



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 824–2014

Lastindikatorer och lastbärrarvägar

Load indicators and weighing devices on load carriers

Örjan Grönlund & Maria Iwarsson Wide



SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 824–2014

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

Titel:

Lastindikatorer och lastbärarvägar.
Load indicators and weighing devices on load carriers.

Bildtext:

Lastcell monterad i lastbäraren på en dragbil.

Ämnesord:

Fordonsmonterade vågar, lastceller, vederlagsgrundande vägning, transportekonomi.
Truck-mounted scales, load cells, weight-based payment, transport economics.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2014

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



Örjan Grönlund, jägmästare. Arbetar inom skogsbränsleprogrammet på Skogforsk. Huvudsakligt arbetsområde är teknik- och metodutveckling för uttag av skogsbränsle i klena bestånd samt tekniker för vägning.



Maria Iwarsson Wide, jägmästare med kandidatexamen i biologi. Anställd på Skogforsk sedan 2007. Programchef för skogsbränsleprogrammet. Arbetade dessförinnan främst med teknik och metoder för uttag av skogsbränsle från klena bestånd- och långa vägkanter, avverkning i gallring och teknik för vägning.

Abstract

This project on weighing systems was divided into three parts. In part 1, existing systems for truck-mounted weighing were presented. Part 2 involved monitoring operations, with the aim of examining measurement accuracy in various weighing systems. In the final part, the economic potential afforded by greater measurement accuracy was calculated.

Vehicle-mounted weighing systems for trucks are mainly based on three techniques: strain gauges on load cells, air suspension systems, or load indication using measurement of compression of metal springs in the suspension system. The most suitable system depends on factors such as the type of suspension system on the vehicle and the desired level of accuracy in weighing.

In this study to monitor the precision of installed weighing systems, four vehicles were compared; to do this, a log of payloads was kept for one week, with 11–21 trips per vehicle. Two vehicles had their own weighing systems installed in the air suspension, one used pressure indicators, while the fourth used a crane scale to measure the payload.

The results showed that average deviations from the maximum load were 0.78 tonnes for vehicles with weighing devices fitted, and 1.03 tonnes for vehicles with no weighing device. This is the equivalent of 2.69 % and 2.91 % deviation from optimal payloads.

In the third stage of the study, in which the economic potential of measurement accuracy was examined, the aim was to reduce the frequency of underloading, while not permitting overloading in more than 5 % of cases. Compared with a vehicle without scales (measurement accuracy 2.5 %), the gain for a typical vehicle with a measurement accuracy of 2 % would be SEK 21 000 per year. If the accuracy is increased to 1 % the gain is SEK 53 000, at 0.5 % accuracy, SEK 92 000, and at 0.1 %, SEK 122 000 per year.

Förord

Studien har finansierats av programmet ”*Effektivare skogsbränslesystem – program 2011-2014*”, vilket ingår i Energimyndighetens temaprogram ”*Uthållig tillförsel- och förädling av biobränsle*”. ”*Effektivare skogsbränslesystem*” finansieras av Energimyndigheten, Skogsbruket, Bränsleanvändarna och Skogforsk.

Studiens driftsuppföljningar gjordes med hjälp av TM Henningssons Åkeri AB, Peter Lindqvist Åkeri AB och Skogsåkarna i Mellansverige AB. Skogforsk och författarna tackar alla inblandade för intresse, stöd och engagemang.

Uppsala 2014-09-04

Örjan Grönlund & Mia Iwarsson Wide

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	4
Tidigare studier.....	5
Målsättning.....	6
Material och metod	6
Existerande system.....	7
Vägning vid lastning	7
Vägning i fordonets luftfjädringssystem.....	7
Lastindikator för bladfjädrade lastbilar.....	8
Vägning med lastceller	8
Trådtöjningsgivare.....	9
Rammonterad vågutrustning	9
Driftsuppföljning av precision	10
Ekonomisk kalkyl av värdet av mätnoggrannhet.....	11
Diskussion	12
Slutsatser.....	13
Referenser.....	13
Personlig kommentar.....	13

Sammanfattning

I och med den pågående omarbetningen av virkesmätningssystemen kommer vägning av olika skogsbränslesortiment att bli alltmer aktuellt. Vägningssystem i lastbäraren på lastbilar är i många fall ett kostnadseffektivt sätt att uppskatta lastad vikt. Genom att veta det individuella axeltrycket på ekipagets hjulaxlar och fordonets totalvikt kan man undvika att köra med överlast samtidigt som lastkapaciteten utnyttjas optimalt. Vägningssystemen på dagens skogliga lastbilstransporter är i första hand tänkt att fungera som hjälpmedel för att undvika överlast men förhoppningen är att på sikt kunna nå en mätnoggrannhet som är tillräcklig för att uppgifterna skall kunna användas som underlag för ersättning för transporttjänster.

I genomförandet delades detta projektet in i tre steg, där det första var att presentera existerande system för lastbilsmonterad vägning. Steg två var driftsuppföljningar i syfte att mäta mätnoggrannheten i olika vägningssystem. Slutligen gjordes en kalkyl för den ekonomiska potentialen för ökad mätnoggrannhet.

Fordonsmonterade vägningssystem för lastbilar kan i huvudsak bygga på tre olika tekniker; vägning med hjälp av lastceller (trådtöjningsgivare), vägning i luftfjädringssystemet alternativt lastindikation med hjälp av mätning av hoptryckningen av metallfjädrarna i fjädringssystemet. Vilket system som är mest lämpligt beror bland annat på vilken typ av fjädringssystem som fordonet har och vilken noggrannhet som önskas vid vägning.

