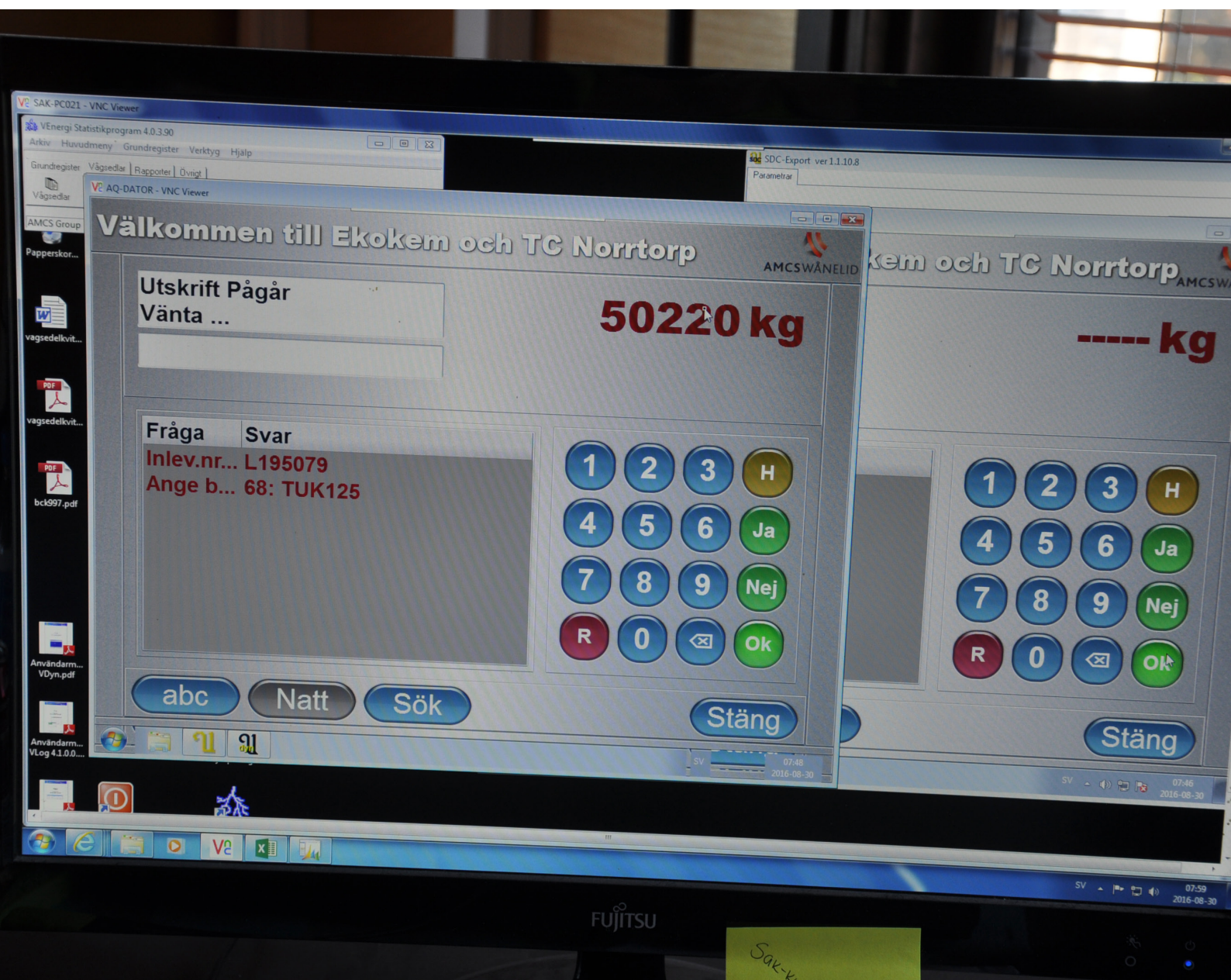


Vägning av hela fordonsklass

– MÖJLIGHETER OCH FELKÄLLOR

Weighing complete vehicle loads – Opportunities and sources of error



Summary

Determining the correct weight of delivered energy wood is vital, as remuneration is often based on calorific value in MWh/tonne. At large terminals this is rarely a problem, but at small terminals or delivery points, where the timber measurement associations may not be represented, either the buyer or the seller must measure the delivery. In such cases, simple, reliable and cost-effective measuring instruments must be available.

One method is to mount weighing equipment directly on the trucks. In previous studies, Skogforsk has assessed this type of weighing system in terms of accuracy and repeatability, but the range in results was too wide for the system to be considered reliable. Consequently, there is a need to improve reliability in weighing directly on the truck, which would also enable co-loading and distinction between material from different suppliers.

A spin-off effect would be that trucks could be loaded closer to full capacity with no risk of overloading. This could reduce the number of transports, with subsequent gains in the form of lower fuel consumption and emissions.

The aim of this trial was to study and quantify the accuracy and sensitivity of different weighing methods. The focus was on weighing methods that could form the basis of remuneration.

The results show that an entire vehicle load can be measured using the equipment that is available on the market, assuming the procedure is correctly followed. However, signals from practical operations suggest that incorrect weight measurements may be common and large, in many cases up to several tonnes per load.

Exactly where the errors occur is impossible to say, but common shortcomings are incorrect calibration, incorrect application of procedures, and missed part-loads (scoops). The latter is most common for wheel loader scales and crane-tip mounted scales where the operator usually records the weight by pressing a button.

The best results were recorded for stationary weighing systems with capacity to weigh the entire vehicle rig. Here the percentage error can be less than one percent.

