev att virkesvärdet minskade med 0,1 respektive 0,9 procent vid *Max 5,0 meter* respektive *Min 3,6 meter*. Förklaringen till detta är att när massavedslängderna ändrades valde apteringssystemet aptera även timret lite annorlunda vilket skapade en annan fördelning mellan timmer och massaved, se vidare under Ekonomi. Att skillnaderna blir så små kan förklaras med att eventuell virkesförlust enbart drabbar den yttersta toppbiten vilken är så klen att den sammanlagda volymförlusten inte blir mer än cirka 3 m³ för hela materialet.

Ekonomi

Med hänsyn till de begränsningar som ovan diskuterats, t.ex. att inte minska virkets medellängd återstår följande alternativ att uppnå 100 procent lastfyllnad:

1. Tre travar *Normal* på en vanlig virkesbil med egen kran. Lastfyllnadsgraden kan då uppskattas till cirka 97 procent. (Johansson, 2016). Detta utgör beräkningens referensalternativ.
2. Tre travar *Min 3,6 meter* på en vanlig virkesbil med egen kran. Lastfyllnadsgraden kan då uppskattas till 100 procent.
3. Tre travar *Normal* på en vanlig gruppbil (*Grupp3*) lastad med separatlastare. Lastfyllnadsgraden kan då uppskattas till cirka 96 procent eftersom lastvolymen ofta begränsar lastmängden. (Johansson, 2016).
4. Tre travar *Min 3,6 meter* lastad med separatlastare på en vanlig gruppbil. Lastfyllnadsgraden kan då uppskattas till 100 procent.
5. Fyra travar *Max 5 meter* lastad med separatlastare på en specialbyggd virkesbil (*Grupp4*). Lastfyllnadsgraden kan då uppskattas till 100 procent.

Effekten av att ändra massavedslängden, och därmed öka lastvikterna, på transportekonomin för 74 tonsfordon kan förefalla små (Tabell 5). Men tar man hänsyn till den årliga transportmängden för en timmerbil blir det fort stora pengar.

Tabell 5.
Beräknade kostnader för virket i det simulerade materialet för de fem transportalternativen listade ovan, vid 150 kilometer enkel väg.

	Konventionell		Grupp3		Grupp4
	3 travar Normal	3 travar Min 3,6 m	3 travar Normal	3 travar Min 3,6 m	4 travar Max 5 m
Timmermängd, ton	2 452	2 409	2 452	2 409	2 450
Timmermängd, procent av referens alt.	–	98,2 %	100 %	98,2 %	99,9 %
Värde av utfallande timmer, kr ¹⁾	1 570 315	1 546 249	1 570 315	1 546 249	1 569 744
Mängd massaved, ton	1 662	1 695	1 662	1 695	1 659
Mängd massaved i % av referens	–	102,0%	100 %	102,0%	99,8 %
Värde av utfallande massaved, kr ²⁾	380 463	387 855	380 463	387 855	379 797
Summa virkesvärde, kr	1 950 778	1 934 104	1 950 778	1 934 104	1 949 541
Virkesvärde i % av referens	–	99,1 %	100 %	99,1 %	99,9 %
Transportkostnad, kr/ton för massaved	117	113,5	104,5	100,7	104,4
Σ Transportkostnad massaved, kr	194 471	192 387	173 705	170 610	173 257
Σ Transportkostnad, timmer, kr ³⁾	245 200	240 900	245 200	240 900	245 000
Σ Kostnader vid industri, kr	2 390 449	2 367 391	2 369 683	2 345 614	2 367 798
Σ Kostnader i % av referens	–	101,0%	100,9%	101,9%	101,0%
Σ Kostnader i % av Grupp 3 Normal	99,1%	100,1%	–	101,0%	100,1%
Σ Ved- och transportkostnad för massaved fritt industri, kr/ton	346	342	333	329	333
Σ Ved- och transportkostnad för timmer fritt industri, kr/ton	757	755	745	743	745

¹⁾ Enligt gällande prislista från Holmen. ²⁾ Vid ett massavedsvärde om 220 kr/m³fub fritt avlägg. ³⁾ Vid 100 kr/ton, lika för alla bilar.