En lastcell är en typ av sensor som mäter krafter genom att mäta töjningen vid mekanisk belastning. För att få högsta mätnoggrannhet krävs att fordonet står plant. Lastceller monteras vanligen i lastbäraren men kan också limmas fast på fjädern (fjädringen) och mäta dess rörelse. Lastcellerna är den dyraste vägningssystemet men de är typgodkända, kan verifieras och ger mätvärden med en precision på $\pm 0,1$ %.

Lastbilar har olika fjädringssystem, där bladfjädring och luftfjädring är de vanligaste typerna. Med hjälp av sensorer kan man mäta lufttrycket i fjädringen och med hjälp av en datormodul omvandla detta till en viktregistrering som sedan presenteras i lastbilshytten. Dagens system kan redovisa vikt på varje axel, för bil respektive släp, eller summerat för hela ekipaget. Noggrannheten håller sig normalt inom $\pm 1-3$ % när fordonet står obromsat på en plan yta.

Vid vägning genom bladfjädringen utnyttjas en fjäder med känd styvhet. För varje belastning som läggs på fjädern gäller då en specifik nedböjning av fjädern. I bladfjädringen tolkas fjäderns kompression som en indikator på vikten på ekipaget och mäts med trådtöjningsgivare fästa på fjädringen. Genom att mäta vikten i fjädringen ges man tillfälle att mäta på respektive axel och dessa system är relativt enkla att installera då de till stor del utnyttjar fordonets förutsättningar. Mätnoggrannheten uppges av tillverkarna hålla sig inom $\pm 1-3$ %.

Vid uppföljning av precisionen i installerade vågsystem jämfördes fyra fordon som förde en loggbok över lastvikterna under en vecka med 11–21 körningar per fordon. Två fordon hade egna vågsystem installerade i luftfjädringen, ett använde tryckindikatorer medan det fjärde fordonet använde en kranvåg som indikator på lastvikten. Uppföljningen visade att avvikelserna på totallasten var i genomsnitt 0,78 ton från maxlast för lastbilarna med fordonsvågarna och 1,03 ton för fordonen som inte hade vågar på bilarna. Detta motsvarar 2,69 % respektive 2,91 % avvikelse från optimal lastvikt.

I studiens tredje steg med en kalkyl på mätnoggrannhetens ekonomiska potential användes ett räkneexempel. Exemplet avser ett fordon med en genomsnittlig lastvikt på 42 ton vid transporter av rundvirke, t.ex. delkvistad energived och att lastbilen kan köra 1 000 vändor per år. Målsättningen är att minska förekomsten av underlaster samtidigt som man inte tillåter överlaster och vinsten av minskade underlaster stiger med fordonsvågarnas mätnoggrannhet. Jämfört med att inte ha några vågar (mätnoggrannhet 2,5 %) blir vinsten för exempelfordonet med en mätnoggrannhet på 2 % 21 000 kr på ett år. Ökar man noggrannheten till 1 % blir vinsten 53 000 kr, vid 0,5 % noggrannhet 92 000 kr och vid 0,1 % 122 000 kr per år.

Bakgrund

Vägning av gods och fordon kan användas för olika ändamål där kraven på noggrannhet även varierar beroende av vilket godsslag som avses mätas. Vägningen kan syfta till:

- Ersättning för frakten.
- Ersättning för materialet/godset som levereras t.ex. antal ton/m³ grus.
- Vägning av fordons bruttovikter för efterlevnad av bestämmelser.
- Vägning av axel/boggilaster för efterlevnad av bestämmelser.
- Vägning som debiteringsgrund för användning av infrastruktur.

Vid transporter av skogsbränslen kan vägningen framför allt ha två syften, att utgöra ett underlag för ersättning och att vara ett medel för att undvika under- och överlaster. I och med den pågående omarbetningen av virkesmätning-lagen kommer vägning av olika skogsbränslesortiment bli alltmer aktuellt. För att kunna beräkna uttagen volym och prestation i syfte att ersätta entreprenörer och skogsägare vill man i dag i många fall kunna väga skogsbränslesortimenten så tidigt i affärsleden som möjligt. Med hjälp av torrhaltmätningar kan man sedan med säkerhet beräkna energiinnehållet i uttaget och därefter ersätta maskinförare, transportörer och skogsägare för drivningsarbetet respektive materialet.

I Skogsstyrelsens gällande föreskrifter och instruktionerna från Virkesmätningrådet (VMR) klargörs att vid vägning av partier av rundvirke med en råvikt större än 10 ton men mindre än 100 ton ska den bestämda vikten inte avvika mer än 4,5 % från den riktiga vikten, för partier större än 100 ton är kravet 3 % (Virkesmätningrådet, 1999a). Virkesmätning Kontroll (VMK) har anvisningar för kontroll av statiska fordonsvågar som används för vederlagsmätning utförd av ett VMK-auktoriserat virkesmätande företag. Avvikelsen får på dessa vågar vara högst 20 kg i intervallet 0 – 10 000 kg och en avvikelse på högst 40 kg tolereras vid vikter på 10 000 – 40 000 kg. Dessa vägningar förutsätter en typgodkänd våg som genomgår årliga kontroller (VMK, 2011). I instruktionerna för mätning av biobränslen framgår att vid vägning skall vikterna anges i ”högst 100 kg” (Virkesmätningrådet, 1999b).

