



# Variasjon i kalibreringsverdi for spredere

Etatsprogram vinterdrift



# DELRAPPORT

## Veidekke Industri Kompetansesenteret



**Etatsprogram Vinterdrift**  
**Feltundersøkelse av variasjon i kalibreringsverdi for**  
**spredere**



Trondheim: 18.04.2016

# Innholdsfortegnelse

<b>1. Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Gjennomføring</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Resultater og vurderinger</b> .....	<b>4</b>
3.1 Siktekurver og veieresultater.....	4
3.2 Bearbeidede nøkkelresultater.....	6
3.3 Fordelingskurver.....	8
3.4 Betragtninger og forslag – videre arbeid.....	12
<b>4. Oppsummering – konklusjon</b> .....	<b>13</b>

# 1. Innledning

Tallerkenspredere benyttes innen vinterdrift til salting og sanding. Gitt at en spesifikk kalibreringsprosedyre gjennomføres er mengdenøyaktigheten ment å skulle være god. Like fullt erfarer en at mengdenøyaktigheten synes å være langt fra god, selv med nykalibrert spredere.

Kalibreringsprosedyren resulterer i en kalibreringsverdi som *forteller sprederen hvilken mengde strømiddel som mates ut i løpet av en gitt arbeidsperiode*, for eksempel en skrueomdreining. Kalibreringsverdien, sammen med informasjon om tilbakelagt strekning (pulssignal), er derfor nøkkelelementer med tanke på mengdenøyaktighet.

Veidekke Industri er engasjert av Statens Vegvesen Vegdirektoratet i prosjektet: «Etatsprogram Vinterdrift». Etatsprogrammet (EVI) søker blant annet å bidra til økt vinterdriftskompetanse og videreutvikling av metoder.

Som en del av aktiviteten innen EVI ble det den 9. mars 2016 gjennomført et feltforsøk på Bjorli. Forsøket ble gjennomført for å se på i hvilken grad kalibreringsverdien varierer gjennom lasset. Likedan for å kunne foreta en vurdering av om dagens kalibreringsprosedyrer er gode nok. Varierende kalibreringsverdi, gjennom et og samme lass, vil resultere i mengdeunøyaktighet. I så tilfelle vil det kunne være behov for å endre kalibreringsrutinene slik at disse i større grad tar hensyn til variasjonene.

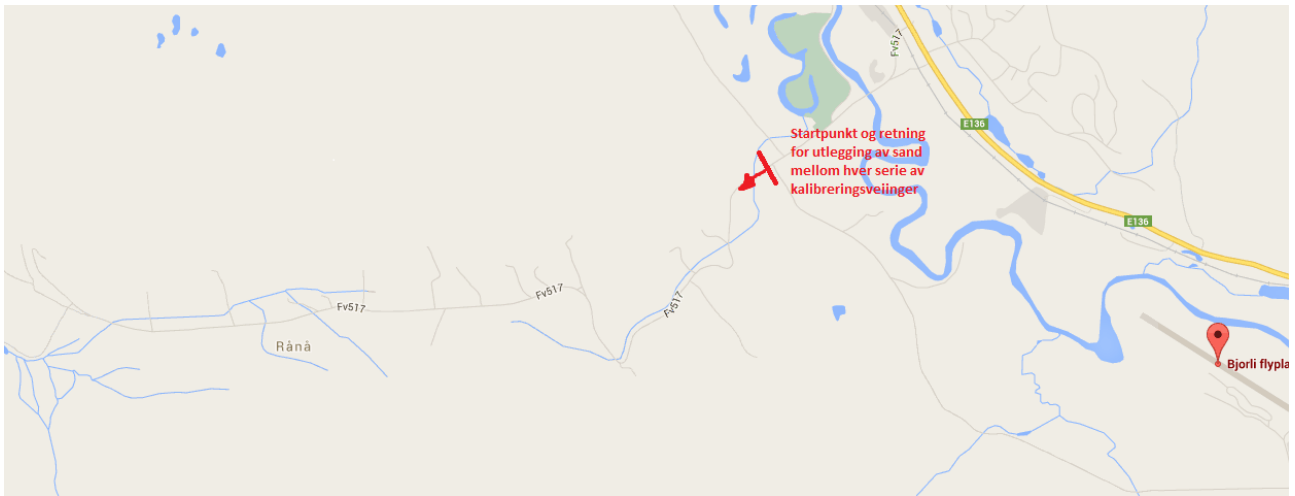
Denne del-rapporten oppsummer resultatene fra feltforsøket. Fra Veidekke Industri (VDI) har Inge Bolme stått for feltarbeid, bearbeiding av data og utarbeidelse av delrapport. Stein Hoseth og Bjørn Ove Lurfald har bidratt med nyttige innspill i forbindelse med bearbeidingen av data.