Transportkostnaderna i Tabell 5 är beräknade med Skogforsks kalkylmodell HCT-kalkyl vid ett genomsnittligt transportavstånd om 150 kilometer enkel väg. Eftersom kalkylmodellen bygger på att investeringen skrivs av per mil varierar kostnaderna mellan de olika fordonen på grund av att olika lastningstider resulterar i olika antal vändor per år (220 årsarbetsdagar) och därmed olika körsträckor per år. I kalkylen har kostnaden för timmertransporten hållits konstant på 100 kr/ton eftersom timret antagits alltid köras på fordonet *Grupp3-travar* då det långa timret inte får plats på *Grupp4-travar*.

Sett till enbart transportkostnaderna är *Normal* aptering av massaveden minst effektiv, medan transportkostnaderna för gruppbilarna är ganska likvärdiga oavsett apteringsalternativ. Men väger man även in virkesvärdesförluster, lastningstid och lastfyllnadsgrad ändras förhållandena en del. Skillnaden i transportkostnader för de bägge gruppbilarna beror helt på lastfyllnadsgraden.

För det konventionella fordonet är *Min 3,6 meter* mest fördelaktigt eftersom lastfyllnadsgraden då stiger från 97 procent till 100 procent, vilket sänker transportkostnaden med 3,5 kr/ton.

Att använda gruppbilarna tycks genomgående sänka kostnaderna jämfört med *Normal*, och då särskilt i alternativet *Min 3,6 meter*. Detta alternativ påverkar dock timmerutfallet en del vilket kan korrigeras med annan timmerprislista. Hur detta i sin tur skulle påverka analyserna ovan har inte undersökts.

Slutsatser

Utifrån de antaganden och förutsättningar som använts för denna analys kan man konstatera att;

- En anpassning av minsta massavedslängd till *3,6 meter* skulle vara fördelaktigt för alla tre fordonstyperna och påverkar virkesvärdet relativt lite. Framför allt är det timmerutfallet som påverkas något, men det bör kunna hanteras med en anpassning av prismatrisen.
- Gruppfordon är definitivt att föredra vid långa transporter och då i utföranden och apteringsalternativ som ger fulla lastvikter.
- Totalt sett är skillnaderna mellan fordonstyperna små. Resultaten är dock känsliga för variationer i virkespriser och särskilt apt-filernas styrprislistor. Att noggrannare analysera hur olika apteringsalternativ kan öka lastfyllnadsgraden på transporter och hur det påverkar virkesvärde och övriga kostnader vore mycket önskvärt.
- Resultaten för *Grupp4* uppvisar ett bredare och flackare optimum där den kan uppnå full lastfyllnad.

Referenser

VMF Qbera. 2012. Stambank.

<http://www.vmfqbera.se/default.asp?id=4924&ptid=4683&refid=4929>

Brunberg, T. & Lundström, H. 2010. Studie av lastningstiden med vanliga grupp-bilar och ST-Drag hösten 2010 i Värmland. Skogforsk. Stencil 2010-11-02.

Wilhelmsson, L. & Moberg, L. 2004. Viktsutredning – Råvolymvikter. Prognos för medelvärden och spridningsmått med hjälp av beräkningsmodeller och vägning vid mätstationer. Skogforsk, Arbetsrapport 569.

Opublicerade källor

Brunberg, T. 2016. Skogforsk. Personlig kommunikation baserad på opublicerat material.

Brunberg, T. 2016. Skogforsk. Personlig kommunikation baserad på konfidentiellt material.

Hansson, F. 2016. VMF Qbera. Personlig kommunikation baserad på erfarenhetstal av virkesmätning i Hälsingland.