Vägverket har undersökt förekomsten av överlast och konstaterade vid mätningar 2006 att ca 30 % av alla tunga fordon (över 35 ton) körde med överlast. Det finns många anledningar till att man vill undvika överlast på de svenska vägarna. Överlasterna bidrar bland annat till ökat vägslitage och ger allvarigare skador vid trafikolyckor där tunga fordon är inblandade. Samhället försöker stävja överlast genom böter och mottagningsplatser ger ofta inte ersättning för de laster som är över 60 ton då denna ersättning skulle snedvrída konkurrensen och ge incitament för att köra med viss överlast. Samtidigt är ingen intresserad av att fordonen ska köra med underlast då det försämrar transportekonomin och ökar mängden utsläpp per transporterat ton. Ett praktiskt tillämpbart system för vägning förutsätter ett antal egenskaper. Föraren, eller den som lastar, måste kunna se axeltryck och bruttovikter på både lastbil och släp. Vikt per axel, axelgrupp och bruttovikt ska kunna presenteras för föraren tillsammans med tillåtna värden. Viktdata ska kunna lagras tillsammans med tid och identifikation. Det finns även system där vågarna kan kopplas in i ett informationssystem och avläsas av andra. Detta ger nya möjligheter i ansvarsfrågan, ruttplanering, rederiers fordonslastning etc. Nya krav på trådlös identifikation och redovisning av aktuell fordonsstatus på lastbilar vid exempelvis inträdet i tunnlar gör det möjligt att lägga till funktioner som även redovisar aktuell vikt på fordonet (Anon. 2007).

TIDIGARE STUDIER

Bygg- och anläggningsföretaget Skanska har genomfört en utvärdering av tre olika vägningsmetoder vid lastning av lastbilar (Skanska, 2012). Syftet med undersökningen var att söka den metod som gav bäst ekonomi i avvägningen mellan installationskostnaden för vägsystemet och de besparingar som görs genom ökade laster och minskade risker för överlast med efterföljande böter och straffavgifter. De tre system som studerades var rammonterade lastceller, vågar som kände av lufttrycket i fjädringen och slutligen ett fordon som saknade vågar och enbart förlitade sig på förarens egen bedömning av när full last hade uppnåtts. Utifrån föresatsen att inte lasta med överlast mer än 2,5 % av fallen konstaterades att medellasten kunde ökas med 210–560 kg med tryckmätare och 820 kg med lastceller jämfört med om lastningen enbart skedde på erfarenhet. Rapportens slutsats är att det, för dessa anläggningsfordon, är ekonomiskt motiverat att installera tryckmätarna medan lastcellernas höga installationskostnad (175 000 kr i exemplet) inte kunde motiveras av den ökade lastförmågan.

Skogforsk i samarbete med SP (Sveriges Tekniska Forskningsinstitut) undersökte 2006 förutsättningarna för kranvågar under skogliga förutsättningar och vilka krav som är rimliga och önskvärda att ställa på dessa (Löfroth, Marcusson och Jonsson, 2006). Studiens slutsatser är att man bör dela in vågarna, och vägningarna, i fyra klasser där precisionen från 1–2 % största tillåtna avvikelse i klass 1 via <4 % i klass 2, <10 % i klass 3 och en övrig klass.

I Finland används en metod vid vägning i skotningen av skogsbränslen där man inom skogsbranschen nått en överenskommelse om godtagbara mätfel och hur dessa ska hanteras. Genom att kalibrera vågarna ofta och ha en relativt stor tolerans för felmätningar i det individuella lasset, anser man sig ha utformat en metod som inte medför allt för stora störningar i arbetet, är kostnads-effektiv och fungerar som underlag för ersättning till markägare och entreprenörer (Lindblad, 2011).

Målsättning

Projektet är indelat i tre steg:

Steg 1 – Presentation av existerande system för fordonsmonterad vägning

Steg 2 – Driftsuppföljning av precisionen i vägningen av skogsbränslen på olika system för fordonsmonterade vågar.

Steg 3 – Kalkyl av den ekonomiska potentialen av ökade lastvikter.

Projektet inriktade sig på att klarlägga existerande system och precisionen i dessa. Frågor kring kalibrering och kontroll hanteras i ett särskilt projekt av VMU.

Material och metod

Studiens första steg är en kunskapsmanställning som samlat data från tidigare forskning och kompletterat det genom kontakter med tillverkare och åkare.

Studiens andra steg gjordes som driftsuppföljningar på fyra fordon. Varje fordon följdes under en till två veckor och registrerade för mellan tio och tjugokörningar. För utvärderingen av installerade vågsystem gjordes löpande registrering av viktuppgifterna på två fordon vid lastning, körning och lossning. Dessa jämfördes med de uppgifter som registrerades vid invägning. Båda fordonen var Scania R620 lastbilar, påbyggda med Bruks 805 flihhugg. Den ena bilen var utrustad med luftfjädringssystem och viktindikatorer från Scania medan det andra fordonet hade ett vågsystem som registrerade vikten utifrån fordonets bladfjädrade framaxel och för övriga luftfjädrade axlar. Som en referens gjordes uppföljningar på två fordon som inte hade installerade fordonsvågar. Det ena fordonet hade tryckklockor som indikerade kompressionen av fjädringen och därigenom lastvikten medan det andra fordonet använde lastfordonets kranvåg för att nå en önskad totalvikt. Genom att veta den inmätta vikten vid mottagande industri och samtidigt förutsätta att samtliga fordon haft för avsikt att nå maximal last erhöles ett mått på precisionen i metoderna.

Studiens tredje steg, kalkyler på värdet av mätnoggrannheten, gjordes genom att kombinera resultaten om vågsystemens mätnoggrannhet från Steg 2 med Skogforsks transportkalkylprogram Transam.

Existerande system

Det finns olika tekniska lösningar för att väga fordon och deras last. Vilket system som är mest lämpligt beror bland annat på vid vilken tidpunkt man vill utföra vägningen och i vilket syfte man genomför vägningen.

