



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 881–2015

Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar

Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks

Henrik von Hofsten

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 881-2015

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

Titel:

Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar.

Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks.

Bildtext:

En fullastad flisbil på Söderenergis vågbrygga vid Nykvarnsterminalen.

Ämnesord:

Vågsystem, luftfjädring, fjädringsvågar, vägningsnoggrannhet.

Weighing system, onboard scales, air suspension, air suspension scales, weighing accuracy.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2015

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 då med HCT-fordon.

Abstract

The need for fast and accurate weighing of trucks has increased in recent years, for three main reasons. Hauliers want to maximise gross weight without risking overload. Onboard weighing could form a rapid and convenient basis of payment for the transport and for the cargo. The third reason is the growing number of proposals from authorities about greater control of heavy vehicles, including their weights and axle loads.

Skogforsk has carried out a number of studies to examine the accuracy of weighing using scale sensors incorporated into the air suspension of trucks. The results show that precision may be $\pm 1-2$ percent in favourable cases, but also that the systems are sensitive to incorrect use. Tensions easily arise in the air suspension systems that affect the results; in particular, the handbrake and slopes can be problematical. Consequently, weighing does not become precise until the vehicle has been driven a short distance; this is not optimal as the aim is to load the vehicle to the correct weight from the start, without a need to return and adjust the load.

The results suggest that weighing payloads using scales integrated in the air suspension system can form the basis of payment for larger quantities spread over several transports, because the weight errors even out over time. However, weighing using onboard scales should not be used as the basis of payment for individual loads. To optimise the payload, onboard suspension scales should be supplemented by, for example, a crane scale or similar.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Bakgrund	2
Material och metod	3
Lastbilsstudien.....	3
Driftsuppföljningsstudien.....	5
Resultat	6
Lastbilsstudien.....	6
Driftsuppföljningsstudien.....	7
Diskussion	9
Slutsatser.....	10
Referenser.....	10

Sammanfattning

Behovet av att kunna väga lastbilar på ett snabbt och noggrant sätt har bara ökat på senare år. Orsaken är mångfacetterad men kan sammanfattas i tre huvudorsaker. Av ekonomiska skäl vill man kunna lasta till maximal bruttovikt utan att riskera överlast. Vägning direkt på lastbilen skulle kunna utgöra en snabb och smidig betalningsgrund dels för transporten, dels för godset som transporterats. Slutligen kommer allt fler propåer från myndighetssidan om ökad kontroll av tunga fordon och dessas vikter och axelbelastningar.

Skogforsk har genomfört en del studier i syfte att bestämma med vilken noggrannhet vägning kan göras, med hjälp av vågsensorer i fjädringen på lastbilarna. Resultaten tyder på att precisionen kan vara $\pm 1-2$ procent i gynnsamma fall, men systemen är känsliga vid felaktigt handhavande. Det uppstår lätt spänningar i fjädringssystemen som påverkar resultaten, särskilt parkeringsbromsen och lutningar kan vara problematiska. Detta leder till att precisionen i vägningen är begränsad till dess fordonet körts en bit, vilket inte är optimalt då man vill kunna lasta till rätt vikt direkt utan att behöva köra tillbaka och justera.

Sammanfattningsvis tyder resultaten på att vägning i fjädringssystemen som betalningsgrund, kan fungera för större kvantiteter fördelat över flera transporter där viktfelet jämnas ut över tid. Men vägning i fjädringssystemen bör inte användas som betalningsgrund för enstaka lass. För optimering av lastvikten bör inte enbart fjädringsvägar användas utan komplettering med exempelvis en kranvåg eller liknande.

Bakgrund

Av både ekonomiska och miljömässiga skäl blir det allt viktigare att kunna nyttja den tillåtna lastvikten fullt ut i dagens transporter. Samtidigt kommer propåer från EU om att alla lastbilar ska kunna redovisa sin aktuella bruttovikt när som helst under transportarbetet, eventuellt till och med genom trådlös överföring till basstationer längs vägen. Vägning kan naturligtvis ske på många olika platser och på olika sätt men vägningsutrustning på lastbilar är i många fall ett kostnadseffektivt sätt att uppskatta lastad vikt. Genom att känna till det individuella axeltrycket på ekipagets hjulaxlar och fordonets bruttovikt kan man undvika att köra med överlast samtidigt som lastkapaciteten utnyttjas till fullo.

Vågutrustningen på dagens skogliga lastbilar är först och främst tänkt att fungera som hjälpmedel för att undvika överlast, men spridningen i mätresultaten anses vanligen vara för hög för att resultaten ska vara tillförlitliga. Därför måste man regelmässigt lasta 1,0 – 1,5 ton för lite för att vara säker på att undvika överlast, vilket kan vara kostbart (Löfroth & Nordén, 2003). Målsättningen är att på sikt hitta tekniska lösningar och system för att nå en mät noggrannhet som är tillräcklig för att uppgifterna ska kunna användas för att med säkerhet kunna lasta närmare ekipagets maximala bruttovikt – utan att riskera överlast, men även som underlag för ersättning av transporttjänster.