## 2. Gjennomføring

Forsøket ble initiert basert på *en antakelse* om at kalibreringsverdien ville variere som følge av komprimering (sammensigning, endret massetetthet) og ulik fyllingsgrad (tyngde). Ressursbruken ble derfor begrenset og forsøket gjennomført som en innledende studie, for om mulig å kunne verifisere eller avkrefte antakelsen.

Forsøket ble gjennomført med en spredere for hvert av de to ulike utmatingsprinsipp, båndutmatning (Epoke) og skrueutmatning (Falköping), begge tilhørende Mesta i Romsdalen. Knust natur (0/4 mm) fra Kårbøseter «gropa» ble lastet ved Mesta sitt lager i Verma. Dette er en masse med relativt høyt finstoffinnhold. Siktekurver for massen ble framskaffet i forbindelse med «Sandingsforsøk 1 og 2» på Bjorli i januar og februar 2016. Siktekurvene er inntatt i figur 4 nedenfor.

Kalibreringsveiing i serier med tolv målinger (n=12) ble gjennomført rett etter lasting Verma, etter transport fra Verma til Bjorli flyplass (15 km) og etter gjentatte utlegginger av strømiddel på FV 517 (Rånåveien). Samme strekning ble kjørt for hver utlegging av strømiddel, jfr. figur 1 under. Totalt fikk en for sprederen med skrueutmatning gjennomført fem serier med kalibreringsveiinger (n=60). For sprederen med båndutmatning fikk en kun fire serier med målinger (n=48) grunnet for liten restmengde etter siste utlegging av strømiddel (begynnende tomgang).



Figur 1: Utleggstrekning for sand mellom seriene av kalibreringsveing.

Figur 1 viser startpunkt og retning for utlegging av masse. Det ble lagt ut masse over en strekning på omkring 3450 meter, en strekning forbundet med mer eller mindre sammenhengende stigning. Det var oppholdsvær og en temperatur omkring +5 °C i forbindelse med forsøkene.

### 3. Resultater og vurderinger

#### 3.1 Siktekurver og veieresultater

Utstyr som deltok, generell informasjon om gjennomføringen og resultater fra kalibreringsveiene framgår av figur 2 og 3. Selve måleresultatene (kalibreringsveiene) er plottet i celler med gul fyllfarge nederst til høyre.