VÄGNING VID LASTNING

Möjlighet finns att utnyttja andra vågar än de fordonsmonterade för att få en uppfattning om mängden material som transporteras. Man kan exempelvis ha viktuppgifter från skotningen av groten, kranvågen på flishuggen, vågen i en hjullastare på en terminal, fordonsvågen vid mottagande industri eller kranvågen på en skopbil. Alla dessa metoder kan ge en uppfattning om mängden material som transporteras. Det stora problemet, som gör dessa metoder otillräkneliga, är att de endast ger en uppfattning om totalvikten och ingen uppfattning om viktfordelningen per axel, som är den vanligaste källan till överlast.

VÄGNING I FORDONETS LUFTFJÄDRINGSSYSTEM

Luftfjädring ger hög komfort och mjukare fjädring, vilket generellt möjliggör högre hastighet men systemet är känsligare och tar mycket stryk om man kör för fort. Luftsystem är dyrare och förutsätter att man har skivbromsar som på samma sätt är behagligare men mer känsligt.

Lastbilar med luftfjädringar, där fordonet bärs upp av en luftbälge innehållande trycksatt luft, är vanligtvis utrustade med tryckklockor som visar trycket i systemet. Dessa tryckklockor är den enklaste varianten av vägning och ger ett relativt mått på belastningen på varje axel. Vid vägning i luftfjädringen utnyttjar man att trycket i fjädringen måste ökas för att möta den stigande belastningen, vilket gör att ett känt tryck antas motsvara en viss vikt. Luftfjädrade lastbilar är på detta sätt utrustade med en inbyggd vågutrusning.

Uppgifterna kan redovisas som vikt på varje axel, för bil respektive släp, eller summerat för hela ekipaget. Genom släpets luftfjädringssystem kan man få en god skattning av vikten när man befinner sig nära maxlasten då systemet är kalibrerat för högsta precision i det intervallet. För att överföra uppgifterna från luftbälgarna krävs att fordonet är utrustat med ABS-bromsar. Noggrannheten håller sig normalt inom $\pm 1-3$ procent när fordonet står obromsat på en vågrät yta på exempelvis en terminal. Vid lastning av bromsat fordon får man räkna med lägre precision, men uppgiften ger ändå en god indikation på lastvikten. Scania anger att viktuppgiften med nuvarande system håller sig inom ± 300 kg per axel d.v.s. ca ± 4 % för dragbil med tre axlar.

LASTINDIKATOR FÖR BLADFJÄDRADE LASTBILAR

Bladfjädringen på lastbilar är en relativt enkel konstruktion som har få förslitningsdelar samtidigt som den klarar av stora belastningar. Detta har lett till att bladfjädringen är den vanligaste fjädringstypen på lastbilarnas framaxel, som är den axel som utsätts för störst belastning.

En bladfjäder består av bågformade blad som likt en pilbåge ger möjlighet att fjädra. Trapetsfjäders konstruktion är konstruerad med flera blad som ligger ovanpå varandra. Bladet längst upp är det längsta, de under blir kortare, ett efter ett. Eftersom bladen ligger på varandra måste de glida mot varandra inbördes för att fjädern ska kunna böjas. Detta leder till att trapetsfjäders konstruktion kan få en betydande friktion mellan bladen, vilket ger en stor osäkerhet när det gäller att visa nedböjningen av en kraft. I en parabelfjäder ligger inte bladen med kontaktytor mot varandra. Denna luftspalt ger fjädertypen en mindre mängd inneboende friktion. Detta ökar precisionen vid bestämningen av en pålagd last.

Bladfjädrade lastbilar har ofta ingen möjlighet till lastdetektering och kan därigenom lastas med betydande överlast utan att chauffören är medveten om detta. Ett möjligt sätt att beräkna vikten är att använda en fjäder med känd styvhet. I bladfjädringen tolkas fjäderns kompression som en indikator på vikten på ekipaget och kan mätas med trådtöjningsgivare fästa på fjädern.

Systemen med vägning i fjädern förväntas hålla lika länge som fordonet det är installerat på. Ett system för att registrera fordonets vikt via fjädern kostar ca 50 000 till 60 000 kr för ett normalt ekipage beroende på antalet axlar och typ av fjädring. Vågsystem i bladfjädringen är lite dyrare att installera än för luftfjädringen. Förutsatt att systemet utsätts för ett normalt slitage och en god tillsyn uppger tillverkarna att systemet vid maxlaster ska hålla samma precision som vägning genom luftfjädringen.

VÄGNING MED LASTCELLER

En lastcell är en typ av sensor som mäter krafter. Normalt sett används de för mätning av tyngd. En lastcell är konstruerad med hjälp av trådtöjningsgivare kopplade i lämplig brygga. Lastcellerna mäter töjningen vid mekanisk belastning. Givaren ger en elektrisk utsignal proportionellt mot lasten som analyseras vidare i ett instrument och presenteras som en vikt.

Lastcellerna kan typgodkännas och verifieras och ger mätvärden med en precision på $\pm 0,1\%$. Lastbärrävar med lastceller har i princip samma mätnoggrannhet som fordonsvägar, men är känsligare, t.ex. för stötar. Vissa typer av lastceller går lätt sönder, kräver omkalibrering och service. För att få en god mätnoggrannhet på de icke verifierade vägar krävs att fordonet står plant. Töjningsgivaren kan antingen monteras i chassit, limmas fast på fjädern (fjädringen) och mäta dess rörelse, eller limmas direkt på axeln.