Johansson, F. 2016. Personlig kommunikation baserad på erfarenhetstal av uppföljningar på ett flertal 74 tons timmerbilar.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2016

År 2016

- Nr 892 Ågren, K., Hannrup, B., Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. och Nordström, M. Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19. – Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder. 21 s.
- Nr 893 Ågren, K., Möller, J. J. och Bhuiyan, N. 2016. Utveckling av en standardiserad metod för kalibrering av volymsbestämning vid avverkning med flerträdshalterande skördaraggregat. – Development of a standardised method for calibrating volume measurements when using a multi-tree handling harvester head. 27 s.
- Nr 894 Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av grankotterost (*Thekopsora areolata*) med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. – Control of cherry spruce rust infection (*Thekopsora areolata*) by use of fungicides – Trials performed in 2014 and 2015. 10 s.
- Nr 895 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige. – Kunskapsläge och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materias. 55 s.
- Nr 896 Mohtashami, S., Nordlund, S., Krook, M., Bergkvist, I., Ring, E. & Högbom, L. 2016. Körskador vid slutavverkning – en inventeringsstudie i Mälardalen. 16 s.
- Nr 897 von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2016. Skotning av grot och rundved med en kombiskotare eller med två dedikerade skotare. 8 s.
- Nr 898 Rytter, L. & Mc Carthy, R. 2016. – Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2016 för Energimyndighetens projekt 30346. - Sustainable production of hybrid aspen after harvest – Final Report 2016 from Swedish Energy Agency Project 30346.
- Nr 899 Bhuiyan, N., Möller, J.J., Hannrup, B. & Arlinger, J. 2016. Automatisk gallringsuppföljning. – Arealberäkning samt registrering av kranvinkel för identifiering av stickvägsträd och beräkning av gallringskvot – Automatic follow-up of thinning- Stand area estimation and use of crane angle data to identify strip road trees and calculate thinning quotient.. 47 s.
- Nr 900 Pettersson, F. 2016. Effects of type of thinning and strip road distance on timber production and economy in the Scots pine field experiment at Kolfallet. Results after two thinnings and a 20-year study period.
- Nr 901 Eliasson, L., Mohtasami, S. & Eriksson, A. 2016. Analys av ett högproduktivt flissystem – Analysis of factors affecting a high productive chip supply system. 20 s.
- Nr 902 Enström, J., Asmomarp, V., Davidsson, A., Johansson, F., Jönsson, P. & Mohtashami, S. 2016. Transportsystemet Inlandsbanan – The Inlandsbanan transport system. 50 s.
- Nr 903 Klingberg, A., Persson, T. & Sundblad, L.G. 2016. Projektrapport – Fröskörd från tallfröplantage T2 Alvik – Effekt av inkorsning på planteringsresultatet i fält (projekt nr 244). – Project report Harvests from the T2 Alvik orchard – Effect of cross-pollination on operational planting outcome.
- Nr 904 Friberg, G. & Bergkvist, I. 2016. Så påverkar arbetsrutiner och markfuktighetskartor körskador i skogsbruket – How operational procedures and depth-to-water maps can reduce damage on soil and water and rutting in the Swedish forestry 28 s.
- Nr 905 Berlin, M. & Friberg, G. 2016. Proveniensval av Svartgran i Mellansverige. – Provenance choice of black spruce in central Sweden.. 22 s.