Ref nr:	Spreader med båndutmatning		Enhet:															
1	Identifikasjon / Generelt	Firma	-	Mesta														
2		Biltype	-	Vo														
3		Reg.nr	-	UF 34530														
4		Spredetype	-	EpSiri Combi AST (6,0 m <sup>3</sup> faststoffkammer)														
5		Spr.nr	-	49130385														
6		Årsmodell, spreader	-	2013														
7		Temperatur (ute / i luften)	°C	±14 - +2														
8		Strømetode	-	TS														
9		Strømateriale	-	Kårbøseter, knust natur (0/4 mm) fra Mestlager Verma														
10		Forsøksscenario	-	Løst opp masse (øst opp), lastet forsiktig, omrører inkludert														
11		Kommentarer	-	Ikke lasterampe og for bred skuffe => vil være en typisk lastesituasjon														
12		Antatt utfall (hypotese)	-	Oppveid mengde vil øke etter hvert grunnet komprimering av massen														
13	Kalibrering	Innstillinger ifbm kalibrering	-	30 g/m <sup>2</sup> - 3,0 m bredde														
14		Innstilt kalibr.verdi, før	-	20,30	Verdi for masse fra Veblungsnes fra "Sandingsforsøk 1"													
15		Innstilt kalibr.verdi, etter	-	16,44	Verdi innlagt basert på de første veiingene/resultatene fra "Forsøk #1"													OBS!
					Mengde i spreader (estim)		Oppveid mengde for oppveing nr											
		Forsøk	Situasjon ved veiing	%	kg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
16	Oppveid kalibreringsverdi - resultater	#1	Rett etter lastning	100	7800	16,44	16,35	16,50	16,32	16,18	16,61	16,48	16,77	16,92	16,88	16,83	16,87	
17		#2	Etter transport Verma-Bjorli	100	7601	17,45	17,45	17,39	17,11	16,76	16,99	16,80	17,02	16,93	16,83	16,06	16,58	
18		#3	Etter 1. utlegging	75	5728	18,45	17,98	17,92	17,54	17,62	17,64	17,32	17,61	17,97	18,07	17,98	18,04	
19		#4	Etter 2. utlegging	50	4015	17,79	17,57	17,73	17,77	17,25	17,54	17,08	16,87	17,00	16,98	17,06	17,05	
20		#5	Etter 3. utlegging	25	3354													

Figur 2: Veieresultater og generelle opplysninger i tilknytning til forsøket for spreader med båndutmatning.

I det påfølgende gis noen kommentarer til figur 2 og 3. Ut over disse ansees figurene å være selvforklarende, ytterligere forklaringer blir derfor ikke gitt.

Forut for oppstart ble det brukt noe tid på å diskutere seg fram til et «Antatt utfall» av forsøket (ref nr: 12). Dette for å involvere, skape engasjement og oppnå økt læring.

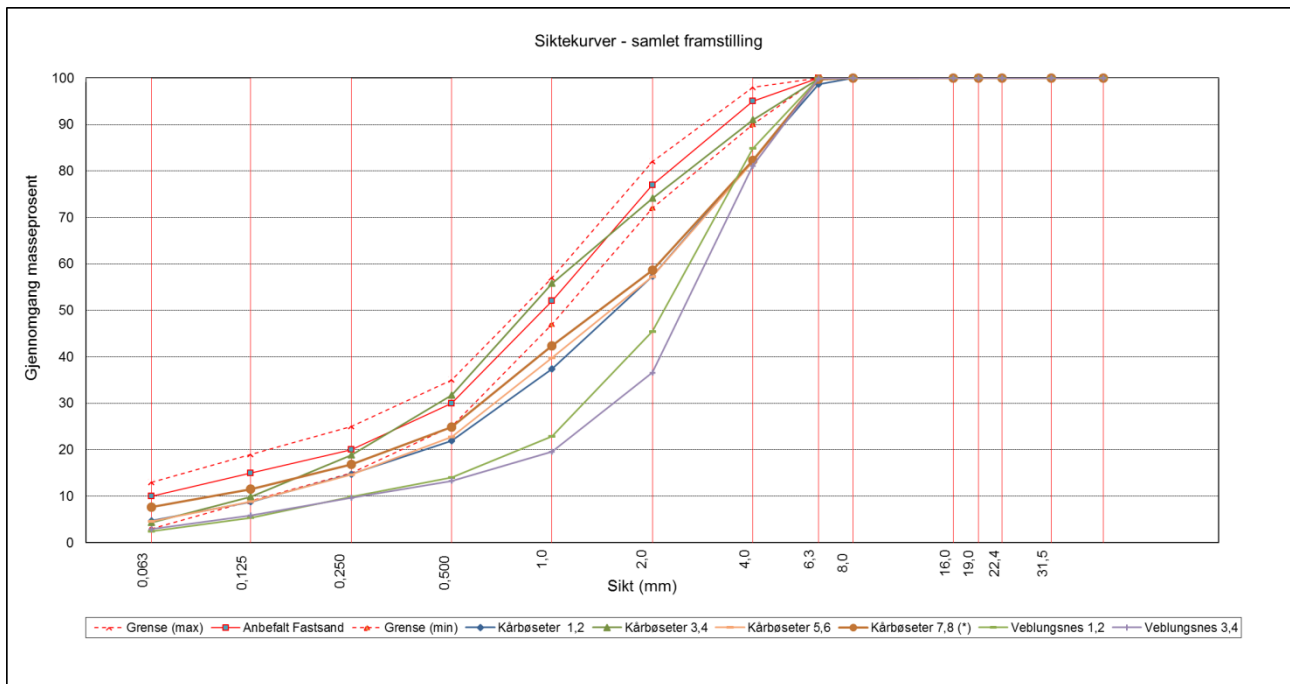
«Mengde i spreder (estim)» framkommer basert på en vurdering (estimat) av frivolum etter lasting, i forhold til oppgitt lastevolum/kapasitet (henholdsvis 6,0 og 9,0 m<sup>3</sup>). I fylt mengde ble estimert til 5,0 og 7,0 m<sup>3</sup>. Disse estimatene er åpenbart usikre, men tankegangen ble inkludert for å kunne ha en formening om registrert utlagt mengde samsvarte med reell utlagt mengde. Gjenværende mengde ved avslutning av feltforsøkene, ble anslått til noen hundre kg. Av figur 2 og 3 framgår det at en teoretisk burde hatt omkring 3354 og 4236 kg igjen i sprederen, jfr. røde ellipser. Reell utlagt mengde har derfor trolig vært større enn registrert utlagt mengde. Dette synes også å følge av resultatene nedenfor (målt avvik i kalibreringsverdi, visualisert i figur 7 og 8).