Lastcellerna kan konstrueras på många olika sätt som ofta namnges efter hur de ser ut. De flesta lastceller bygger på samma princip och nästan alla har en trådtöjningsgivare. Vilken typ av lastcell man väljer beror på ofta på krav på utformning och belastningssätt. Lastceller behöver cirka 10 centimeters spelrum, vilket påverkar lastutrymmet i ekipaget.

Systemet med lastceller är anpassat för en situation då vederlagsgrundande transporter görs med material som har ett högt kilopris. Kostnaden för installation är hög samtidigt som behovet av hög precision i vägning inom skogssektorn inte upplevs som stort. Detta gör att det i dag inte finns någon svensk åkare som har investerat i ett lastcellsystem för transporter av skogsprodukter. Systemet är robust och uppges med regelbundet underhåll hålla för 100 000 000 lastningar, vilket gör att systemet kan flyttas när lastbilen är uttjänt. Lastcellerna installeras för att endast registrera lastens vikt och ger inga uppgifter om ekipagets totalvikt. Priset för systemet är i storleksordningen 20 000 kr per lastcell för material och installation och ett normalt ekipage med bil och släp behövs tolv lastceller för att få precisa mätningar (Alsenholt, J. pers. komm. 2013), d.v.s. en total kostnad om ca 240 000 kronor.

Trådtöjningsgivare

Töjningsgivare är den elektriska komponenten i en lastcell som förenklat kan beskrivas som en ledare med elektrisk resistans (motstånd). När ledaren, tråden utsätts för en förlängning eller ”förkortning” ändras resistansen i den. Genom att mäta resistansförändringen kan vi få en uppfattning om hur mycket och åt vilket håll materialet töjs.

I allmänhet väljer man relativt höghållfasta material för att uppnå en stor töjning med bibehållen säkerhet mot brott. I många lastceller utgörs mätområdet av en materialtöjning på ca 1 promille. Avancerad elektronik kan sedan dela upp resistansförändringen i ett antal skaldelar, t.ex. newton. Omräkningen sker med hjälp av ett känt förhållande, som konstaterats vid en kalibrering. Kalibreringen går till så att givaren (stålstycket) belastas med en känd kraft på samma sätt som sker i den tilltänkta applikationen. Resistansförändringen lagras i form av en omräkningsfaktor i elektroniken.

Rammonterad vågutrustning

Rammonterad vågutrustning är ett mätinstrument där vikten registreras med hjälp av ett antal lastceller. Lastcellerna monteras mellan lastbilens ram och lastbärarens ram eller fästen. Antalet bestäms av lastens storlek och lastcellernas mätområde. Lastcellerna kopplas till ett digitalt våginstrument och kalibreras.

Bassystemet består av ett antal givare (lastceller) och ett elektroniskt mätinstrument (våginstrument). Maximal prestanda hos den mobila vågen fås när lastcellerna installeras mellan den lastbärande överbyggnaden och fordonets chassiram, d.v.s. bär den totala vikten av överbyggnaden plus nyttolasten.

Tre faktorer som kan påverka noggrannhet och prestanda hos vågsystemet är maximal last som bärs upp av lastcellerna, maximalt avstånd mellan lastcellerna och belastning från överhäng på lastcellerna.

Driftsuppföljning av precision

Driftsuppföljning har samlats in från fyra olika huggbilar under våren 2013, med 10 till 20 upprepningar per fordon. En helluftad Scaniabil med ett av Scania installerat system, en huggbil med bladfjädrad framaxel och resten luftfjädring. Därefter två bilar, som båda arbetat utan våg på bilen men med olika metoder för att skatta vikterna, kranvåg respektive tryckklockor.

Tabell 1.

Viktavvikelser i ton jämfört med en fast fordonsvåg för studiens två fordon med installerade lastbärarvågar.

Fordonstyp	Måttenhet	Avvikelse i ton		
		Vid avlägg	Efter 2 km	Vid mottagare
Bladfjädrad framaxel Övrig luftfjädring	Medel	0,598	0,36	0,29
	Standardavvikelse	1,20	0,87	0,65
Endbart luftfjädring	Medel	-1,05	-1,160	-2,83
	Standardavvikelse	1,53	1,95	1,28

Det kombinerade systemet med blad- och luftfjädring visar på lägre systematiska fel och standardavvikelser, jämfört med det helluftade systemet. Båda systemen var relativt nyinstallerade vid tiden för uppföljningen.

Tabell 2.

Viktavvikelser i procent jämfört med en fast fordonsvåg för studiens två fordon med installerade lastbärarvågar.

Fordonstyp	Måttenhet	Avvikelse i procent		
		Vd avlägg	Efter 2 km	Vid mottagare
Bladfjädrad framaxel Övrig luftfjädring	Medel	1,0	0,6	0,5
	Standardavvikelse	2,0	1,4	1,1
Helluftad lastbil	Medel	-1,7	-2,0	-2,0
	Standardavvikelse	2,5	3,5	3,5

Viktavvikelserna uttryckt i procent visar på låga systematiska fel och standardavvikelser i båda fallen, framför allt för bilen med det kombinerade fjädrings-systemet. Observera att systemet med bladfjädring har en större avvikelse vid avläsning direkt på avlägget jämfört med efter 2 kilometer och vid industrin. Detta beror alltså på att fordonet måste rulla iväg en bit så att alla eventuella sättningar som uppstår vid stillastående löses upp och fjädern utsätts för korrekt belastning.

Tabell 3.

Viktavvikelser från målvikten 60 ton för studiens två lastbilar utan lastbärarvågar.