Förord

Användningen av skogsbränslen i den svenska energibalansen innebär en del utmaningar inte minst vad gäller att kvantifiera och beskriva den produkt som levereras. För rundvirke finns sedan länge etablerade metoder för att bestämma volym och kvalitet men det samma gäller dessvärre inte för skogsbränslen. Att volymbestämma flis låter enkelt men flis har en benägenhet att skaka ihop vilket gör att den volym som lastades ofta kan ha "reducerats" med 10-15 % beroende på att lasset satt sig under vägen. Vilken volym var den rätta?

Av detta skäl har Skogforsk initierat ett projekt för att närmare undersöka möjligheterna att väga hela lastbilslast med tillräcklig precision för att kunna vara betalningsgrundande. Projektet har finansierats av Energimyndigheten och Skogforsk gemensamt med visst bidrag i form av naturinsatser från SAKAB i Kumla, VMU samt vågtillverkarna Intermercato, Tamtron, Viktorvåg och MOTUS weighing.

Uppsala Mars 2018

Henrik von Hofsten

Innehåll

Summary.....	2
Förord.....	3
Sammanfattning.....	5
Bakgrund.....	6
Material och metod.....	7
Resultat.....	10
Lastmaskinsvågarna.....	10
Kranspetsvågen.....	11
Luftfjädringsvågen.....	12
AMCS dynamiska fordonsvåg.....	13
Motus Weighing's dynamiska fordonsvåg.....	13
Diskussion.....	14
Slutsatser.....	16
Referenser.....	16

Sammanfattning

Ökande transportkostnader och mindre ekonomiska marginaler för åkerierna gör det allt viktigare att utnyttja varje lastbils lastkapacitet maximalt. Samtidigt minskar toleransen både hos myndigheterna och de skogliga transportköparna för överlast. När skogsbränsle levereras sker betalningen ofta i levererat energivärde, MWh/ton, vilket gör det mycket viktigt att fastställa en korrekt vikt på bränslet.

På stora mottagningsplatser är det här sällan ett problem. På mindre terminaler och mottagningsplatser, där virkesmätningarna inte finns representerade, kan så kallad Partsmätning bli aktuell. Här måste det finnas tillgång till enkla, tillförlitliga och kostnadseffektiva mätinstrument. En möjlighet är vägningsutrustning monterad direkt på lastbilarna. Skogforsk har tidigare genomfört några mindre studier av sådana vågsystem och undersökt både noggrannhet och repeterbarhet, men spridningen i mätresultaten har då varit för hög för att resultaten ska vara tillförlitliga. En hög tillförlitlighet i vägningen direkt på lastbilen skulle också innebära ökade möjligheter att samlasta och hålla isär material från olika leverantörer.

En ”spinn off-effekt” av bättre vägning direkt på lastbilarna är också att man kan lasta närmare lastbilens fulla kapacitet utan att riskera överlast. Det skulle kunna leda till en reduktion av antalet transporter och ge vinster i form av lägre bränsleförbrukning och utsläpp av föroreningar.

I det här försöket har vi studerat och kvantifierat några olika vägningsmetoders precision och känslighet för störningar. De vägningsmetoder som skulle kunna ligga till underlag för vederlag var av särskilt intresse.

Resultaten visar att det är möjligt att väga hela fordonsklass med de utrustningar som finns tillgängliga på marknaden, förutsatt att dessa hanteras på rätt sätt. De signaler som kommer från den praktiska verksamheten antyder dock att felvägningarna kan vara frekventa och stora, i många fall på flera ton. Exakt var i felen består är omöjligt att säga men troligen är felaktig kalibrering, felaktig hantering och missade delar (skopor) vanliga brister. Det senare är antagligen vanligast för hjullastarvagnar och kranpetsmonterade vagnar där föraren oftast ska registrera vikten för varje skopa med en knapptryckning. Bäst resultat noteras från stationära vågsystem med kapacitet att väga hela lastbils-ekipage. Här kan felvisningen vara under 1 procent. För att minska felvägningar inom den praktiska verksamheten är fortsatt mjukvaruutveckling nödvändig.

Bakgrund

Att fastställa korrekt vikt på levererat skogsbränsle är av största betydelse då betalning ofta sker i levererat energivärde, MWh/ton. På stora mottagningsplatser är detta sällan ett problem då de har stationära fullängds-fordonsvågar vid mottagningsplatserna. Utmaningen är att finna mätmetoder anpassade till mindre terminaler och mottagningsplatser, där virkesmätningsföreningarna inte finns representerade utan mätningen utförs av någon av parterna. På dessa platser måste enkla, tillförlitliga och kostnadseffektiva mätinstrument finnas att tillgå för att verksamheten ska kunna fortsätta. En möjlighet som fått ökad aktualitet är vägningsutrustning direkt på lastbilarna, vilket skulle vara ett kostnadseffektivt sätt att uppskatta lastad vikt. Bland annat Skogforsk har genomfört några mindre studier av sådana vågsystem med avseende på noggrannhet och repeterbarhet i syfte att utröna om resultaten är tillräckligt bra för vederlagsmätning, men spridningen i mätresultaten har visat sig vara för hög för att resultaten ska vara tillförlitliga (von Hofsten 2015a). En hög tillförlitlighet i vägningen direkt på lastbil skulle också innebära ökade möjligheter att samlasta material från olika leverantörer. Branschen har en stark önskan att kunna säkerställa rätt betalning för skogsbränslet vilket kräver att vikten kan bestämmas med god precision. I kombination med den nya virkesmätningslagen innebär det att behovet av precisa vågar ökar, både i stor och liten skala.