En vanligt förekommande teknik för skattning av lastvikten är vägning i fjädringen på fordonen. Vid luftfjädring tolkas tryckförändringar i systemet till våguppgifter och i bladfjädring används fjäderns böjning som indikation på vikten (Nylinder m.fl., 2015; Grönlund & Iwarsson Wide, 2014). Eftersom fjädringens huvudsakliga uppgift inte är att vara en våg, finns det en oundviklig brist på precision i dessa system. Vågsystemen i fjädringen kan installeras till en låg kostnad och finns som standard på många fordon som kör i Sverige, vilket gör att de kan komma att fylla en viktig funktion i framtida virkesmätning (Björklund, 2014). Genom att använda våguppgifterna från dessa system vid lastning av delade skäppor och sedan eventuellt korrigera vikterna vid inmätning skulle man kunna nå en godtagbar mätnoggrannhet till en låg mätkostnad.

Det ursprungliga syftet med denna studie var att undersöka om vågsystem monterade i fjädringen i lastbilar kan användas som en del av vederlagsgrundande mätning. Svaret skulle nås genom omfattande provvägningar av lastbilar med olika lastfyllnadsgrad och på olika underlag, för att på så sätt få en bild av mätnoggrannhet och spridning. Dessvärre, visade det sig svårt att hitta studie-bilar med kalibrerade vågsystem, som kunde avvaras från sitt ordinarie arbete i närheten av en lämplig terminal med vågbrygga, och där det finns möjligheter att luta ekipaget åt olika håll. De flesta terminaler är av naturliga skäl plana. Endast en lastbil studerades på det sätt som var avsett. Studien har sedan kompletterats med data insamlade inom Skogforsks projekt ETTdemo, där data från drygt 8 000 lastbilslass finns registrerade med såväl vikter från fjädringssystemen som VMF-godkända vågbryggor.

Material och metod

LASTBILSSTUDIEN

Lastbilen var en fyraxlig Scania med ett fyraxligt släp. Både bilen och släpet hade luftfjädring från Wabco på alla axlar, som bedömdes vara rimligt väl kalibrerade. Avläsning av våguppgifter sker på en skärm vid förarplatsen som visar vikterna för bilens framaxel och bakaxelgrupp, samt för släpets två boggiar var för sig. Bilen saknade egen kran utan lastas med truck eller separatlastare. Under studien lastades bilen med en av Töva-terminalens virkestruckar. Kontrollvägningen gjordes med Skogforsks fordonsvågar med en axel eller axelgrupp per vägning.



Figur 1.
Vägning av lastbilens trippel på Skogforsks fordonsvågar.

Här uppstod problem med de axlar som hade dubbelmonterade hjul, då de två hjulen tillsammans är bredare än vågplattan. Detta gör, att minutiös vågplacering krävdes för att det inre däckets inte skulle komma utanför vågplattan, och stödja mot marken eller mot vågens ramkonstruktion. Fördelen med att använda fordonsvågarna är att fjädringssystemets värden för enskilda axelgrupper, kan jämföras med fordonsvågarnas värden på ett sätt som inte är möjligt, då hela ekipaget vägs på en vågbrygga.

Först av allt gjordes en kontrollvägning av ekipagets tomvikt, varefter fjädringssystemet nollställdes. Därefter lastades bil och släp till cirka 30 procent av sin kapacitet, varefter fjädringsvågarna avlästes dels innan parkeringsbromsen släpptes, dels efter att den släpptes men innan bilen flyttades. Efter att ha kört ekipaget en bit lästes fjädringsvågarna av igen, för att sedan luta hela ekipaget cirka 5 procent och läsa av fjädringsvågarna ytterligare en gång. Slutligen gjordes en kontrollvägning på fordonsvågarna varefter ytterligare 30 procent lastades på. Därutöver gjordes några mindre stresstest av vågsystemen i mot- och medlut av olika grad, se Tabell 1.

Tabell 1.

Antal avläsningar av vågsystemet i luftfjädringen vid respektive lassfyllnadsgrad och placering av ekipaget.