	Avvikelse från 60 ton			
	Skopbil med kranvåg		Flisbil med klockor	
	Ton	Procent	Ton	Procent
Medel	-0,95	-2	1,12	2
Standardavvikelse	1,64	3	1,03	2

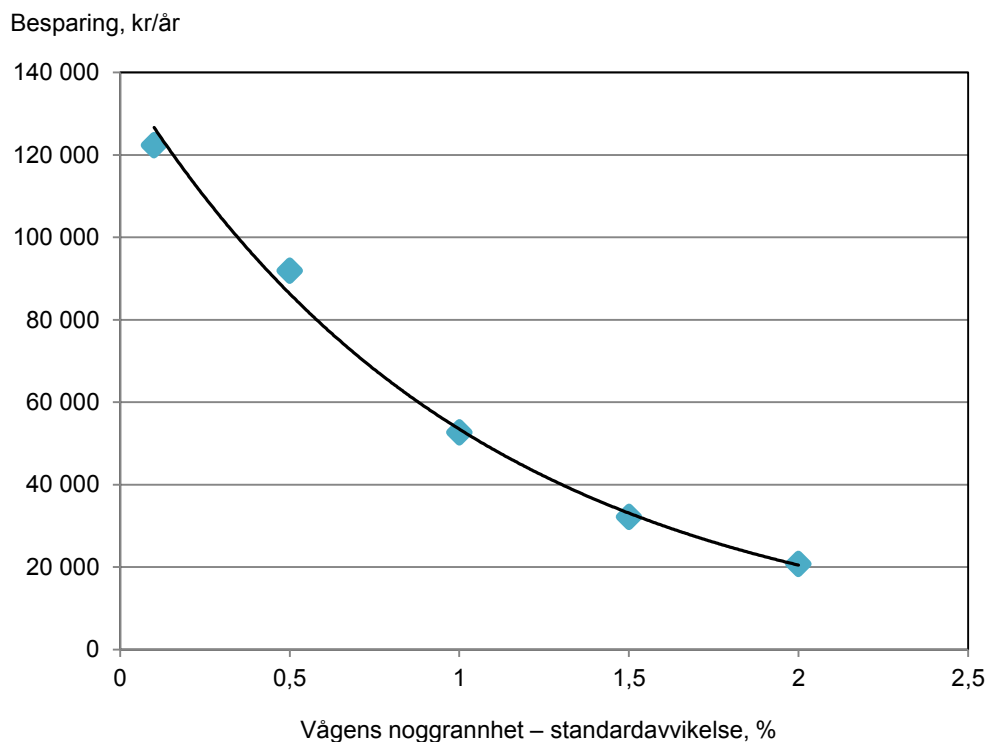
Driftsuppföljningen från två system utan lastbärrvåg eller lastindikator uppvisar större systematiska fel och standardavvikelser än lastbilar med dessa utrustningar och ligger på avvikelser kring 2–3 %.

Ekonomisk kalkyl av värdet av mätnoggrannhet

Att väga material är en avvägning mellan önskad precision och de kostnader som uppstår för installation av systemet och den minskade prestationen som följer om vägningen skapar extra arbetsmoment. Vågar eller lastindikatorer på lastbilar som transporterar skogsbränslen används i dag som indikatorer för att undvika överlast. Ökas precisionen uppstår möjligheten att även använda våguppgifterna som betalningsgrundande.

För att beräkna de ekonomiska konsekvenserna av mätnoggrannhet presenteras ett exempel. Exempelfordonet har en genomsnittlig lastvikt om 42 ton vid transporter av rundvirke, t.ex. delkvistad energived och att lastbilen kan köra 1 000 vändor per år. Med denna utgångspunkt beräknades kostnaden för att köra med underlast vid olika mätnoggrannhet. Vi antar även att man bedömer det rimligt att riskera att överlasta i fem av hundra lass. Med en för dagen ”normal” mätnoggrannhet på 2,5 % standardavvikelse kommer man då att tvingas köra med en underlast på 1,7 ton per last, d.v.s. 1 720 tons underlast per år. Med en transportkostnad om 80 kronor per ton ger detta förlorad intäkt för åkaren om 137 600 kronor per år.

Motsvarande besparing per år om man ökar mätnoggrannheten till 2 % är 21 000 kr per år, vid en avvikelse på 1 % är besparingen 53 000 kr, vid 0,5 % 92 000 kr och slutligen om man hade en precision vid vägningen på 0,1 % skulle besparingen bli 122 000 kr per år (Figur 5). Den sistnämnda mätnoggrannheten är svår att uppnå i praktiken, men beräkningarna visar att det finns en stor ekonomisk potential i ökad mätnoggrannhet, och det är dessa vinster man måste ställa mot investerings- och underhållskostnaderna för respektive teknik.



Figur 1.
Potentiell årlig besparing vid ökad mätnoggrannhet på lasten.

Diskussion

Precisionen på en våg är av avgörande betydelse för vad vågen kan användas till. Genom att ha grova indikationer på vikterna kan man påverka möjligheten att undvika överlast. Ökar precisionen uppstår möjligheten att använda uppgifterna som betalningsgrundande. Om vågen ska användas som betalningsgrundande mot privatpersoner krävs att vågen är verifierad, att den kontinuerligt kontrolleras och uppvisar en bestämd noggrannhet. Om vågen däremot ska användas för ersättning mellan företag finns möjligheten att parterna kommer överens om den noggrannhet som ska gälla.

En av anledningarna till att man vill ha hög mätnoggrannhet är att det ska utgöra grunden för ersättning i olika led i transporten. Beräkningar av värdet på skogliga produkter i allmänhet och skogsbränslen i synnerhet försvaras dock av att det inte enbart är vikten som påverkar värdet utan även fukthalten i materialet. Man måste därför ställa investeringskostnaden i vågutrustningen samt dess livslängd och underhållskostnader tillsammans med mätosäkerheten och en eventuell prestationsänkning i hanteringen mot möjligheten att optimera lastvikten och få till en effektivare handel.