När man mäter vikten med luftfjädring tolkas tryckförändringar i systemet till våguppgifter medan i bladfjädring används fjäderns böjning som indikation på vikten (Grönlund & Iwarsson Wide, 2014). Eftersom fjädringens huvudsakliga uppgift inte är att vara en våg finns det en förhållandevis stor osäkerhet och noggrannheten i dessa system är inte tillräckligt hög. Därför måste man regelmässigt lasta 2–3 ton för lite för att vara rimligt säker på att undvika överlast vilket, av både ekonomiska och miljömässiga skäl, är mindre önskvärt då det leder till fler enskilda transporter. En enkel beräkning visar att för ett 64-tonsfordon, minskar den årliga transporterade mängden med drygt 1 100 ton/år vid en treprocentig reduktion av den genomsnittliga lastmängden från 44,0 ton till 42,7 ton lastvikt, vilket medför en kostnadsökning med ca 2,5 kr/transporterat ton.

I takt med ökande transportkostnader och mindre ekonomiska marginaler för åkerierna blir det allt viktigare att utnyttja varje lastbils lastkapacitet till fullo. Samtidigt minskar toleransen både hos myndigheterna och de skogligena transportköparna för överlast. Den tid är förbi då det var tillräckligt bra att chaufförerna gissade vilken vikt de hade med sig. Det är således angeläget även från ett transportörsperspektiv att kunna lasta närmare ekipagens maximala bruttovikt – utan att riskera överlast. En viktig fråga i sammanhanget är att den korrekta vikten måste kunna avläsas direkt, innan lastbilen flyttas från lastningsplatsen. Ett sakunderlag om olika vägningsmetoders noggrannhet och precision behövs för branschens fortsatta utarbetande av mätning- och kontrollinstruktioner för last- och vederlagsmätning av skogsbränslets vikt, så att lagkraven uppfylls.

Syftet med försöket var att studera och kvantifiera några olika vägningsmetoders precision och känslighet för störningar. De metoder som skulle kunna ligga till underlag för vederlag är i detta avseende av särskilt intresse.

Material och metod

Efter en marknadsgenomgång av vilka typer av vågsystem som är vanligt förekommande inom skogsbruket för vägning av lastbilslass valdes följande system ut till en första studie:

- Lastmaskinsvågar (Tamtron 50 respektive Intermercato Outset E.T.). Dessa mäter trycket i hydrauliken till skopan på 2–3 ställen vilket räknas om till en vikt. Konstruktionslösningarna för vägningen varierar mellan tillverkare. Precisionen anges i regel till 1–2 procent (oklart om det gäller per skopa eller per lass) men i praktiska studier har väsentligt större spridning noterats (von Hofsten 2015a).
- Kranspetsmonterad våg (Tamtron Wireless). Vägar via en våglänk monterad mellan gripen och kranspetsen. Mätnoggrannheten har i tidigare studier varit kring 0,5–3 procent men i vissa fall betydligt högre (se exempelvis Iwarsson-Wide & Jönsson 2012; Björklund & Fryk 2014).
- Vägning i luftfjädringen förekommer ofta på nyare lastbilar. Precisionen anges vanligen till 1–2 procent men i studier har metoden visat sig kunna sprida betydligt mer än så (von Hofsten 2015b). Skogforsk har fått ett antal rapporter från åkare om att släpfordonen inte väger lika bra som bilen. Ett problem som tycks accentueras vid flera släpfordon såsom dolly + trailer eller link + trailer. I studien användes Intermercato, Outset Lanx 2.0 som monterats parallellt med lastbilstillverkarens standardvåg.
- Dynamiska fordonsvågar (AMCS) består av en eller flera korta vågplattor som väger axel för axel samtidigt som lastbilen sakta kör över utan att stanna.
- Statisk fordonsvåg (vågbrygga) kan oftast väga ett helt ekipage med lastbil och släp i en vägning. Precisionen anges ofta till ± 20 kg.

För att kunna få fullt jämförbara uppgifter mellan de olika vågarna var det önskvärt att genomföra studien med samtliga vågsystem på plats vid ett och samma tillfälle. Tyvärr lät sig detta inte genomföras fullt ut men en större studie gjordes i samarbete med SAKAB i Kumla vars statiska vågbrygga fick utgöra referensvåg. Studien genomfördes i september 2016 med följande upplägg, se även bilden på nästa sida.

1. Lastmaskinen vägde upp och lastade lastbilen till ca 1/3-del av dess kapacitet. Vikten enligt lastmaskinens våg noterades.
2. Vikterna från luftfjädringen lästes av och noterades innan och efter det att parkeringsbromsen släpptes.
3. Lastbilen kördes över en dynamisk fordonsvåg och vikterna noterades.
4. Lastbilen vägdes på den statiska vågbryggan som referens.
5. Lastbilen kördes tillbaka till lastningsplatsen där luftfjädringen lästes av en sista gång innan lastbilen lastades till ca 2/3-delar av sin kapacitet.

Den ovan beskrivna cykeln upprepades tre gånger – till dess lastbilen uppnått full lastvikt. Därefter lastades allt material av och hela cykeln började om från början – totalt tre upprepningar med två olika material.