	Lastfyllnadsgrad			
	33 Procent	50 Procent	66 Procent	100 Procent
Plant med broms	2	2	2	4
Plant utan broms	2	2	2	4
Plant efter körning	1		1	1
Lutning vänster	2	1	2	2
Lutning höger		2		2
Bilen i motlut			1	1
Släpet i medlut			1	1
Kraftigt motlut				1
Kraftigt medlut				1

DRIFTSUPPFÖLJNINGSSSTUDIEN

”KUBEL” (Kontinuerlig Uppföljning av Bränsle, Emissioner och Lastfyllnadsgrad), är ett delprojekt inom Skogforsks projekt ETTdemo. Syftet med ”KUBEL” är att följa upp bränsleförbrukning och därmed avhängiga emissioner samt lastfyllnadsgrad, på alla HCT-lastbilar (High Capacity Transport) som ingår i ETT-demoprojektet. För närvarande rör det sig om 16 bilar, varav 15 med maximal bruttovikt på 74 ton och en på 90 ton. Från dessa lastbilar har data samlats in för varje lass, sammanlagt 11 746 stycken. Tyvärr har inte alla lastbilar rapporterat vikterna både från fjädringsvågarna och från vågbrygga. I många fall har leverans skett till industrier utan våg och någon åkare använder inte fjädringsvågarna och har därför inte kalibrerat dem. Efter att ha sorterat bort alla sådana lass samt ytterligare fem lass där viktskillnaden mellan fjädringsvågarna och kontrollvågen översteg 10 ton återstod 3 402 lass från 14 lastbilar.

Eftersom de ingående bilarna är byggda på olika sätt och därmed har olika tjänstevikt har enbart viktskillnaden mellan fjädringsvågarna och kontrollvågen analyserats, uttryckt som:

Viktskillnad = fjädringsvåg-kontrollvåg.

Då det primära med denna studie var att studera precisionen i de faktiska vägningarna och inte hur väl kalibrerade de olika bilarna varit, var det nödvändigt att korrigera för spridningen i materialet orsakad just av kalibreringsfel. Som framgår av tabell 2 varierar storleken på den genomsnittliga viktskillnaden kraftigt mellan bilarna vilket försvårar analysen. Därför gjordes en korrigering av varje skillnad (Fjädringsvåg-Kontrollvåg) med medelvärdet för respektive bil. På så sätt kunde skillnader i kalibreringsnoggrannhet tas bort medan spridningen kring medelvärdet behölls.

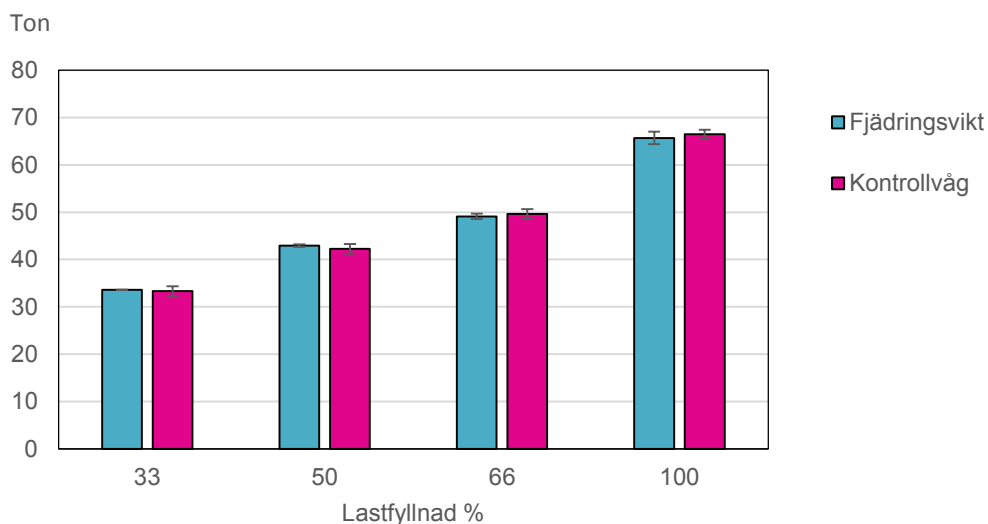
Viktavvikelse = viktskillnad-medelviktskillnad för fordonet.

Att data från HCT-fordon använts i denna analys i stället för data från konventionella 60-tonsfordon har liten betydelse för slutresultatet då det dels är samma typ av vågutrustning som används oavsett fordonstyp, dels är axelbelastningarna på HCT-fordon snarare lägre än högre jämfört med 60-tonsbilarna. Däremot är det fler axlar på HCT-fordon (von Hofsten and Funck 2015).

