



Datum

2016-02-18

Författare

Sven Gustafsson

Test av kranspetsvågar i virkesfordon

Innehåll

1	SAMMANFATTNING	3
2	BAKGRUND.....	4
2.1	LAGKRAV	5
3	SYFTE OCH MÅL.....	6
4	MATERIAL OCH METOD.....	6
4.1	TESTADE VÅGAR	6
4.2	KONTROLLVIKT.....	6
4.3	METODIK.....	6
5	RESULTAT	8
5.1	KNIPPEVIS VÄGNING.....	8
5.2	VÄGNING AV HELA LASTER	9
6	DISKUSSION	11
6.1	SLUTSATSER.....	12
7	LITTERATURFÖRTECKNING	13

1 Sammanfattning

I denna rapport undersöks systematiska och tillfälliga avvikelser hos kranspetsvågar monterade på lastbilar. Dessa vågar finns på nästan alla virkesbilar i Sverige idag, men används främst som ett stöd till chauffören för att nå optimal lastvikt. Denna studie hade som mål att utvärdera huruvida dessa kranspetsvågar är tillräckligt noggranna för att användas för ersättningsgrundande virkesmätning.

Studierna genomfördes i samarbete med ett åkeri i Mellansverige. Den bestod av två huvuddelar, dels vägning av en kontrollvikt med känd massa, samt jämförelse av hela lastvikter mot statiska fordonsvågar. Data samlades in för ett stort antal laster, både före och efter en tilltänkt kontrollanvisning implementerades hos chaufförerna.

Resultatet visade på relativt stora systematiska avvikelser hos de testade kranspetsvågarna, både före och efter implementering av den tänkta kontrollanvisningen. Detta skulle kunna bero på att något gått fel vid kalibrering av vågarna. De tillfälliga avvikelserna sjönk något efter implementering av kontrollrutinen, men ligger på relativt hög nivå. Studier på kontrollvikten visar att kranspetsvågarna systematiskt underskattar vikten på lasten när lastning sker från 2-3 meters höjd (toppen av en trave).

Slutsatserna blir att de systematiska avvikelserna på de testade modellerna är svåra att neutralisera, men det borde inte vara omöjligt. Modeller som är mindre förarberoende borde uppvisa lägre systematiska avvikelser. De tillfälliga avvikelserna är något för höga för att klara kraven i VML. Dessa skulle troligen gå att sänka på de testade vågarna, med då på bekostnad av produktivitet vid lastning. Sammantaget räcker den testade modellens noggrannhet troligtvis inte till för att kunna användas vid ersättningsgrundande virkesmätning. Nya modeller som är mindre förarberoende är troligen vad som krävs för att nå upp till VML:s krav.

2 Bakgrund

Vägning förväntas bli en allt viktigare komponent inom virkesmätningen, i synnerhet vid mätning av trädbränslen. Hittills har främst statiska fordonsvågar placerade i anslutning till mottagande industri eller värmeverk använts. Med statisk vägning avses stillastående vägning vilket är det historiskt sett vanligaste och enklaste sättet att väga. Statiska fordonsvågar har använts för ersättningsgrundande virkesmätning under lång tid. De betraktas i allmänhet som så tillförlitliga att de ofta används som referens vid bedömning av andra vågtyper. De är oftast utformade för vägning av 24-meters ekipage med en totalvikt på ca 60 ton. För att kunna bredda tillämpningen av vägning inom virkesmätningen pågår studier och utredningar rörande andra vågtyper:

- Dynamiska fordonsvågar (axelvågar), för lastbilar och järnväg
- Kranspetsvågar (dynamisk vägning i lastbilar och skotare)
- Lastbärrarvågar (statisk vägning i lastbilar och skotare)
- Vågar i truckar (dynamisk vägning)
- Vågar i kranar vid hamnar, terminaler etc. (dynamisk vägning)

De flesta landsvägsfordon för transport av rundvirke, som har egen kran, har vågar i dessa. Idag används kranspetsvågarna främst för att fordonen ska kunna få optimal lastvikt. De används ej för ersättningsgrundande virkesmätning. Kalibrering/justering av vågarna sköts av respektive chaufför eller åkeri. Några mer övergripande system för kontroll eller uppföljning finns inte. I Finland finns en omfattande användning av kranspetsvågar för ersättningsgrundande virkesmätning, både i skotare och i landsvägsfordon (Virkesmätningsdelegationen, 2014). Vad gäller kontroll används kontrollvikter av det slag som beskrivs längre fram i detta dokument.