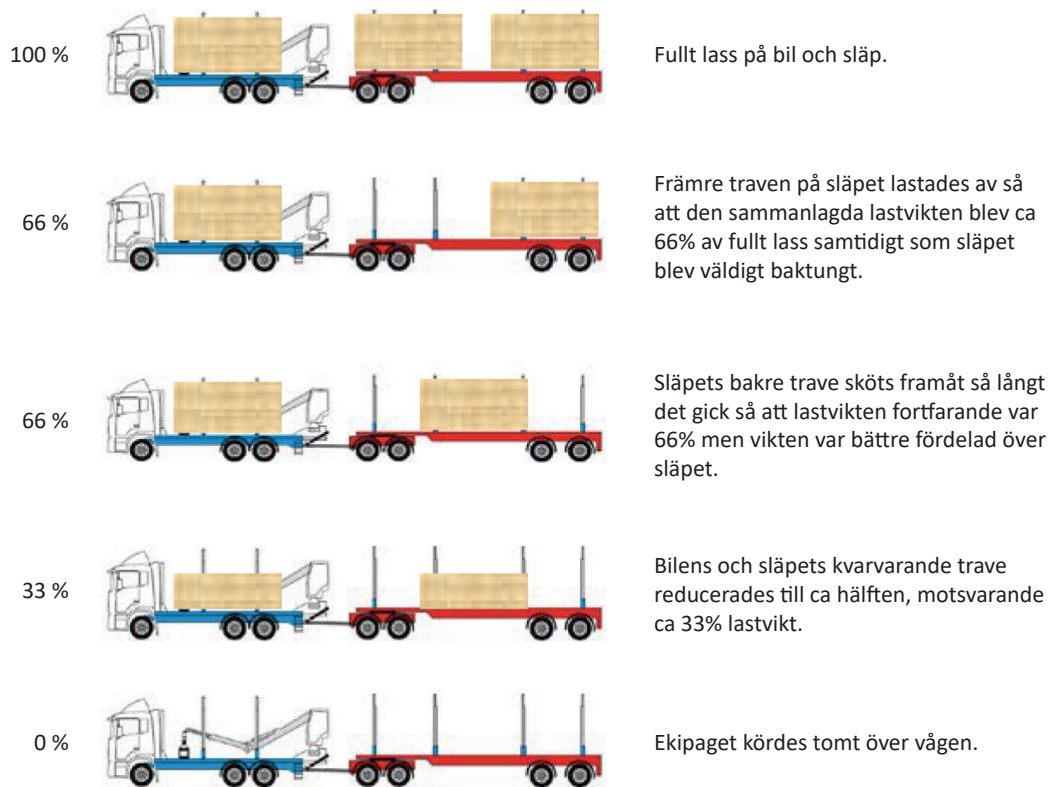
Schematisk skiss över försökscykeln.

Bytet av lastat material blev påtvingat av det faktum att den lastmaskin som var utrustad med Tamtronvågen inte var kalibrerad med någon högtippande skopa. Det medförde att lastmaskinen inte nådde över kanten på den flisbil som användes. Istället lastades jordmassor in från sidan på bil och släp. För Intermercato vågen fanns det en lastmaskin med kalibrerad högtippande flisskopa varför vanlig stamvedsflis användes i försöket.

Parallellt med försöket ovan genomförde VMU (Hans Fryk) ett försök med den kranspetsmonterade vågen på en timmerbil. Den lastbilen hade inte någon form av vägning i fjädningen, varför partiell lastning till 33 procent eller 66 procent inte skulle tillföra något till studien. I detta fall vägdes virket med kranvågen både vid lastning och avlastning med två lass varav det första kördes med normal fart och det andra med tydligt forcerad krankörning. Referensvägning genomfördes som tidigare på den statiska vågbryggan.

I samband med att ovannämnda försök i Kumla riggades fördes en hel del diskussioner med dåvarande Viktorvåg gällande ett system för att bygga om vanliga vågbryggor för statisk vägning till dynamisk vägning. Tyvärr gavs inte möjlighet att koppla in Viktorvågsutrustning på någon närliggande statisk vågbrygga. I september 2017 öppnades dock en möjlighet då MOTUS Weighing (f.d Viktorvåg) sålt en vågutrustning till Malma gård utanför Götene. Vågen bestod av två sexmeters vågplattor bredvid varandra samt dator och mjukvara från MOTUS Weighing. Dock fanns inte tillgång till någon referensvåg utan resultaten får stå för sig själva och det faktum att RISE (f.d SP) en månad tidigare klassat vågen med en noggrannhet ned till $\pm 0,1$ procent vilket innebär att den uppfyller bästa klassen i standarden OIML R134 för dynamisk vägning. Utöver total vikt registrerar vågen körriktning, hastighet, acceleration samt enskilda axelvikter. Allt samlas i en datafil och skrivs ut på kvittoremsa.

Som testfordon användes en timmerbil med släp, lastad i princip enligt samma lastcykel som i Kumla-försöket enligt följande;



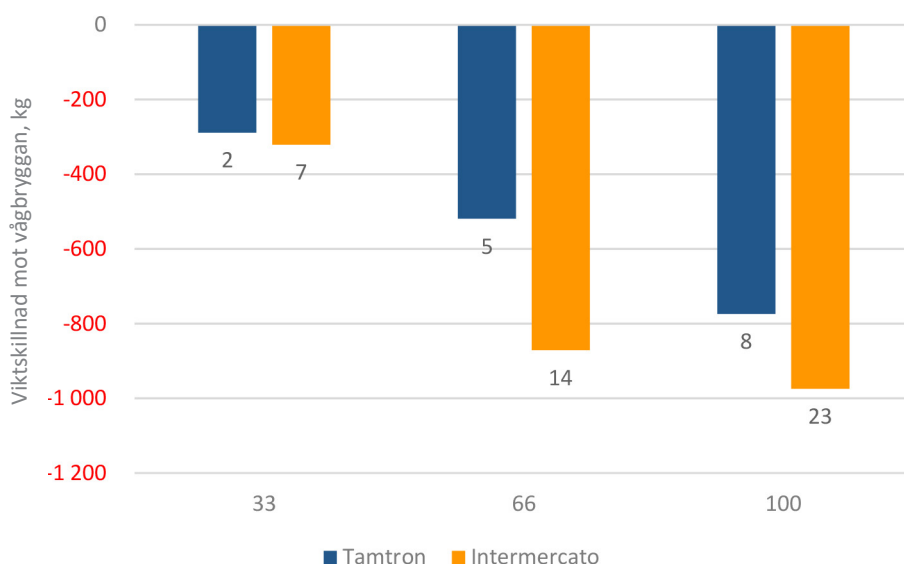
För varje punkt kördes tre överfarter fram och tillbaka och för varje upprepning ökades farten något, från ca 3 km/h till 10 km/h. Slutligen vägdes bil + släp var för sig stillastående (dock utan att koppla isär dem).