Resultat

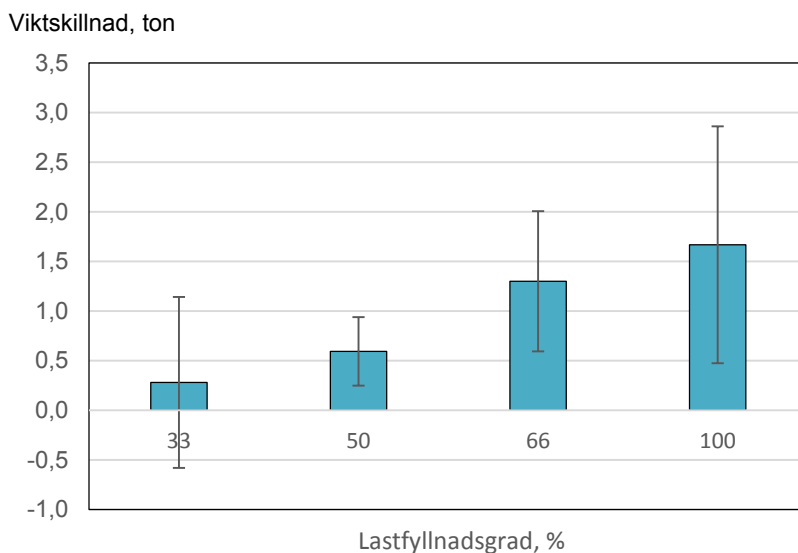
LASTBILSSTUDIEN

Resultaten från studien på Tövaterminalen visar att samstämmigheten mellan fjädringsvågarna och kontrollvägningen är tämligen god för den studerade fordonskombinationen oavsett lastfyllnad, Figur 2.



Figur 2.
Bruttovikter i ton vid olika lastfyllnadsgrad, vikterna enligt fjädringsvågarna jämfört med kontrollvågarna.
Felstaplarna anger standardavvikelsen.

De avvikelser som finns tycks öka med ökande bruttovikt, Figur 3, men med tanke på den stora spridningen kring respektive medelvärde kan inte skillnaden säkerställas statistiskt.



Figur 3.
Bruttoviktskillnad mellan fjädringsvågarna och kontrollvågarna vid olika lastfyllnadsgrad. Felstaplarna är standardavvikelsen, motsvarande cirka 65 procent av observationerna. Det kan tyckas som att avvikelserna ökar med ökande lastfyllnadsgrad men det kan inte påvisas statistiskt.

Genomgående har fjädringsvågarna överskattat vikterna jämfört med kontrollvågarna och överskattningen har ökat med ökande lastvikt från 0,84 procent överskattning vid 33 procent lastfyllnad, till ca 2,5 procent överskattning vid 100 procent lastfyllnad. Det tycks heller inte vara någon skillnad på hur fordonen stått (på plant eller lutande underlag) vid viktavläsningarna. Felen är ungefär desamma, med ett undantag. Det kraftiga med-/motlutet genererade stora fel med 7–8 procent skillnad, eller 4–5 ton vid fullt lass. Felet var dessutom olika beroende på lutningsriktning, fjädringsvågarna överskattade med 5 ton i motlut och underskattade med 4 ton i medlut. Här ska man dock komma ihåg att lutningen var så kraftig att parkeringsbromsen bara precis klarade att hålla ekipaget stilla.

DRIFTSUPPFÖLJNINGSSSTUDIEN

I materialet ingår fyra olika lastbilstyper med olika tjänstevikt och därmed olika maximal lastvikt, från ca 48,6 tons lastvikt till ca 65 ton. Detta påverkar dock varken viktskillnaden mellan fjädringsvågarna och kontrollvågarna eller spridningen i denna viktskillnad, Tabell 2.

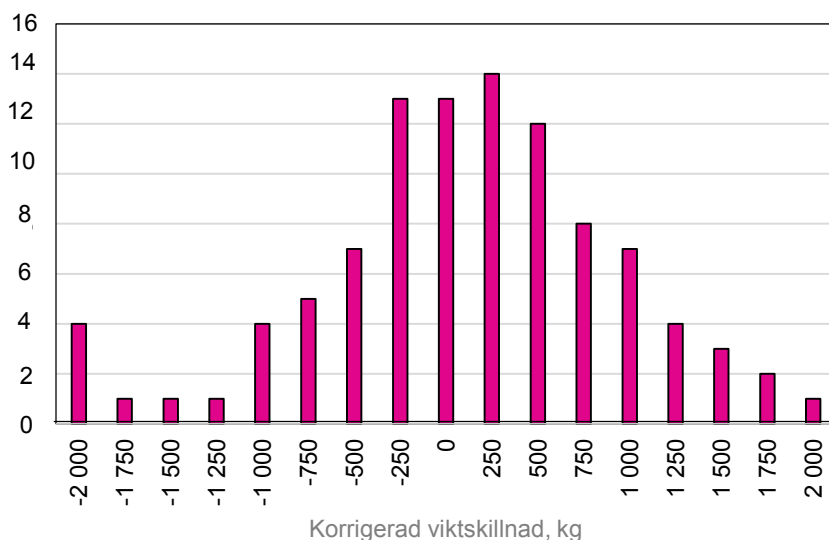
Tabell 2.

Genomsnittliga okorrigerade grundvärden för analysen. Alla vikter i kg. Kolumnen *Skillnad F-K* är viktskillnaden mellan fjädringsvågarna och kontrollvågarna.