- Nr 906 Grönlund, Ö. 2016. Kontrollmätningens utformning vid chaufförens travmätning. – Quality control procedure for stack measurement by truck drivers. 16 s.
- Nr 907 Björheden, R. 2016. Mekaniserad avverkning av grova lövträd - en litteraturstudie. – Mechanised harvesting of large-size hardwood trees – a literature study. 26 s.
- Nr 908 Bhuiyan, N., Hannrup, B., Nordström, M. & Larsolle, A. 2016. Beslutsstöd för stubbskörd.– Utveckling av ett prototypprogram för snabbare implementering i skogsbruket. – Decision-support tool for stump harvest. – Development of prototype software for faster implementation in forestry. 22 s.
- Nr 909 Brunberg, T. & Lundström, H. 2016. Tidsåtgång och bränsleåtgång vid användning av sortimentsgripen 2014-Evaluation of assortment grapple 2014 in terms of processing time and fuel consumption. 19 s.
- Nr 910 von Hofsten, H., Eliasson, L., Lundström, H. & Granlund, P. 2016. Prestation och bränsleförbrukning för två stora trumhuggar avsedda för flisning på terminaler. – Production and fuel consumption for two large drum chippers. 14 s.
- Nr 911 Jonsson, R., Jönsson, H. & Lundström, H. 2016. Prestation och kostnader för slutavverkningsdrivare Komatsu X19 harwarder med snabbfäste. – Performance and cost in final felling for Komatsu X19. Harwarder with quick hitch. 40 s.
- Nr 912 Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. & Manner J. Prestation och kostnader för drivaren Komatsu X19 och tvåmaskinsystem med Komatsu 941 och 895 i grov slutavverkning – Performance and costs for the Komatsu X19 harwarder compared to Komatsu 941/895 harvester/forwarder in heavy-timber final felling. 38 s.
- Nr 913 Jönsson, P., Andersson, M., Hannrup, P., Henriksen, F. & Högdahl, A. 2016. Avverkningskapacitet för sågkedjor – en jämförande studie. – Cutting capacity of saw chains – a comparative study. 38 s.
- Nr 914 Skutin, S.G. & Bergqvist, M. 2016. Slutrapport – Rapport Bergtäkt. – Potentialer till kortare ledtider i miljöprövningen. – Final report of the 'Rock Quarry' project. Potential to shorten lead times in environmental assessment. 44 s.
- Nr 915 Ottosson, P., Andersson, D. & Fridh, L. 2016. Radarteknik för fukthaltsmätning – en förstudie. – Radar technology for measuring moisture content – a preliminary study. 23 s.
- Nr 916 Manner, J., Björheden, R., Jonsson, R., Jönsson, P. & Lundström, H. 2016. Prestation och drivningskostnad för drivarprototypen Komatsu X19 jämfört med ett konventionellt tvåmaskinsystem. – Productivity and logging costs of the harwarder prototype Komatsu X19 and a conventional CTL system. 27 s.
- Nr 917 Bergqvist, M., Björheden, R. & Eliasson, L. 2016. Kompakteringseffekter på skogsbilvägar. – Effect of compaction on forest roads. 24 s.
- Nr 918 Jönsson, P., Andersson, M., Hannrup, B., Henriksen, F. & Högdahl, A. 2016. Cutting capacity of saw chains – a comparative study. – Avverkningskapacitet för sågkedjor – en jämförande studie. Ss. 38.
- Nr 919 Asmoarp, V., Bergqvist, M., Frisk, M., Flisberg, Patrik & Rönnqvist Mikael. VägRust på SCA. En analys av vägupprustningsbehov på SCA Skog AB:s tre sydliga förvaltningar. – Decreased cost of logistics with RoadOpt. An analysis of road upgrading needs on three southern holdings at SCA Skog AB. 35 s.