Resultat

I alla relevanta fall redovisas resultaten som viktskillnad i kilo jämfört med den statiska vågbryggan. Negativa värden innebär att den studerade vågen underskattat vikten jämfört med vågbryggan. Undantaget gäller MOTUS Weighing's dynamiska fordonsvåg där det inte fanns tillgång till någon lämplig vågbrygga. I avsaknad av referensvåg redovisas bara vågens repeterbarhet och spridningsmått kring medelvärdet.

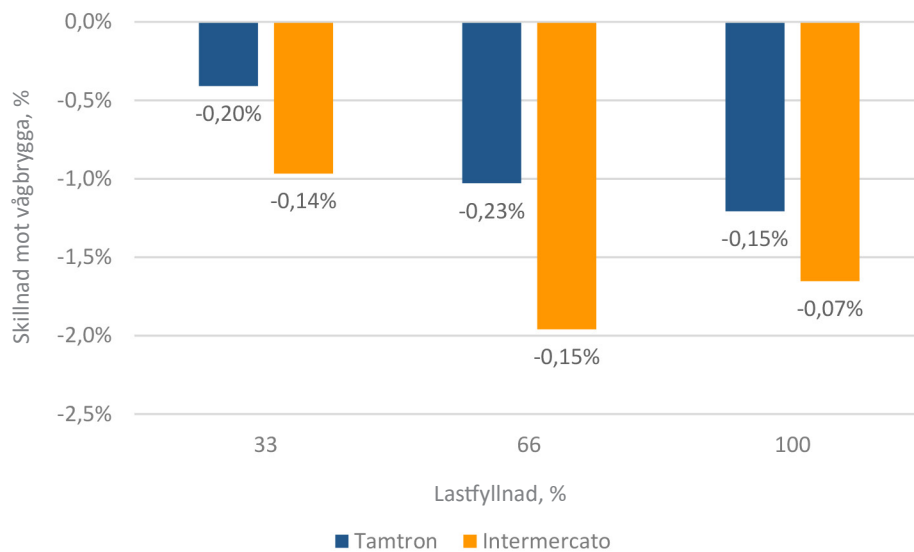
LASTMASKINSVÅGARNA

Lastmaskinsvågarna uppvisade huvudsakligen mycket goda resultat. Vid 33 procent lastfyllnad på lastbilen var den genomsnittliga avvikelserna ca 300 kg för att succesivt öka till ca 900 kg vid fullt lass. Effekten är inte oväntad då det genomsnittliga felet borde öka med antalet skopor (siffran under respektive stapel).



Figur 1. Lastmaskinsvågarnas felvisning i relation till vågbryggan vid olika lastfyllnad. Siffrorna under staplarna anger antalet skopor för att nå respektive lastfyllnad.

Det bör påpekas att Tamtron-lastaren körde jordmassor medan Intermercato-lastaren körde ganska torr bränsleflis vilket förklarar den stora skillnaden i antal skopor per lass. Antaget att den, från tillverkarna angivna felvisningen om 1–2 procent, gäller per skopa faller det sig naturligt att det totala felet ökar med antalet skopor per lass. Figur 2 visar dels det procentuella felet på lasset vid respektive fyllnadsgrad (staplarna), dels det procentuella felet per skopa (siffrorna).

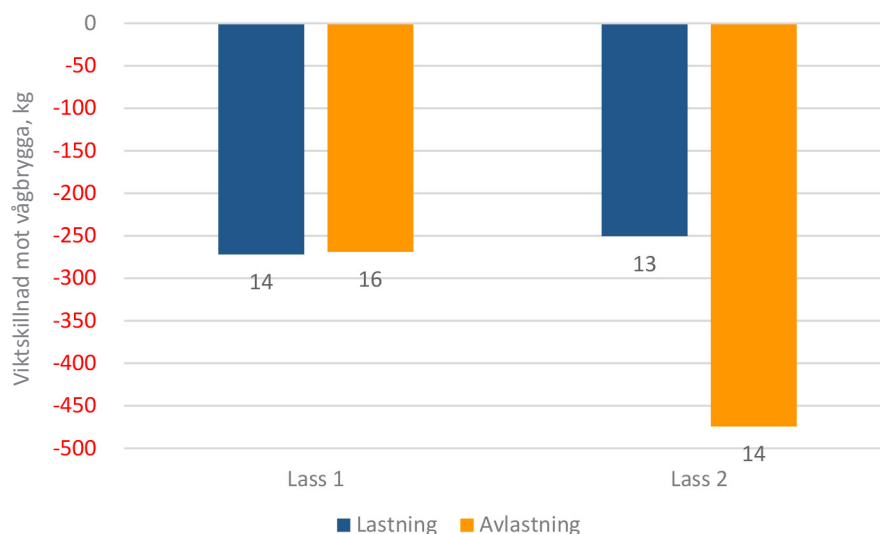


Figur 2. Lastmaskinsvågarnas felvisning i relation till vågbryggan vid olika lastfyllnad. Siffrorna under staplarna anger den genomsnittliga felvisningen per skopa.