ID	Fjädringsvåg	Kontrollvåg	Skillnad F-K	Standardavvikelse
A	89 150	88 350	800	141
B	90 385	89 077	1 307	1 770
C	68 749	69 100	-351	955
D	70 823	69 588	1 235	871
E	72 138	71 958	180	551
F	65 490	65 651	-161	563
G	72 384	72 115	269	516
H	72 612	72 899	-287	956
I	70 532	73 372	-2 840	733
J	67 111	71 450	-4 339	2 727
K	72 970	72 807	164	465
L	72 713	72 957	-244	1 236
M	70 020	70 660	-640	476
N	71 840	72 688	-849	802
Grand Total	72 823	72 797	25	1 471

Figur 4 ger en bild av hur viktavvikelserna fördelar sig kring 0-värdet (ingen skillnad). Fördelningen är skev. Drygt hälften av materialet, 51 procent, fördelar sig från cirka -250 kg till +500 kg d.v.s. fjädringsvågarna tycks i huvudsak överskatta vikterna, även efter korrigering för kalibreringsfel. Endast 13 procent av vägningarna var inom spannet -250 till +250 kg, stapel 0.

Andel av lassen

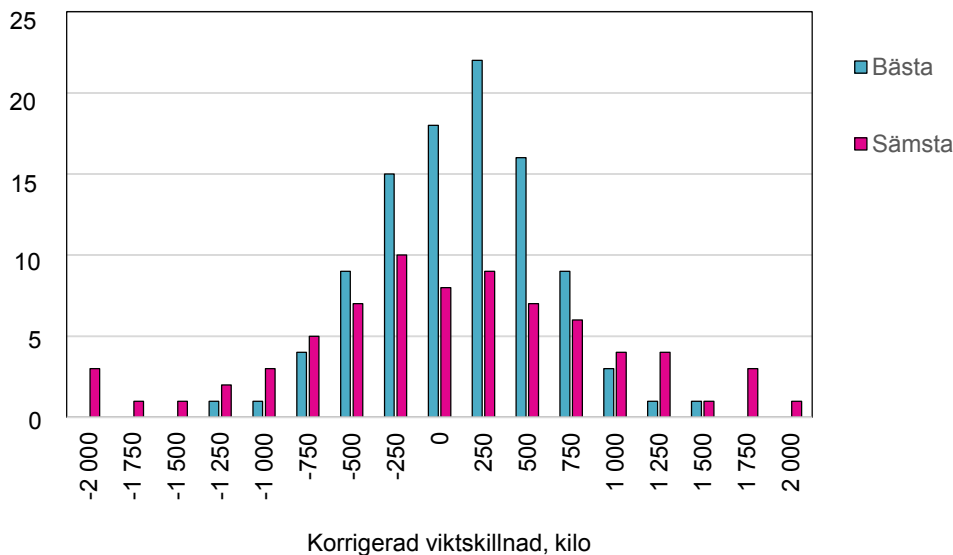


Figur 4.

Viktskillnad mellan fjädringsvågarna och kontrollvågarna. Negativa värden innebär att fjädringsvågarna underskattat vikterna. X-axeln visar respektive klassbotten, d.v.s. vikter mellan 500–749 kg finns i stapeln för 500 kg.

Som tidigare nämnts kalibrerar inte alla åkerier sina fjädringsvågar regelbundet, vilket säkert kan förklara en del av den stora spridningen i Figur 4. Men dålig kalibrering kan inte förklara hela spridningen.

Andel av lassen



Figur 5.

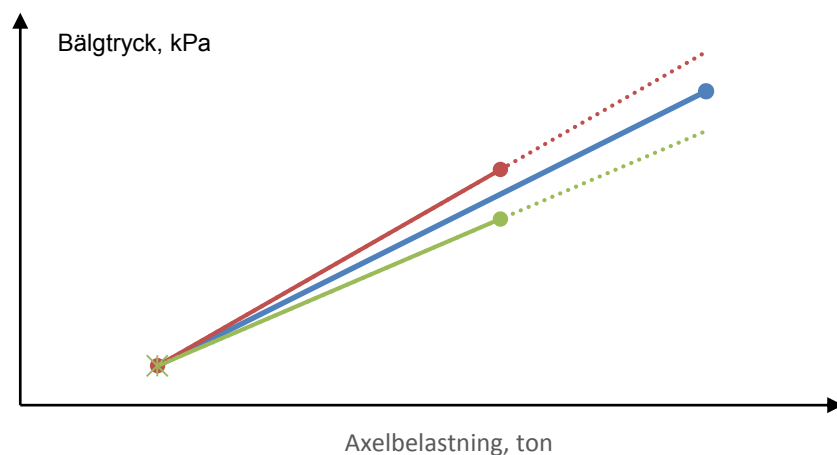
Viktskillnad mellan fjädringsvågarna och kontrollvågarna för de tre bilarna med minst spridning och för de tre med störst spridning. Negativa värden innebär att fjädringsvågarna underskattat vikterna.