Dynamisk vägning

En dynamisk våg samlar in viktuppgifter under tiden som t.ex. en kran rör sig. Två tekniker dominerar vad gäller dynamiska kranspetsvågar:

- Hydrauliska trycksensorer. Från en våglänk i kranspetsen så skapas ett hydraultryck när lasten lyfts upp. Trycket omvandlas till en signalström som i sin tur ger en viktuppgift.
- Trådtöjningsgivare. Består av en elektrisk ledare med elektrisk resistans. När lasten lyfts så utsätts tråden (ledaren) för en förlängning och då förändras dess resistans. Resistansförändringen kan sedan användas för att ge en viktuppgift.

Kranspetsvågarna kan dessutom delas in i ytterligare två kategorier; automatiska och icke-automatiska vågar. De automatiska vågarna kännetecknas av att vikten på varje enskilt knippe bestäms av en programvara som registrerar vikten. En icke-automatisk våg däremot kräver inblandning av en operatör för att bestämma vikten, t.ex. genom en knapptryckning. Indelningen i automatiska och icke-automatiska vågar är av största vikt – då dessa två vågtyper styrs av olika föreskrifter vad gäller noggrannhet.

Kranspetsvågar har redan tidigare studerats på både skotare (Iwarsson-Wide & Jönsson, 2012) samt på virkesfordon (Björklund & Fryk, 2014). Både studierna konstaterar att förarens körstil kan påverka på mätresultatet. Exempelvis så visade Björklund & Fryk (2014) att snedtag på virkesknippen kan leda till underskattade vikter, samt att lastning i maxfart kan öka både de tillfälliga och systematiska felen. Förarens körstil är med andra ord mycket viktigt om man vill få fram noggranna viktuppgifter. Programvaran i automatiska vågar skall vara ett sätt att minska denna påverkan. Tekniken/programvaran för automatisk vägning utvecklas och förbättras dessutom ständigt, så påverkan från dessa faktorer borde minska eftersom utvecklingen går framåt.

2.1 Lagkrav

I nya virkesmätninglagen (SKSFS, 2014) finns noggrannhetskrav för vägning som är betalningsgrundande gentemot första ledet i affären. En del av detta är krav på försumbara systematiska avvikelser, vilket av branschen vanligtvis tolkas som mindre än 1 %. Det ställs även krav en kompetenskontroll, kontroll av mätning samt tillsyn av mätutrustning. Utöver dessa krav finns även noggrannhetskrav för enskilda partier av olika storlek (se tabell 1). Dessa krav är uppdelade på torrsvikt och råsvikt. För att bestämma torrsvikt krävs det förutom en viktuppgift även ett torrhaltsprov.

Tabell 1. Noggrannhetskrav för råsvikt, torrsvikt och energiinnehåll enligt VML. Hämtat från SKSFS (2014).

	Virkespartis vikt i ton	Högsta tillåtna avvikelse	
		Vikt	MWh
Råsvikt	< 50	6 %	
	50-100	4,5 %	
	> 100	3 %	
Torrsvikt	< 25	18 %	20 %
	25-50	13,5 %	15,5 %
	> 50	9 %	11 %

Utöver kraven i virkesmätninglagen, så finns det även specifika föreskrifter för vissa typer av vågar. För vågar som klassas som icke-automatiska så omfattas alla vågar som används i samband med handel (exempelvis virkesmätning) av dessa föreskrifter (STAFS 2007:18). Föreskrifterna för de automatiska vågarna omfattar dock endast vågar som används för sophämtning och märkning av färdigpackade produkter.

3 Syfte och mål

Syftet med studien var att undersöka noggrannheten vid vägning av kranspetsvågar, både vid vägning av enskilt knippe och vid vägning av hela lastbilslaster.

Målet är att utarbeta och utvärdera instruktioner och kontrollrutiner som kan säkerställa trovärdiga och pålitliga metoder för ersättningsgrundande virkesmätning - vid användning av kranspetsvågar på virkesfordon.