För Intermercato-vågen ökar felvisningen ganska kraftigt vid 66 procent lastfyllnad för att sedan falla tillbaka något. Vid närmare analys av rådata syns en viss ökning av viktspredningen mellan enskilda skopor vid lastningen av det sista lasset till 66 procent. Troligen är en eller ett par av dessa skopors vikt i själva verket felvägda. När sedan antalet skopor ökar för 100 procent lastfyllnad minskar betydelsen av de felvägda skoporna.

KRANSPETSVÅGEN

Tamtron Wireless uppvisade ett mycket jämnt och bra resultat för första lasset medan avlastningen andra gången fick en relativt kraftig missvisning, oklart varför. I båda fallen användes exakt samma virke. Det första lasset, som kördes i normal fart, hade en missvisning på -1,7 procent medan det andra lasset hade en missvisning på 4,9 procent i snitt, men drygt -6 procent bara på avlastningen.

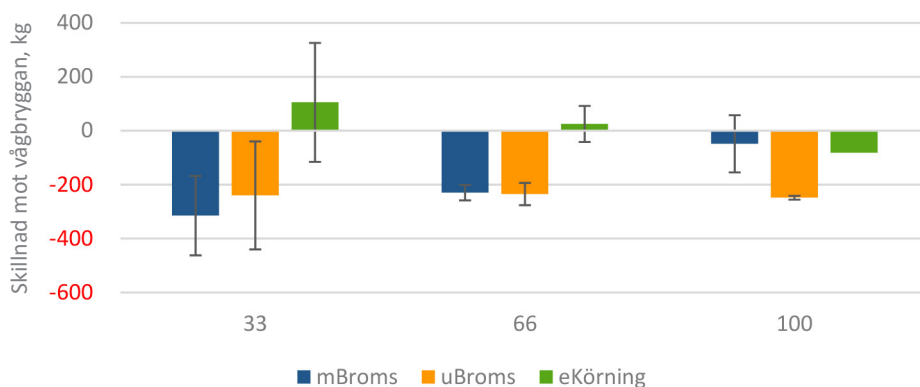


Figur 3. Kranpetsvågens felvisning i relation till vågbryggan. Siffrorna under staplarna anger antalet gripar för att nå fullt lass på lastbilen.

LUFTFJÄDRINGSVÅGEN

Luftfjädringsvågen på lastbilen testades i flera lägen, särskilt på andra lasset. Först där den stod på lastningsplatsen med parkeringsbromsen ilagd (mBroms), därefter släpptes p-bromsen utan att lastbilen flyttades (eBroms). Sedan kördes lastbilen till den statiska fordonsbryggan där vågarna lästes av igen (eKörning) och slutligen lästes de av då lastbilen åter stod på lastningsplatsen med p-bromsen tillslagen (eKörnBromsat). Vid det ena av de två lass där vikterna registrerades även efter körning (eKörnBromsat) höll ekipaget på att fastna varför lasten på släpet fick tippas av utan att ekipaget stod i rätt läge. Innan tippning lästes dock vågarna av men resultaten bedömdes som helt orimliga (-1 650 kg jämfört med vågbryggan) varför de togs bort ur studien.

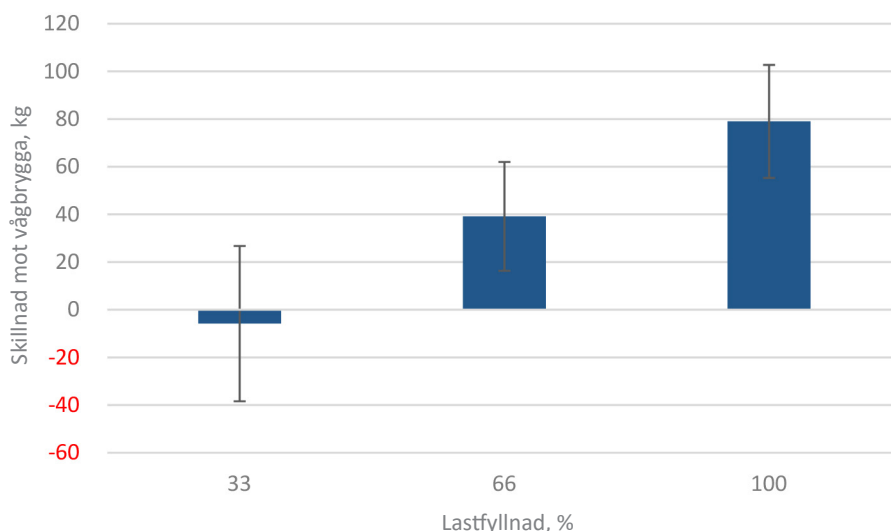
Resultaten sprider en del men är i huvudsak konsistenta. I genomsnitt för alla vägningarna är avvikelserna bara -0,3 procent med marginell skillnad mellan 33 procent eller 100 procent lastfyllnad. Innan förflyttning var avvikelserna -0,5 procent och efter förflyttning 0,2 procent.



Figur 4. Luftfjädringsvågens felvisning i relation till vågbryggan vid olika lastfyllnad. (mBroms = avläsning med parkeringsbromsen ilagd, uBroms = avläsning utan parkeringsbroms, eKörning = avläsning efter körning till vågbryggan). Felstaplarna visar standardavvikelsen.

AMCS DYNAMISKA FORDONSVÅG

Till skillnad från de fordonsmonterade vågarna överskattade den dynamiska vågen något, i genomsnitt 0,1 procent. I figur 5 kan man frestas att se en tendens till ökad felvisning med ökad lastfyllnad, men den är knappast relevant eftersom den relativa felvisningen (i procent) är densamma.