I Figur 5 visas viktavvikelseerna från de tre bilarna med minst spridning och de tre med störst. Eftersom viktavvikelsen är korrigerad för det systematiska felet och kalibreringen i sig inte påverkar spridningen (Figur 6) måste det finnas ytterligare felkällor som inte är kända eller som inte framgår av datamaterialet.

Diskussion

Från bland annat åkarhåll får man ofta höra att precisionen i vägningen på fjädringsvågarna är sämre vid låga vikter än vid större, men i denna studie kan inga säkra belägg för ett sådant påstående hittas. Resultatet i Figur 3 tyder på att det snarare är tvärtom, men man bör då också komma ihåg att Figur 3 baserar sig på ett enda fordon och ett mycket litet antal vägningar. Det personliga intrycket under studien var att vågsystemet var mer robust än förväntat. Detta måste dock verifieras med fler studier på fler fordon.

Mätfelet tycks snarare vara procentuellt mot bruttovikten (Figur 3). Det man skulle kunna misstänka är att ekipaget kalibrerats vid en bruttovikt kring 50 ton i stället för de 60 ton som borde använts. Enligt släpvagnstillverkaren Parator AB är tryckökningen i fjädringen linjär mot vikten. Därmed kan man kalibrera i en punkt, som dock måste ligga nära fordonets maximala bruttovikt, Figur 6.



Figur 6.

Exempel på kalibrering av luftfjädringens vägning. Bältrycket stiger linjärt med axelbelastningen, blå linje. Om kalibreringen sker vid en axelbelastning som är lägre än den maximala och kommer lite fel, kommer mätfelet att öka med ökande axelbelastning över kalibreringspunkten, de streckade linjerna.

Om vi utgår från situationen att den blå linjen i Figur 6 visar den sanna tryckökningen i fjädringsbälgarna, varefter axelbelastningen ökar och att den blå punkten, är det korrekt kalibrerade trycket vid maximal axelbelastning. Om vi i stället kalibrerat systemet i den gröna eller röda punkten, alltså vid ett bältryck som inte återspeglar det maximala axeltrycket, och om dessa punkter dessutom kommit lite fel, hamnar vi i en situation där viktfelet ökar med ökande vikt. Kalibrering bör därför alltid göras vid en axelbelastning som snarare är högre än den tillåtna än lägre. Kalibreringsfelet kommer då att bli mindre vid normal vikt. Ytterligare en felkälla som kan komplicera, är om "noll-värdet", det gröna krysset, kommer fel. Då kommer hela linjen att få fel lutning, med påföljd att rätt vikt kanske aldrig uppnås eller bara uppnås i en enda punkt längs linjen. Det är således viktigt att kalibreringen görs korrekt även vid tom bil för att kalibreringslinjen ska bli så rättvisande som möjligt.

Oavsett hur väl kalibreringen är gjord, finns det alltid en spridning kring det korrekta värdet beroende av ett antal faktorer, varav några kan undvikas och andra inte. Vanliga felkällor kan vara den tidigare nämnda problematiken med felvisning innan bilen körts en sträcka eller bara dåligt handhavande av vägningsutrustningen. Man bör därför undvika att stå i lutningar när vågarna läses av, och se till att lufttrycket i luftbälgarna är ordentligt uppumpat. Andra felkällor, som är betydligt mer svårkontrollerade, kan exempelvis vara, att bilen råkar stå olyckligt med något hjul på en sten eller grop som påverkar lufttrycket eller om någon annan situation uppstår, som gör att det skapats spänningar i fjädringsutrustningen, vilka i sin tur påverkar vägningen. Eftersom det inte finns någon notering i KUBEL-materialet om när chaufförerna avläst fjädringsvikterna, före eller efter färd, går det inte att avgöra om detta är orsaken till den stora spridningen för vissa bilar eller om det beror på något annat.

Slutsatser

Det är fullt möjligt att få en rimligt bra vägning genom att använda lufttrycket i fjädringen med en precision på mindre än ett ton:

- Hela ekipaget måste stå på plan mark.
- Bromsarna bör inte vara ansatta.
- Systemet måste underhållas och verifieras med jämna mellanrum.
- Systemet är uppenbarligen känsligt för handhavandefel enligt punkterna ovan.

Referenser

Björklund, L. m. f. 2014. Mätning av trädbränslen.

von Hofsten, H. och Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. Skogforsk. Arbetsrapport 865.

Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2014. Lastindikatorer och lastbärrvågar. Skogforsk. Arbetsrapport 824.

Löfroth, C. & Nordén, B. 2003. Noggrannare kranvågar ger effektivare virkes-transporter. Skogforsk Resultat nr 22.

Nylinder, M., Fryk, H., Iwarsson Wide, M., Jönsson, P. & Grönlund, Ö. 2015. Vägning av skogsbränsle. Skogforsk. I rapporten Skogens energi – en källa till hållbar framtid.