4 Material och metod

4.1 Testade vågar

Studien genomfördes i samarbete med ett åkeri i Mellansverige, där tre av deras lastbilar, utrustade med våglänkar, ingick i studien. Samtliga lastbilar var utrustade med en hydraulisk våglänk tillverkade av Tamtron. Modellen heter *Tamtron Timber* och har enligt tillverkaren en mätnoggrannhet på 1-2 % och en standardavvikelse på 1-1,5 % (Tamtron, 2015). För att registrera en vikt så krävs det att operatören klickar på en knapp för att registrera att en lastningscykel sker. Vågen beräknar därefter automatiskt ut vikten på kranens last och registrerar denna. Tamtrons kranspetsvågar är dominerande bland svenska virkeslastbilar, och *Tamtron Timber* är den vanligaste modellen.

4.2 Kontrollvikt

Vägning av en stockliknande kontrollvikt är en viktig del av kvalitetssäkringen av ersättningsgrundande vägning med kranspetsvågar i Finland (Tapio 2014). Detta är en metodik som också skulle kunna användas i Sverige vid kontroll och kalibrering av kranspetsvågar. För detta ändamål tillverkades två stycken kontrollvikter. Den första vikten vägde 520 kg och den andra 920 kg (figur 1). Enligt representant från åkeriet som medverkade i studien så greppar man med lastbilens grip ungefär 900 kg/grip vid lastning. För att vågen skulle vara så väl kalibrerad mot denna vikt som möjligt så användes en kontrollvikt som ungefär motsvarade vikten vid lastning av en grip. Detta innebar att kontrollvikten på 920 kg var den som användes i studien. Vikten på 520 kg användes främst i den inledande undersökningen av hur väl kranspetsvågarna fungerade.



Figur 1. De två kontrollvikterna som användes i studien. Den vänstra, röd-vita vikten väger 520 kg och den högra vikten väger 920 kg.

4.3 Metodik

Studien syftade till att utvärdera huruvida en kontrollrutin kunde hjälpa till att höja noggrannheten och kvalitén i chaufförernas vägning. För att utvärdera detta krävdes först att en referensnivå i chaufförens vägning fastställdes. Därför så inleddes undersökningen med att förarna fick i uppgift att

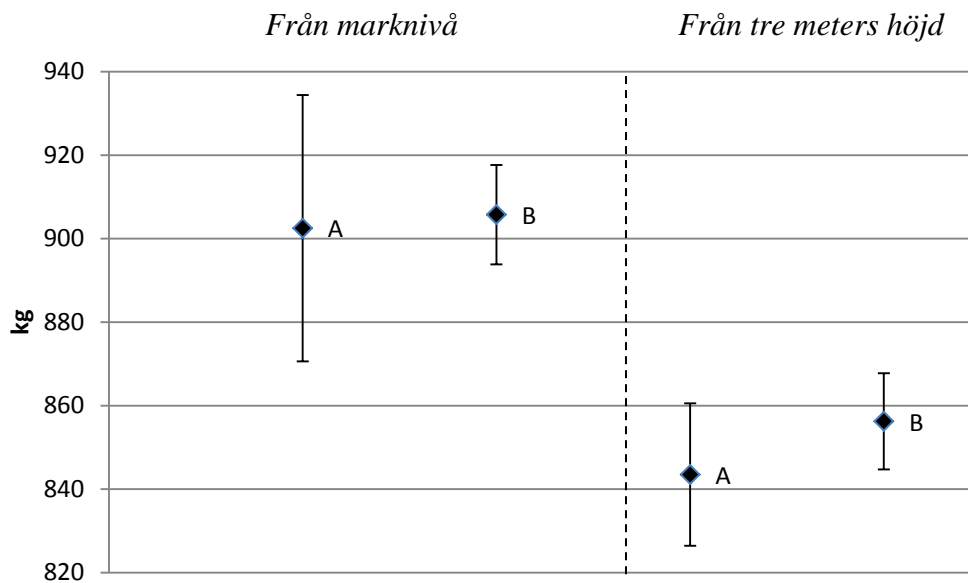
mäta vikten på sin last med hjälp av kranspetsvågarna med sina nuvarande körstilar och rutiner. De noterade denna vikt, och noterade därefter även vikten på sin last när de vägde in sig vid en statisk fordonsvåg. Referensnivån kunde utifrån detta fastställas.