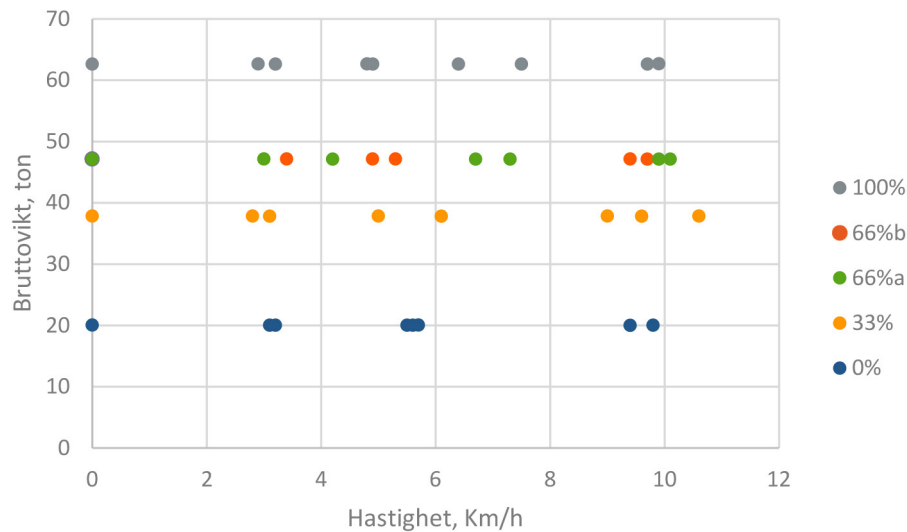
Figur 5. AMCS dynamiska fordonsvågs felvisning i relation till vågbryggan vid olika lastfyllnad. Felstaplarna visar standardavvikelsen.

Av totalt 12 överfarter på den dynamiska fordonsvågen överskattade den samtliga vikter något utom två – den första och sista överfarten med 33 procent lastfyllnad. Underskattningen var dock bara 10 respektive 50 kg. Största felvisningen var på andra lasset med 100 procent lastfyllnad då vågen överskattade med 103 kg.

MOTUS WEIGHINGS DYNAMISKA FORDONSVÅG

Vågen från Motus Weighing uppvisade mycket goda resultat med en genomsnittlig variation på endast 10 kg (standardavvikelse). I de flesta fall var dock avvikelsen från medelvärdet betydligt mindre än så. Den största uppmätta avvikelsen från medelvärdet för en enskild mätning var knappt 40 kg. I förhållande till bruttovikten var variationen 0,02–0,05 procent där den största variationen rörde de vägningar där fordonet vägdes stillastående. Enligt Motus är det väntat då den statistiska vägningen inte är lika väl utvecklad vad gäller filtrering av störningar m.m. Under arbetets gång noterades också en tydlig inverkan av framför allt vinden i samband med statisk vägning, där även måttliga vindpustar fick vågen att reagera.

Figur 6 visar den registrerade bruttovikten för samtliga vägningar vid respektive hastighet. Enligt Motus finns ingen känd maxhastighet där vägningens resultat blir allt för instabila men troligen ligger en praktisk gräns kring 10 km/h. Vid högre farter kommer vågbryggan att uppfattas som mycket smal, dessutom krävs viss accelerationssträcka vilken inte fanns vid Malma gård.



Figur 6. Resultaten för Motus Weighing's dynamiska fordonsvåg vid olika lastfyllnad. Serien 66a (gröna prickar) är med vagnens trave längst bak medan 66b är med vagnens trave något framför mittpunkten.

Diskussion

Samtliga testade vågar i denna studie uppvisade små eller mycket små spridningar kring sina medelvärden, vilket är den viktiga aspekten. En konsekvent avvikelse mot referensvågen beror normalt på en felaktig kalibrering, medan en stor spridning mellan enskilda mätvärden kan bero på felaktigheter i vågsystemet, vilket är betydligt svårare att kompensera för. Den största noterade avvikelsen för en enskild vägning var -2,3 procent (lastmaskinsvåg) medan den typiska felvisningen över alla vägningar var -0,3 procent (median).

De signaler som kommer från "den praktiska driften" antyder dock att felvägningarna kan vara frekventa och stora, i många fall på flera ton. Exakt var i felen består är omöjligt att säga men bedömningen är att felaktig kalibrering, felaktig hantering och missade dellass är vanliga brister. Det senare är nog vanligast för hjullastarvågar och kranspetsmonterade vågar där föraren oftast ska registrera vikten för varje skopa med en knapptryckning. Om knapptryckningen glöms bort ges ingen vikt alls för den aktuella skopan alternativt att knapptryckningen kommer vid ett allt för ogynnsamt tillfälle för att ge en bra registrering. Fortsatt mjukvaruutveckling inom detta område är nödvändig.

De båda lastmaskinsvågarna kan sägas vara jämbördiga i sina resultat. Båda underskattade vikterna något, uppemot ett ton vid full last. Det bör i sammanhanget påpekas att Intermercatos våg var nymonterad på lastmaskinen i fråga och kunde därmed ha behövt ytterligare en kalibreringsomgång för att nå full precision. Generella erfarenheter av lastmaskinsvågar är att de är känsliga för felhantering. Skopan ska hållas helt uppvinklad och stilla i ett visst läge medan vågen registrerar. Om lasten i skopan ligger väldigt snett eller maskinen körs så att skopan gungar, är sannolikheten stor att vägningen blir fel. Många vågsystem har varningar för detta men för att slippa ideliga varningar ställs toleranserna kanske lite för brett. Under studien gjordes all lastning av rutinerade förare utan prestationskrav varför resultaten troligen är bättre än vad som kan förväntas "i verkligheten" där exempelvis lastning av flis oftast görs av lastbilsförarna själva.