2014 Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2014

- Nr 817 Arlinger, J., Brunberg, T., Lundström, H. & Möller, J. 2014. Jämförelse av JD1170E och JD1470E i slutavverkning hos SCA Skog AB hösten 2013. – Comparison of JD1170E and JD1470E in final felling at SCA Skog AB, autumn 2013. 29 s.
- Nr 818 Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. STIG-projektet 2010–2014. The STIG Project, 2010-2014. 19 s.
- Nr 819 Björheden, R. 2014. Studie av Fixteri FX15a klenträdsbuntare. – Study of Fixteri FX15a small-tree bundling unit. 21 s.
- Nr 820 Löfroth, C. & Brunberg, T. 2014. Bränsleförbrukningen hos rundvirkesfordon 2008 och 2013. Fuel consumption of roundwood vehicles in 2008 and 2013. 12 s.
- Nr 821 Jönsson, P., Hannrup, B., Gelin, O. & Löfgren, B. 2014. Utvärdering av sågenheten R5500 med avseende på kaptid och energiåtgång. – Evaluation of the R5500 sawing unit in terms of bucking time and fuel consumption. 24 s.
- Nr 822 Eliasson, L. & Johannesson, T. 2014. Effekten av olika bottensåll på prestation, bränsleförbrukning och flisens fraktionsfördelning för flishuggarna Kesla 645 och Eschlböck. Biber-92. – Effects of sieve size on chipper productivity, fuel consumption and chip size distribution for the chippers Kesla 845 and Eschlböck Biber-92. 18 s.
- Nr 823 Eliasson, L., Lombardini, C., Granlund, P., Magagnotti, N. & Spinelli, R. 2014. Prestation och bränsleförbrukning för en lastbilsmonterad Pezzolato PTH 1200/820 flishugg. – Performance and fuel consumption of a truck-mounted Pezzolato PTH 00/820 chipper. 12 s.
- Nr 824 Iwarsson- Wide, M. Grönlund, Ö. 2014. Lastindikatorer och lastbärarvågar. 15 s. – Load indicators and weighing devices on load carriers 12 s.
- Nr 825 Sikström, U. 2014. Föryngring av gran under högskärm: Försöksverksamhet vid Bergvik Skog-Uppföljning 2013. – Regeneration of Norway spruce under shelterwood: Comparison of two types of thinning at the preparatory felling. 48 s.
- Nr 826 Englund, M. 2014. Mätning av mental arbetsbelastning – En metodstudie. 27. – Measurement of mental workload-A method study. 31 s.
- Nr 827 Jönsson, P., Björheden, R. & Eliasson, L. 2014. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transporter av sko gsfis. – Destination and location exchange will reduce transportation distance. 11 s.
- Nr 828 Barth, A., Holmgren, J., Wilhelmsson, L. & Nordström, M. 2014. – Evaluation of single tree based estimates with terrestrial laser scanning in Sweden.
- Nr 829 Jacobson, S. 2014. Asktilförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus. – Revision av sex fältförsök. – Effect of application of wood ash on tree growth and nutrient status-Revision of six field experiments 32 s.
- Nr 830 Björheden, R. 2014. Proceedings of the Nordic Baltic Conference OSCAR14. Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25-27, NOVA Park Conference, Knivsta, Sweden. – Proceedings från den Nordiska Baltiska konferensen OSCAR14 Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25–27, 2014, NOVA Park Conference, Knivsta, Sverige. 114 s.
- Nr 831 Widinghoff, J. 2014. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST-vehicles. 21 s.