När denna inledande del av studien var genomförd så implementerades en kontrollrutin hos chaufförerna. Kontroll bestod dels av noggrann skötsel/vård av utrustningen samt regelbunden testvägning av kontrollvikten, både från marknivå och från tre meters höjd för att se hur deras körstil kunde påverka vägningen. Testvägningen av kontrollvikten skedde genom en simulerad lastning av kontrollvikten till lastbilen. Den simulerade lastningen upprepades fem gånger från marknivå och sedan fem gånger från tre meters höjd. Att lasta kontrollvikten från tre meters höjd skulle simulera när lastning sker från toppen av en trave vid bilväg. Instruktionen var därefter att försöka väga så noggrant som möjligt- för att försöka eliminera systematiska avvikelser. Därefter upprepades proceduren med att notera lastvikten från kranspetsvågen och fordonsvågar. Data samlades därefter in för två av de bilar som ingick i den inledande delen av studien. För varje fordon finns det två chaufförer som använder sig av bilen, uppdelade på två skift.

5 Resultat

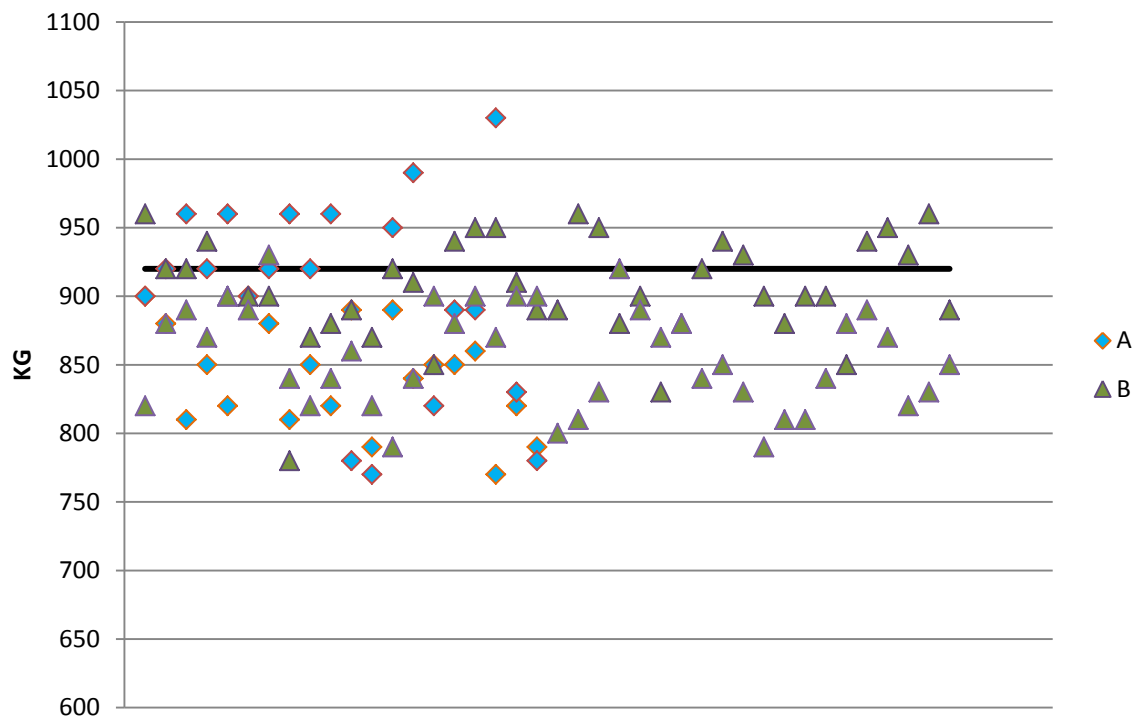
5.1 Knippevis vägning

Den knippevis kontrollvägning utfördes med den tillverkade kontrollvikten på 920 kg. Vid varje testtillfälle så vägdes kontrollvikten tio gånger, fem från marknivå och fem från tre meters höjd. För bilen A så gjordes totalt 40 vägningar och för B 80 vägningar. Resultatet (figur 2) visar att kranspetsvågen systematiskt underskattar kontrollviktens massa vid lastning från tre meters höjd. Även vid lastning från marknivå så verkar det ske en systematisk underskattning, dock mycket mindre.



Figur 2. Systematiska avvikelser vid vägning av kontrollvikt (920 kg) med kranspetsvåg. Den svarta punkten är medelvärdet för att vägningar av kontrollvikten för respektive bil och höjd. Staplarna visar ett 95 % - igt konfidensintervall.