Ref nr:	Spreder med skruetmating		Enhet:															
1	Identifikasjon / Generelt	Firma	-	Mesta														
2		Biltype	-	Vo														
3		Reg.nr	-	UR 90076														
4		Sprede type	-	FaLTFV Kombi (9,0 m <sup>3</sup> faststoffkammer)														
5		Spr.nr	-	23739														
6		Årsmodell, spreder	-	2013														
7		Temperatur (ute / i lufta)	°C	±8 - ±2														
8		Strømetode	-	TS														
9		Strømateriale	-	Kårbøseter, knust natur (0/4 mm) fra Mestlager Verma														
10		Forsøksscenario	-	Løst opp masse (øst opp), lastet forsiktig, omrører inkludert														
11		Kommentarer	-	Ikke lasterampe => vil være en typisk lastesituasjon														
12		Antatt utfall (hypotese)	-	Oppveid mengde vil påvirkes mindre grunnet skruetmating og kraftigere omrører														
13	Kalibrering	Innstillinger ifbm kalibrering	-	10 g/m <sup>2</sup> - 4,0 m bredde, MAN(uell) på ihht instruks/prosedyre fra Falköping/S. Stave														
14		Innstilt kalibr.verdi, før	-	6,2 Verdi for masse fra Veblungsnes fra "Sandingsforsøk 2"													OBS!	
15		Innstilt kalibr.verdi, etter	-	7,1 Verdi innlagt basert på de første veiingene/resultatene fra "Forsøk #1"														
				Mengde i spreder (estim)		Oppveid mengde for oppveing nr												
	Forsøk	Situasjon ved veiing	%	kg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
16	Oppveid kalibreringsverdi - resultater	#1	Rett etter lasting	100	11000	7,25	6,88	7,08	6,96	6,93	6,81	6,71	6,93	6,87	6,82	6,81	6,86	
17		#2	Etter transport Verma-Bjorli	100	10917	6,69	6,58	6,79	6,83	6,55	6,66	6,77	6,69	6,54	6,93	6,66	6,93	
18		#3	Etter 1. utlegging	75	8681	7,21	7,05	6,73	6,12	6,91	7,00	6,96	6,94	6,74	7,04	6,87	6,92	
19		#4	Etter 2. utlegging	50	6437	7,75	7,39	7,29	6,99	7,17	7,32	6,98	7,47	7,16	7,21	7,18	7,28	
20		#5	Etter 3. utlegging	25	4236	7,80	7,58	7,41	7,31	7,46	7,25	7,20	7,33	7,27	7,37	7,40	7,12	

Figur 3: Veieresultater og generelle opplysninger i tilknytning til forsøket for spreder med skruetmating.