- Nr 832 Fridh, L. 2014. Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyzer. – Evaluation of the METSO MR Moisture Analyzer. 8 s.
- Nr 833 Eliasson, L., Lundström, H. & Granlund, P. 2014. Bruks 806 STC. – En uppföljande studie av prestation och bränsleförbrukning. – A performance and fuel consumption when chipping logging residues of beech 10 s.
- Nr 834 Sonesson, J., Berg, S., Eliasson, L., Jacobson, S., Widenfalk, O., Wilhelmsson, L., Wallgren, M. & Lindhagen, A. SLU. Konsekvensanalyser av skogsbrukssystem. – Täta förband i tallungskogar. 105 s.
- Nr 835 Eliasson, L. 2014. Flisning av bränsleved och delkvistad energived med en stor trumhugg–CBI6400. – Chipping of stem wood and partly delimbed energy wood using a large drum chipper, CBI 6400, at a terminal. 12 s.
- Nr 836 Johansson, F., Grönlund, Ö., von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2014. Huggbilshaverier och dess orsaker. – Chipper truck breakdowns and their causes. 12 s.
- Nr 837 Rytter, L. & Lundmark, T. 2014. Trädslagsförsök med inriktning på biomassaproduktion – Etapp 2. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 20 s.
- Nr 838 Skutin, S.-G. 2014. Simulering av TimberPro drivare med lastanordning i slutavverkning. – Drivare med automatisk lastning och nytt arbetssätt. – Simulation of TimberPro harwarder with loading device in final felling-Harwarder with automatic loading and new method of working. 19 s.
- Nr 839 Fridh, L. 2014. Evaluation of the METSO MR Moisture Analyzer. – Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyzer. s. 8.
- Nr 840 Andersson, G. & Svenson, G. 2014. Viktsutredningen del 2. Vägning för transportvederlag. – Weight study Part 2. Weighing for transport remuneration.
- Nr 841 Mullin, T. J. 2014. OPSEL 1.0: a computer program for optimal selection in forest tree breeding. – Opsel 1.0: Dataprogram för optimalt urval i skogsträdsförädlingen s. 20.
- Nr 842 Persson, T. & Ericsson, T. 2014. Projektrapport. Genotyp – Miljösamspel hos tall i norra Sverige. – Projektnummer 133. – Genotype-environment interactions in northern Swedish Scots pine. 12 s.
- Nr 843 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige – Kunskap slägeo och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materials. 55 s.
- Nr 844 Hofsten von, H., Nordström, M. & Hannrup, B. 2014. Kvarlämnade stubbar efter stubbskörd. – Stumps left in the ground after stump harvest 15 s.
- Nr 845 Pettersson, F. 2014. Röjnings- och gallringsförbandets samt gödslingsregimens (ogödslat/gödslat) effekter i tallskog på skogsproduktion och ekonomi. – Effects of spacing (pre-commercial thinning and thinning) and fertilisation regime (unfertilised/fertilised) on production and economy in Scots pine forest. 69 s.
- Nr 846 Pettersson, F. 2014. Behovet av borttillförsel vid kvävegödsling av barrskog på fastmark. – Boron additive needed in nitrogen fertilisation of coniferous forest on mineral soil. 32 s.
- Nr 847 Johannesson, T. 2014. Grövre bränsle en omöjlig uppgift? – Larger fuel chips an impossibility. – Biomass Harvest and Drying Training Seminar Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota. s. 16.
- Nr 848 Johannesson, T., Olson, S., Nelson, C. and Zagar, B. 2014. Biomass Harvest and Drying Education Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota. – Utbildning i skörd och hantering av skogsbränsle för Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnestota 13 s.

- Nr 849 Jönsson, P., Eliasson, L. & Björheden, R. 2014. Location barter may reduce forest fuel transportation cost. – Destinerings och lägesbyten för att effektivisera transporter av skogsflis. s 10.
- Nr 850 Englund, M., Häggström, C., Lundin, G. & Adolfsson, N. 2014. Information, struktur och beslut – En studie av arbetet i gallringsskördare och skördetröska. – Information, structure and decisions – a study of the work done by thinning harvesters and combine harvesters.
- Nr 851 Berlin, M., Ericsson, T. & Andersson-Gull, B. 2014. Plantval – manual med implementeringsteknisk bakgrund. – Plantval – manual and background to technical implementation. 57 s.
- Nr 852 Jansson, G. & Berlin, M. 2014. Genetiska korrelationer mellan tillväxt- och kvalitetsegenskaper – Genetic correlations between growth and quality traits. 26 s.
- Nr 853 Hofsten von, H. 2014. Utvärdering av 'TL-GROT' AB's stubbaggat. – Evaluation of the 'TL-GROT' AB stump harvester 10 s.
- Nr 854 Iwarsson Wide, M., Nordström, M. & Backlund, B. Nya produkter från skogsråvara – En översikt av läget 2014. – New products from wood raw material-Status report 2014. 62 s.
- Nr 855 Willén, E. 2014. Mobilt mätsystem för insamling av träd- och beståndsdata. – Mobile measurement system for collecting tree and stand data. 34 s.

2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistikköslösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning.
- Nr 858 Frisk, M., Rönqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vågrust – Projektrapport. 2015. – Vågrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Ring, E., Bishop, K., Eklöf, L., Högbom, L., Laudon, S., Löfgren, J., Schelker, R. & Sørensen, R. 2015. The Balsjö Catchment Study – Experiential set-up and collected data. 50 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolumerna? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas., Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, Johanna 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.

Nr	866	Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
Nr	867	Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser.
Nr	868	Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
Nr	869	Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av lågskärmar av björk.
Nr	870	Englund, M., Lundström, H., Brunberg, T. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
Nr	871	Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. 12 s.
Nr	872	Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
Nr	873	Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.
Nr	874	Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. 22 s.
Nr	875	Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. 15 s.
Nr	876	Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellerings av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
Nr	877	Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klana gallringar.
Nr	878	Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after storage on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
Nr	879	Eriksson, B., Widinghoff, J., Norin K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains.
Nr	880	Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
Nr	881	von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

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

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 881–2015



www.skogforsk.se