Tittar man på de tillfälliga avvikelserna för vägning av kontrollvikten (figur 3) så noteras att det varierar ganska kraftigt mellan olika lyft, som mest uppemot 150 kg från kontrollviktens kända massa på 920 kg.



Figur 3. Tillfälliga avvikelser hos samtliga, totalt 120, vägningar av en kontrollvikt med en massa på 920 kg. Varje punkt representerar ett unikt viktvärde från kranspetsvågen. Det svarta strecket indikerar kontrollviktens massa.

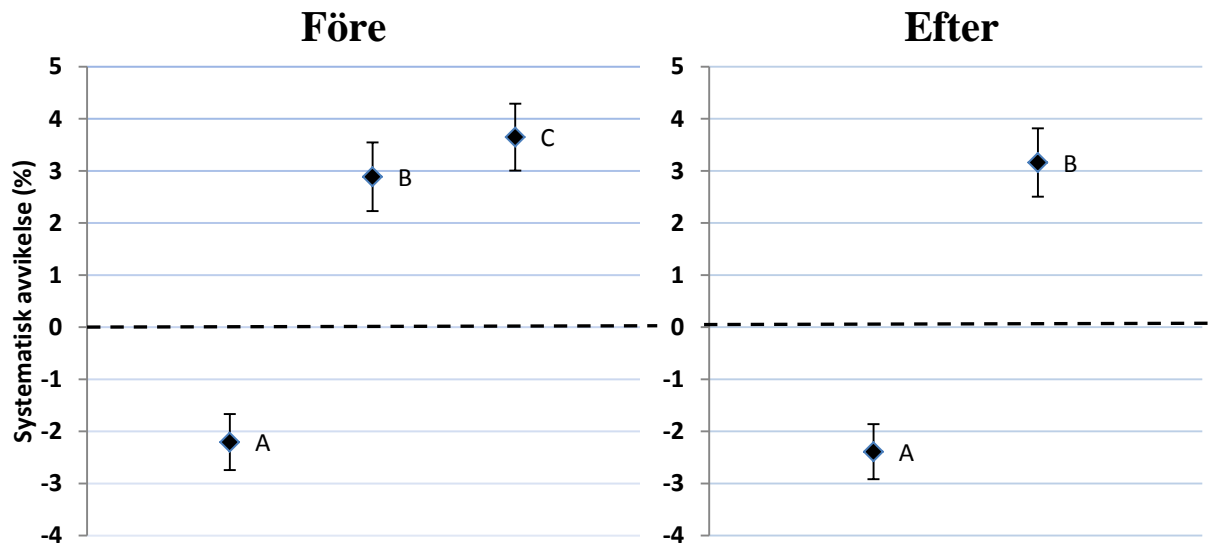
5.2 Vägning av hela laster

Resultatet från kranspetsvågarna, innan det att den tilltänkta kontrollrutinen implementerades, visade på relativt stora systematiska avvikelser (tabell 2, figur 4). De tre testade bilarna visade på systematiska avvikelser som i genomsnitt låg -2,2 – 3,6 % ifrån det värde som uppmättes på olika statistiska fordonsvågar. Inga tydliga skillnader mellan olika chaufförers vägningar på samma bil kunde påvisas, ej heller så syntes någon skillnad beroende på vilken statistisk fordonsvåg som använts vid invägning på industrin (invägning skedde vid flera olika industrier). De tillfälliga avvikelserna (standardavvikelsen) varierade mellan 1,71–2,07 %.

Efter implementering kunde ingen förbättring av de systematiska avvikelserna ses och de låg kvar på ungefär samma nivå (tabell 2, figur 4). Standardavvikelsen sjönk marginellt, men annars fanns inga tydliga skillnader.