«Innstilt kalibr.verdi, etter» (ref nr: 15) avtar for spreder med båndutmating mens den øker for spreder med skruetmating. «Innstilt kalibr.verdi, før» skrev seg fra «Sandingsforsøk 1 og 2» der begge sprederne sist ble kalibrert med masse fra Veblungsnes. Av siktekurvene i figur 4 ser en at det er klare forskjeller mellom massen fra Veblungsnes og Kårbøseter masse. Lavere andel av de minste fraksjoner gjør at massen fra Veblungsnes, også visuelt, framstår som mye «renere» enn Kårbøseter massen.

For en spreder med utmatingssystem ala Epoke (valse mot fjærstrammet gummibunn, vertikal massebevegelse) virker det rimelig at kalibreringsverdien øker med «renere» masse. Dette kan enkelt visualiseres ved å se for seg hvordan finstoffinnhold vil påvirke massers oppførsel i ett timeglass. Det samme vil nok ikke være tilfelle for en spreder med skruetmating (horisontal massebevegelse). Her vil nok endringen i kalibreringsverdi i større grad reflektere endringen i egenvekt.



Figur 4: Siktekurver fra «Sandingsforsøk 1 og 2» på Bjorli for ulike prøver av masse fra Kårbøseter og Veblungsnes.

### 3.2 Bearbeidede nøkkelresultater

Figur 5 og 6 gir en samlet framstilling av bearbeidede nøkkeldata fra forsøket. I celler med gul fyllfarge har en fylt inn den kalibreringsverdi det ville vært naturlig å legge inn i spreders styringssystem gitt at en kalibreringsprosedyre hadde vært gjennomført på dette stadium. Av figurene ser en under «%-avvik fra innst kalibr.v» at kalibreringsverdien, som betraktes og behandles som en konstant, nok må forventes å kunne variere med minst  $\pm 10\%$  gjennom lasset.

		Spreader med båndutmating										
		Kalibr.v   alt forsøk (#2,...)	%-avvik fra innst kalibr.v	Min	Max	Median	Gj.snitt	SD	%-avvik gj.snitt fra innst kalibr.v	SD i %		
21		Forsøk	Situasjon ved veiing									
22		#1	Rett etter lasting	16,44	16,18	16,92	16,56	16,60	0,25	0,9	1,5	
23		#2	Etter transport Verma-Bjorli	17,45	16,06	17,45	16,96	16,95	0,40	3,1	2,3	
24		#3	Etter 1. utlegging	17,98	17,32	18,45	17,95	17,85	0,31	8,5	1,7	
25		#4	Etter 2. utlegging	17,70	16,87	17,79	17,17	17,31	0,35	5,3	2,0	
26		#5	Etter 3. utlegging									
27												
28	Bearbeidede nøkkeldata (samlet framstilling)	Samtlige målinger			16,06	18,45	17,06	17,17	0,57	4,5	3,3	
29												
30		Gj.snitt $\pm$ SD									16,6	17,7
31		Gj.snitt $\pm$ 2*SD									16,0	18,3
32		Gj.snitt $\pm$ 3*SD									15,5	18,9

Figur 5: Samlet framstilling av nøkkeldata fra forsøket for spreader med båndutmating.