Även kranspetsvågen uppvisade ett i huvudsak jämt och bra resultat med en felvisning på drygt -1,5 procent, utom i avlastningen för lass 2. Det är känt sedan tidigare (Björklund & Fryk 2014) att många kranspetsvågar har problem med vägningen om kranrörelsen inte inbegriper ett tydligt lyftmoment. Vid lastning blir det sällan ett problem då virket lyfts upp över stakarna men vid avlastning och i synnerhet som här, då avlastningen skedde forcerat på lass 2, är det sannolikt att de första griparna knappt lyfts utan bara svängdes ut över stakarna och sedan ner mot marken. Felet kan då bli stort.

Luftfjädringsvågen gav ett förvånansvärt bra resultat jämfört med tidigare genomförda studier av liknande system. De studier som gjordes av von Hofsten (2015b) visar på dubbelt så stor avvikelse jämfört med den som uppmättes här. Exakt vad som genererar denna skillnad är svår att uttala sig om. I någon mån kan det naturligtvis vara skillnader i handhavande och/eller kalibrering men troligare är skillnader i vågarnas mjukvaror. I von Hofstens studie användes en Scania lastbil med Scantias standardvåglösning medan i denna studie användes en snarlik Scania lastbil fast med Intermercatos vågdator kopplad till luftfjädringssystemet. Skillnaden ligger i att Scantias system är primärt avsett att reglera bromstrycket beroende av axelbelastning. Vägningen är bara en "spin off-effekt" av att datorn finns där, medan Intermercatos system är utformat för vägningen exklusivt. Den senare kan då kalibreras oberoende av bromssystemet.

Inom åkeribranschen är det en allmän uppfattning att luftfjädringsvågar inte är tillförlitliga förrän man kört fordonet en viss sträcka så att fjädringen fått sätta sig. I denna studie fanns sådana tendenser då en viss underskattning av vikterna fanns innan bilen förflyttats men felvisningen överstiger bara i ett fall 1 procent. I samband med att lastbilen med full last, kördes tillbaka från den statiska fordonsvågen för att tippa av flisen inför en ny vägningsomgång, höll den på att fastna. För att komma loss fanns ingen annan utväg än att låsa av vågarna där ekipaget stod, med vagnen i 90° vinkel mot lastbilen, för att sedan tippa av lasten från vagnen. I det läget fanns uppenbarligen ett antal spänningar i vagnens fjädring varför felet blev nästan 3 procent (utelämnat i figur 4).

Den enda vågen i studien som konsekvent överskattade vikterna var AMCS dynamiska fordonsvåg. Överskattningen var dock mycket liten, i genomsnitt 37 kg. Den största enskilda avvikelsen på en vägning var 103 kg eller 0,16 procent, vilket ligger väl i linje med vad Eriksson & Björklund (2014) kom fram till vid tester av samma våg. I samband med den studien gjordes också vissa stresstester av vågen i form av hastighetsförändringar under vägning, plankor på vågen för att skapa vibrationer m.m. vilket i huvudsak gick bra tack vare en välfungerande mjukvara som avvisar allt för avvikande värden. Även i vår studie avvisades några värden på grund av för hög hastighet, mer än 5 km/h.

Motus Weighings dynamiska fordonsvåg hade den minsta spridningen mellan vägningar med mindre än 0,1 procent från medelvärdet i samtliga fall. Eftersom lämplig referensvåg saknades fick testet fokusera på att studera spridningen mellan mätvärden av samma last. Viss stresstest genomfördes också då lastbils ekipagets vagn lastades extremt baktungt samt att ekipaget kördes i varierande farter över vågen. Ingenting tycktes påverka resultaten nämnvärt. Störst spridning (ca ± 20 kg) erhöles vid statisk vägning av bil och släp var för sig. Vid en sådan vägning, där ena fordonsdelen står på vågen och den andra utanför, finns flera presumtiva felkällor. Framför allt är det alltid risk att den fordonsdel som står utanför vågen påverkar den del som står på vågen. Därutöver var inte vågens mjukvara lika väl utvecklad för statisk vägning som för dynamisk. Vid dynamisk vägning finns flera filter som tar bort avvikande mätvärden, som inte finns för statisk vägning. Det var bland annat tydligt att vinden fick lastbilen att röra sig något samt bildade under- eller övertryck under vågbryggan vilka påverkade vägningen med ± 20 –30 kg.

Slutsatser

Resultaten från denna studie visar att det är fullt möjligt att väga hela fordonsklass med de utrustningar som finns tillgängliga på marknaden förutsatt att dessa hanteras på rätt sätt. Det är således viktigt att de som utför vägningen är väl insatta i vågens handhavande och ser till att utföra arbetet i enlighet med manualerna. I nuläget är inte mjukvarorna i alla vågsystem tillräckligt väl anpassade för att filtrera bort, eller varna för felaktig hantering.

Referenser

Björklund, L. & Fryk, H. 2014. Tester av kranspetsvågar på virkesfordon. SDC, Rapport 2014-12-16.

Eriksson, U. & Björklund, L. 2014. Tester av dynamiska fordonsvågar för virkesmätning. SDC, Rapport 2014-08-15.

von Hofsten, H. 2015a. Vägning av flis med lastmaskin. Skogforsk. Stencil 2015-12-01.

von Hofsten, H. 2015b. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. Skogforsk, Arbetsrapport 881.