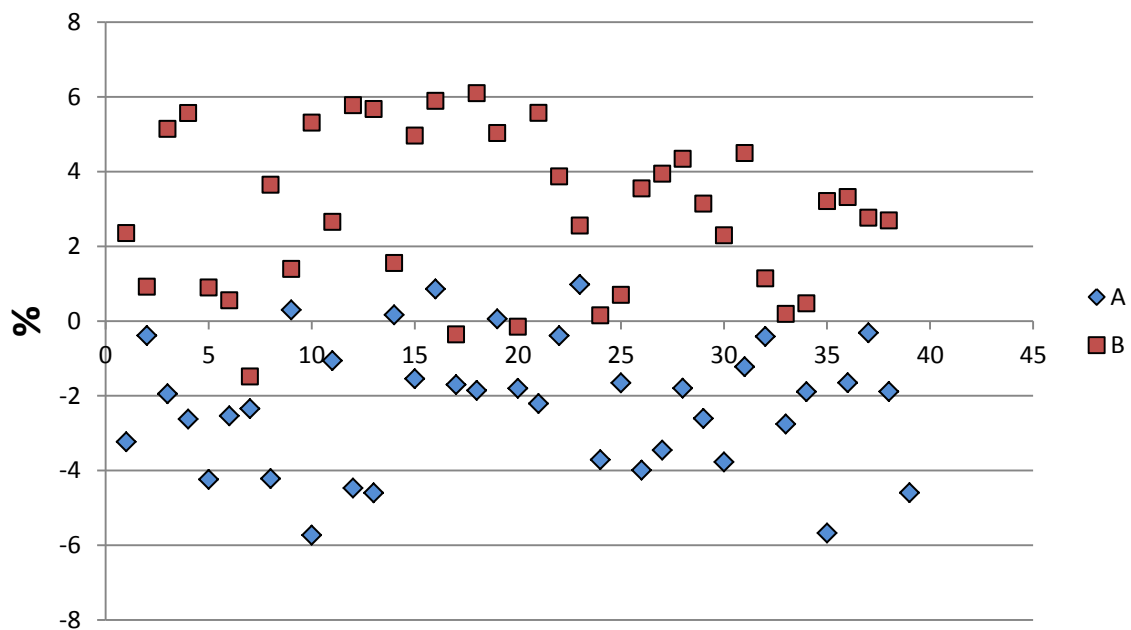
Tabell 2. Resultat visar resultat före och efter implementering av kontrollrutin. Medelstorleken på en last var c:a 39,7 ton.

	Bil	Antal vägda laster	Medelavvikelse (kg)	Medelavvikelse (%)	Std. avv. (%)
Före	A	39	-864	-2,2	1,71
	B	38	1095	2,9	2,07
	C	39	1374	3,6	2,04
Efter	A	29	-1022	-2,4	1,45
	B	32	1302	3,2	1,89



Figur 4. Den systematiska avvikelsen för de tre bilarna vid jämförelse mellan kranspetsvägning och statiska fordonsvågar. Statisk fordonsvåg används som referens, och kranspetsvågarnas medelavvikelse från referensen visas i %. Felstaplarna visar 95 % konfidensintervall för medelavvikelsen.

Tittar man på de tillfälliga avvikelserna för vägning av hela laster (figur 5) så noteras att det varierar en del mellan leveranser, men att alla laster för respektive bil verkar hålla sig inom $\pm 6\%$.