Önskar man högsta möjliga precision i de fordonsmonterade vågarna finns det inget alternativ till lastceller. Eftersom varken luftfjädringen eller bladfjädringen enbart är konstruerade för vägning tvingas de ha egenskaper som missgynnar vägningen. I luftfjädringen är systemet tvunget att ha en viss tröghet i hur det reagerar på förändrad belastning för att det ska vara praktiskt användbart. Bladfjädringen å sin sida har inneboende spänningar beroende på smuts, rost och snedbelastningar som gör att mätnoggrannheten sjunker.

Studiens Steg 2 var av en begränsad omfattning varför resultaten från detta steg bör tolkas med försiktighet. För att få mer tillförlitliga resultat bör fler fordon ingå i studien samtidigt som den löper under längre tid för att undersöka om det kan finnas årtidseffekter på mätnoggrannheten samtidigt som behovet av kontinuerlig kalibrering skulle kunna undersökas närmare. Däremot stämmer de observerade uppgifterna om mätnoggrannheten överens med det som tillverkaren uppgivit varför kalkylen i Steg 3 kan antas vara relativt tillförlitlig.

För framtiden skulle utvecklingen av fordonsmonterade vågar ta ett stort steg framåt om vågarna installerades vid byggandet av fordonet. Det skulle minska den faktiska installationskostnaden samtidigt som det gör det enklare att få in våguppgifterna i fordonens datorer. Om våguppgifterna dessutom kan följas momentant skulle det kunna leda till att man kan undvika överlast, koordinera transporter mer effektivt och skapa mer kompletta helhetssystem för uppföljning.

Slutsatser

Det finns två huvudsakliga principer för vägning av lasten på transporter av skogsbränslen, att väga genom fjädringen eller använda rammonterade lastceller.

Precisionen i vägning utan fordonsmonterade vågar är i storleksordningen $\pm 2-3\%$, medan på fordon som använder fjädringen för vägning har en mätnoggrannhet på $\pm 0,5 - 2,0\%$. Tillverkarna av lastceller uppger att precisionen i dessa system är $\pm 0,1\%$.

Den ekonomiska potentialen i ökad mätnoggrannhet är stor. Jämfört med ett tillstånd med en mätnoggrannhet på $\pm 2,5\%$ kan man göra vinna i storleksordningen 50 000 kr per år och fordon om man minskar denna osäkerhet till $\pm 1\%$ och dubblar vinsten om man ökar noggrannheten till $\pm 0,1\%$.

Referenser

Anon. 2007. Slutrapport IVSS-projekt Aktiv viktkontroll för transportfordon. Dnr AL 80 A 2007:3358.

Lindblad, J., Äijälä, O. & Kostinen, A. 2011. Mätning av energived. Tapio och Metla, Finland.

Löfroth, C., Marcusson, H. & Jonsson, M. 2006. Standardiserad lastkontroll på virkesfordon. Arbetsrapport 620, 2006. Skogforsk.

Virkesmättningsrådet. 1999a. Mättningsinstruktioner för rundvirkes Sortiment. VMR cirkulär Nr 1-99.

Virkesmättningsrådet. 1999b. Allmänna och särskilda bestämmelser för mätning av biobränslen.

VMK. 2011. VMK:s anvisningar för kontroll av virkesmätning. Anvisningar för kontroll av fordonsvåg, antaget 2011-09-20.

Personlig kommentar

Alsenholt, J. Säljare, Wänelid AB. Möte den 23 januari 2013.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2013

2013

- Nr 786 Grönlund, Ö. & Eliasson, L. 2013. Knivslitage vid flisning av grov. Effects of knife wear on performance and fuel consumption for a small drum chipper. 12 s.
- Nr 787 Sonesson, J. & von Hofsten, H. 2013. Effektivare fältarbete med nya datakällor för skogsbruksplanering.
- Nr 788 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller, J.J. 2013. Kvalitetssäkring av beräkningsresultat från hprCM och konvertering av pri- till hpr-filer. – Quality assurance of calculation results from hprCM and conversion of pri-files to hpr files. 24 s.
- Nr 789 Brunberg, T. 2013. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2012. – Fuel consumption in forest machines 2012. 12 s.
- Nr 790 Eliasson, L. 2013. Skotning av hyggestorkad grov. 11 s.
- Nr 791 Andersson, G. & Frisk, M. 2013. Skogsbrukets transporter 2010. – Forestry transports in 2010. 91 s.
- Nr 792 Nordström, M. & Möller, J.J. 2013. Kalibrering av skördarens mätsystem. – En kartläggning av nuläge och utvecklingsbehov. A review of current status and development needs. 15 s.
- Nr 793 Lombardini, C., Granlund, P. & Eliasson, L. 2013. Bruks 806 STC. 0150 – Prestation och bränsleförbrukning. 9 s.
- Nr 794 Fridh, L. 2013. Kvalitetssäkrad partsmätning av bränsleved vid terminal. – Quality-assured measurement of energy wood at terminals.
- Nr 795 Hofsten von, H. & Brantholm, M.-Å. 2013. Kostnader och produktivitet i stubbskörd – En fallstudie. 9 s.
- Nr 796 Brunberg, T. & Iwarsson Wide, M. 2013. Underlag för prestationshöjning vid flerträds-hantering i gallring. – Productivity increase after multi-tree handling during thinning. 7 s.
- Nr 797 Spatial distribution of logging residues after final felling. – Comparison between forest fuel adapted final felling and conventional final felling methods. Trädresternas rumsliga fördelning efter slutavverkning. – Jämförelse mellan bränsleanpassad och konventionell avverkningsmetod. 19 s.
- Nr 798 Möller, J.J., Arlinger, J. & Nordström, M. 2013. Test av StanForD 2010 implementation i skördare.
- Nr 799 Björheden, R. 2013. Är det lönsamt att täcka groten? Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet. – Does it pay to cover forest residue piles? The effect of tarpaulin width on the quality of forest chips. 15 s.
- Nr 800 Almqvist, C. 2013. Metoder för tidig blomning hos tall och gran. – Slutrapport av projekt 40:4 finansierat av Föreningen skogsträdsförädling. – Early strobili induction in Scots pine and Norway spruce. – Final report of Project no. 40:4, funded by the Swedish Tree Breeding Association. 26 s.
- Nr 801 Brunberg, T. & Mohtashami, S. 2013. Datoriserad beräkning av terrängtransportavståndet. – Computerised calculation of terrain transport distance. 8 s.
- Nr 802 Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wilhelmsson, L. & Arlinger, J. 2013. Analyses of forest management systems for increased harvest of small trees for energy purposes in Sweden.