År 2017

- Nr 920 Bergqvist, M., Bradley, A., Björheden, R. & Eliasson, L. 2017. Validering av STP (Surfacing Thickness Program) för svenska förhållanden – Validation of the Surfacing Thickness Program (STP) in Swedish conditions. 40 s.
- Nr 921 Eriksson, B. & Sääf, M. 2017. Branschanalys-Ekonomiska prestationer i entreprenadskogsbruket. – Sector analysis: economic performance in contractor forestry. 31 s.
- Nr 922 Söderberg, J., Willén, E. & Bohlin, J. 2017. Gallringspunkter från fjärranalys. – Identification of thinning needs using remote sensing. 14 s.
- Nr 923 Willén, E. & Mohtashami, S. 2017. Kartering av fornminnen i skogen med fjärranalys. – Identifying cultural heritage sites in forest with remote sensing. 32 s.
- Nr 924 Mörk, A., Englund, M. och Brunberg, T. 2017. Utvärdering av sortimentsgripen i simulator.
- Nr 925 Mc Carthy, R., Johansson, F. & Bergqvist, I. 2017. Högläggning med tre- och fyra-uddigt rivhjul. 15 s.
- Nr 926 Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wallgren, M., Weslien, J. & Willhelmsson, L. 2017. Hyggesfritt skogsbruk på landskapsnivå.
- Nr 927 Asmoarp, V. Davidsson, A., Flisberg, P. & Palmér Carl Henrik. 2017. Skogsbrukets möjlighet att utnyttja föreslagna BK4-vägar för 74-tonsfordon. – Evaluation of forestry sector potential to operate 74-tonne vehicles on the proposed BK4 roads. 28 s.
- Nr 928 Bergqvist, I. & Friberg, G. 2017. Lutningsindex – beslutsstöd vid markberedning. – Slope index – decision support tool for scarification.
- Nr 929 Arlinger, J., Möller, J.J., Eriksson, I. & Bhuiyan, N. 2017. Forestand – skördardata. – Standardisering av skördar-databaserade beskrivningar av uttag och kvarvarande skog efter gallring.
- Nr 930 Willén, E. 2017. Turordnings-planering –
- Nr 931 Eliasson, L. & von Hofsten, H. 2017. Prestation och bränsleförbrukning för en stor mobil flishugg. – Albach 2000 Diamant. – Productivity and fuel consumption of a large mobile wood chipper – Albach 2000 Diamant. 16 s.
- Nr 932 Englund, M., Mörk, A., Andersson, H. & Manner, J. 2017. Delautomatiserad skotarkran. – Utveckling och utvärdering i simulator. – Semi-automated forwarder crane. – Development and evaluation in a simulator. 28 s.
- Nr 933 Jonsson, R., Mohtashami, S., Eliasson, L., Jönsson, P. och Ring, E. 2017. Risning av stickvägar i slutavverkning – Effekter på spårbildning, skotarens bränsleåtgång, körhastighet, helkroppsvibrationer och skördarprestation. – The effect of slash reinforcement of strip roads on rutting, forwarder's fuel consumption, driving speed, whole body vibrations and harvester performance. 21 s.
- Nr 934 Bjurholm, A., Jansson, G., Thierfelder, T. & Nordström, M. 2017. Utvärdering av metoder för mätning av rundved i trave -en statistisk och ekonomisk analys. – Evaluation of methods for measuring roundwood in stacks – a statistical and economical analysis 67 s.
- Nr 935 Enström, J., Asmoarp, V., Bergqvist, M. & Davidsson, A. 2017. Förstudie för projektet Pilotimplementering av 74 ton. - Preliminary study for the Pilot Implementation of 74-tonne Vehicles project, commissioned by the Swedish Transport Administration. 50 s.

- Nr 936 Eliasson, L. & von Hosten, H. 2017. Acceleratorhastighetens effekt på Prestation, bränsleförbrukning och fliskvalitet för en större trumhugg – Bruks 1006.
– Effect of accelerator speed on productivity, fuel consumption and chip quality for a large drum chipper – Bruks 1006.
- Nr 937 Söderberg, J., Willén, E., Möller, J.J., Arlinger, J. & Bhuiyan, N. 2017. Utvärdering av utbytesprognoser med skogliga laserskattningar oich skördardata – Resultat från tre fall studier. 58 s.
- Nr 938 Högberg, K.-A. 2017. Effekter av förökningsmetod på plantors tidiga utveckling – Somatisk embryogenes på gran och sticklingförökning av tall. – Effects of propagation method on early development of plants – Somatic embryogenesis for spruce and cutting propagation for pine. 15 s.
- Nr 939 von Hofsten, H. & Arlinger, J. 2017. Transportekonomi vid massavedstransport med olika antal travar på 74-tons virkesbil-Teoretisk analys. – Transport economics in pulp wood transport – A theoretical analysis of number of stacks on 74-tonne trucks. 12 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

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

FORSKNING OCH UTVECKLING

Sex forskningsprogram och processer:

- Driftsystem
- Förädling
- Skogsskötsel
- Värdekedjor
- Digitalisering
- Skogliga samhällsnyttor

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.

Från Skogforsk nr. 939–2017



www.skogforsk.se