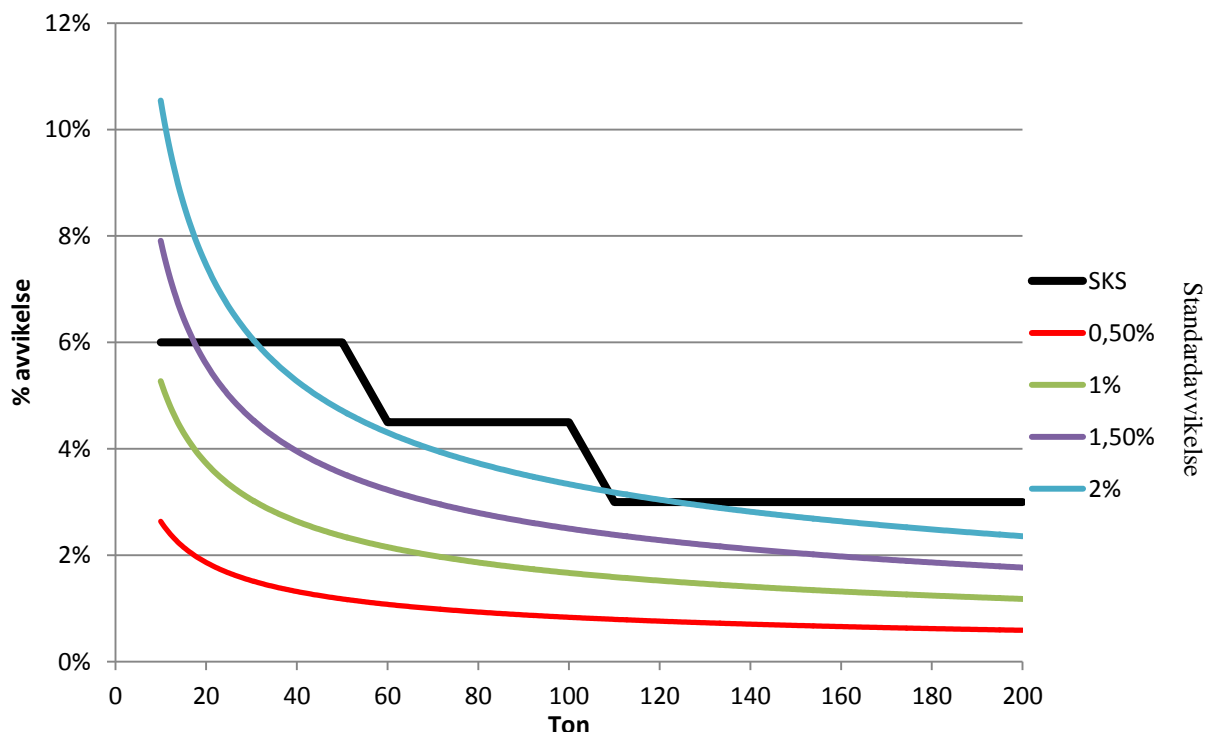


Figur 5. Observerad avvikelse (%) mellan kranspetsvägning och vägning på fast fordonsvåg på den totala lastvikten. Genomsnittlig lastvikt för alla laster var 39,7 ton, vilket innebär att 1 % avvikelse motsvarar cirka 400 kg.

6 Diskussion

I virkesmätningsslagen separeras på systematiska och partivisa avvikelser. Endast obetydliga systematiska fel får förekomma enligt lagen, vilket av branschen vanligtvis tolkas som mindre än 1 % systematiska avvikelser. Kranspetsvågarna i denna studie uppvisar systematiska avvikelser som är betydligt större än 1 %, både före och efter noggrann kontroll av kranspetsvågarna. De systematiska avvikelserna är dessutom i princip konstanta före och efter noggrann kontroll av kranspetsvågarna. Dessa resultat tyder på att något har gått fel vid kalibreringen av vågarna. Kanske hanteras kontrollvikten vid kalibrering varsammare än vid verklig lastning, vilket skulle kunna påverka kalibreringen. En annan möjlighet är att operatörerna helt enkelt gjort fel vid kalibrering. Intressant nog så finns inga skillnader mellan chaufförerna på de separata bilarna – utan de systematiska avvikelserna verkar vara kopplade till respektive fordon. Detta är något förvånande utifrån tidigare resultat (Björklund & Fryk, 2014).

För de partivisa avvikelserna så gör lagen skillnad på tillåtna avvikelser för olika stora partier. Exempelvis får virkespartier som är mindre än 50 ton får avvika upp till 6 % (tabell 1). Kraven hårdnar sedan för större partier. Utifrån den observerade tillfälliga avvikelserna (standardavvikelsen) för lastvikterna mellan kranspetsvågen och de statiska fordonsvågarna (som betraktas som facit) så kan man skatta i vilken utsträckning som kranspetsvågen klarar kraven på partivisa avvikelser (figur 6). Kranspetsvågarna i studien uppvisade en standardavvikelse mellan 1,45 till 2,07 %, vilket placerar dem mellan den lila och den blåa linjen. De observerade standardavvikelserna är något högre än de som tillverkaren angivit i sin produktinfo, vilket kan bero på de aktuella förarnas kranhantering. För kranspetsvågar med denna spridning är det sannolikt (99 %) att man inte kommer att uppfylla lagkraven på maximala partivisa avvikelser för alla partistorlekar. Det är främst för virkespartier mindre än 40 ton som lagkraven kommer överskridas.



Figur 6. Skattning av hur väl SKS krav på maximala partivisa avvikelser uppfylls med kranspetsvågar som uppvisar olika stora tillfälliga avvikelser (standardavvikelse) för sin lastvikt i förhållande till referensvåg. Skattningen är utförd med en konfidensnivå på 99 % och förutsätter att inga systematiska avvikelser finns. Givet de standardavvikelser som är angivna för varje respektive linje så kan man förvänta sig att 99 % av observationerna kommer befinna sig nedan denna linje.