- Nr 803 Edlund, J., Jonsson, R. & Asmoarp, V. 2013. Fokusveckor 2013 – Bränsleuppföljning för två fordon inom ETTdemo-projektet, ST-kran och ST-grupp. – Monitoring fuel consumption of two rigs in the ETTdemo project, ST-crane and ST-group. 22 s.
- Nr 804 Iwarsson-Wide, M., Olofsson, K., Wallerman, J., Sjödin, M., Torstensson, P. O., Aasland, T., Barth, A. & Larsson, M. 2013. Effektiv volymuppskattning av biomassa i vägkanter och ungskogar med laserdata. – Effective estimate of biomass volume on roadsides and in young forests using laser data 40 s.
- Nr 805 Iwarsson-Wide, M., L., Bäfver, Renström, C. & SwedPower, P. 2013. Fraktionsfördelning som kvalitetsparameter för skogsbränsle – Kraft- och värmeverkens perspektiv. 38 s.
- Nr 806 Englund, M. & Jönsson, P. 2013. LED-lampor i såglådan – En pilot-studie. – LED lamps in the saw box – A pilot study. 8 s.
- Nr 807 Nordlund, A., Ring, E., Högbom, L. & Bergkvist, I. 2013. Beliefs among Formal Actors in the Swedish Forestry Related to Rutting Caused by Logging Operations. – Attityder och åsikter med koppling till körskador inom olika yrkesgrupper i skogsbruket 18 s.
- Nr 808 Arlinger, J. & Jönsson, P. 2013. Automatiska tidsstudier i skogsmaskinsimulator. – Driftuppföljning och produktionsdata enligt StanFord 2010. Automatic time-studies in forest machine simulators – Operational monitoring and production data according to StanForD 2010. 10 s.
- Nr 809 Englund, M., Mörk, A. & Jönsson, P. 2013. Skotartävling på Elmia – Kran- och motorinställningars påverkan på bränsleförbrukning och tidsåtgång. Forwarder contest at Elmia. – Effect of crane and engine settings on fuel consumption and speed of work. 9 s.
- Nr 810 Eliasson, L., Lombardini, C., Lundstruöm, H. & Granlund, O. 2013. Eschlböck Biber flishugg – Prestation och bränsleförbrukning – Rangering av fliscontainrar med en John Deere 1410 containerskyttel.
- Nr 811 Eliasson, L. 2013. En simulering av en integrerad skördare för förpackad flis vid energiuttag i gallring. – Simulation of an integrated harvester for pre-packaged chips during energy harvest in early thinning. 16 s.
- Nr 812 Englund, M. 2013. Test av stolar och tillbehör med avseende på helkroppsvibrationer. Test of seats and associated equipment in terms of whole-body vibrations. 32 s.
- Nr 813 Enström, J., Athenasiadis, D., Öhman, M. & Grönlund, Ö. 2013. Framgångsfaktorer för större skogsbränsleterminaler. – Success factors for larger energy wood terminals. 41 s.
- Nr 814 Wennström, U. 2013. Holmens fröbehov, produktion och genetisk kvalitet 2012-2060. – Holmen's seed requirements: production and genetic quality 2012-2060. 50 s.
- Nr 815 Hannrup, B., Andersson, M., Larsson, J., Sjöberg, J. & Johansson, A. 2013. Slutrapport för projekt "Beröringsfri diametermätning i skördare – Utveckling av skräpreducerande skydd". – Final report of the project 'Remote measurement of stem diameter in harvesters. Development of shields to reduce debris'. 78 s.
- Nr 816 Eriksson, E. & Täljblad, M. 2013. Prekal – Självföryngring före slutavverkning. – Slutrapport Försök 1–6. Prekal. – Natural regeneration before final felling. Final report, Experiments 1–6. 28 s.

2014

- Nr 817 John Arlinger, Torbjörn Brunberg, Hagos Lundström och Johan Möller. 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.
- 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 bottsäll 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 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2014. Lastindikatorer och lastbärvågar. – 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.
- Nr 826 Englund, M. 2014. Mätning av mental arbetsbelastning – En metodstudie. 27.
- Nr 827 Jönsson, P., Björheden, R. & Eliasson, L. 2014. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transportererna av skogsflis.
- 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. Asktilförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus – Revision av sex fältförsök. 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.
- Nr 831 Widighoff, 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.

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

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. 824–2014



www.skogforsk.se