Utifrån grafen ovan så kan man även göra en skattning av vilken maximal tillfällig avvikelse som krävs av kranspetsvågar för att de skall kunna uppfylla virkesmätningens kravnivåer. Förutsatt att kranspetsvågen saknar systematiska avvikelser så kan den maximala tillfälliga avvikelsen (standardavvikelsen) för hela lastvikter vara 1,13 %. Den kritiska punkten är framförallt mindre partistorlekar som närmar sig den nedre gränsen på 10 ton. För kranspetsvågar som endast hanterar större partier, över 100 ton (exempelvis hamnkranar) så räcker det med en maximal tillfällig avvikelse (standardavvikelse) på 1,8 %, återigen givet att inga systematiska avvikelser finns. Kranspetsvågarna i testet skulle med andra ord kunna fungera vid vägning av endast större partier – förutsatt att de systematiska avvikelserna elimineras.

Att implementera en kontrollrutin hos de chaufförer som använt lastbilarna har överlag fungerat bra. Skötseln och underhållet av våglänkarna har fungerat bra, och vägningen av kontrollvikten har fungerat ok. Reflektioner från chaufförerna var att det var svårt att kalibrera sig mot en kontrollvikt. Vid två på varandra följande vägningar så kunde vägningsresultat skilja sig 180 kg, trots att de ansåg sig ha hanterat kranen och vikten på exakt samma sätt. En annan reflektion var att lastvikterna underskattas när de lastar från toppen av en trave. Detta kan även ses i vägning av kontrollvikten från tre meters höjd, vilket påvisar att dessa kranspetsvågar är känsliga för detta. I de fall som en stor del av lasten tagits från toppen av traven så upplevde chaufförerna att avvikelserna var större.

6.1 Slutsatser

Slutsatserna från denna studie blir att den tilltänkta kontrollrutinen inte var tillräcklig för att neutralisera de systematiska avvikelserna. Detta skulle kunna bero på att chaufförerna hanterar kranen på annat sätt vid kalibrering än vid lastning i praktiken, att kalibreringen av vågen inte har blivit gjord korrekt eller någon annan anledning. Att helt eliminera de systematiska avvikelserna borde vara möjligt, men verkar vara relativt svårt, då de olika bilarna skiljer sig åt så kraftigt. Dessa vågar är känsliga för den enskilda operatörers beteende, och att använda vågar som är mindre förarberoende vore kanske ett enklare sätt att eliminera systematiska avvikelser.

De tillfälliga avvikelser i lastvikten som noterats i studien innebär att kranspetsvågarna skulle ha svårt att klara VML:s krav på maximala partivisa avvikelser. Skall dessa nivåer nås måste den tillfälliga avvikelsen sänkas, vilket troligen är möjligt för dessa kranspetsvågar men det skulle i sin tur kraftigt påverka produktiviteten vid lastning/lossning. Modeller av kranspetsvågar som uppvisar lägre tillfälliga avvikelser även vid högt tempo i lastningen är nog ett måste om vägningen skall kunna ske utan att produktiviteten hos lastbilarna påverkas.

Skall kranspetsvågar användas för ersättningsgrundande virkesmätning så krävs det först och främst att de systematiska avvikelserna elimineras. Även de tillfälliga avvikelserna måste sänkas något i förhållande till de kranspetsvågar som testats i denna studie för att VML:s krav på maximala tillfälliga avvikelser skall uppnås. Vågar som är mindre förarberoende är troligtvis den viktigaste komponenten för att nå dit.

7 Litteraturförteckning

- Björklund, L., & Fryk, H. (2014). *Tester av kranspetsvågar på fordon*. Uppsala: VMU/SDC.
- Iwarsson-Wide, M., & Jönsson, P. (2012). *Utvärdering av kranhängda vågsystem*. Uppsala: Skogforsk.
- SKSFS. (1999). *Skogsstyrelsens föreskrifter om virkesmätning*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- SKSFS. (11 2014). *Skogsstyrelsens föreskrifter om virkesmätning*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Tamtron. (den 23 09 2015). *Tamtroungroup*. Hämtat från <http://tamtroungroup.com/se/produkter/tamtron-timber> den 23 09 2015
- Virkesmättningsdelegationen. (2014). *Mätning av Energived*. Skogsbrukets utvecklingscentral Tapio, Skogsforskningsinstitutet och Arbetseffektivitetsföreningen.