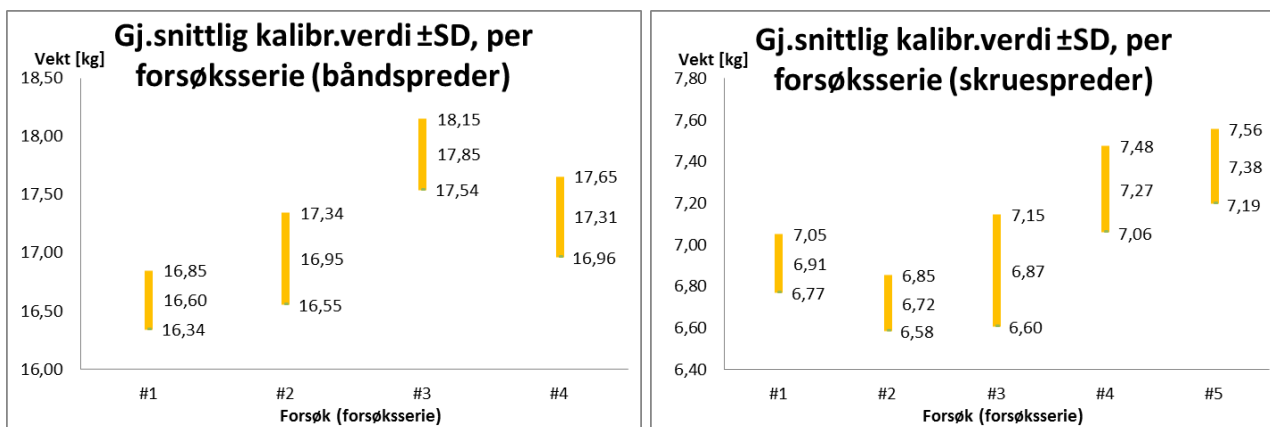
Min- og maksimumsverdier, median, gjennomsnitt og standardavvik (SD) gir et bilde av spredningen og fordelingen av måleresultatene. For eksempel ser en at «SD i %» er lavere for spreader med båndutmating enn spreader med skrueutmating. Spredningen er med andre ord størst for Falköpingsprederen i dette forsøket. Dette ser en også av hvordan min- og maksimumsverdiene plasserer seg i forhold til «Gj.snitt  $\pm$  3\*SD».

I det videre arbeidet har en også benyttet seg av standardavviket for å beskrive det (totale) intervall som kalibreringsverdien kan forventes å befinne seg i. I henhold til grunnleggende sannsynlighetsteori vil, for alle praktiske formål, samtlige målinger (99,74 %) ligge innenfor  $\pm 3SD$ . Horisontal akse i figurene 9-13 er begrenset basert på denne tankegangen.

		Spreader med skrueutmatning											
		Kalibr.v   alt forsøk (#2,...)	%-avvik fra innst kalibr.v	Min	Max	Median	Gj.snitt	SD	%-avvik gj.snitt fra innst kalibr.v	SD i %			
21		Forsøk	Situasjon ved veiing										
22		#1	Rett etter lasting	7,1		6,71	7,25	6,88	6,91	0,14	-2,7	2,1	
23		#2	Etter transport Verma-Bjorli	6,7	-5,6	6,54	6,93	6,69	6,72	0,13	-5,4	2,0	
24		#3	Etter 1. utlegging	7,0	-1,4	6,12	7,21	6,93	6,87	0,27	-3,2	3,9	
25		#4	Etter 2. utlegging	7,5	5,6	6,98	7,75	7,25	7,27	0,21	2,3	2,9	
26		#5	Etter 3. utlegging	7,6	7,0	7,12	7,80	7,35	7,38	0,18	3,9	2,5	
27													
28	Bearbejdede nøkkeldata (samlet framstilling)	Samtlige målinger				6,12	7,80	6,97	7,03	0,31	-1,0	4,5	
29													
30		Gj.snitt $\pm$ SD										6,7	7,3
31		Gj.snitt $\pm$ 2*SD										6,4	7,7
32		Gj.snitt $\pm$ 3*SD										6,1	8,0

Figur 6: Samlet framstilling av nøkkeldata fra forsøket for spreader med skrueutmatning.

Figur 7 og 8 viser gjennomsnittlig kalibreringsverdi for hver forsøksserie. Ett standardavvik i hver retning er inkludert for å gi en indikasjon på seriens spredning. Innenfor dette intervallet ( $\pm SD$ ) vil det være stor sannsynlighet for at kalibreringsprosedyren resulterer i en kalibreringsverdi som ligger i øvre eller nedre del av intervallet (stolpene i diagrammet).



Figur 7 og 8: Visualisering av kalibreringsverdiens variasjon gjennom lasset.

Figurene kan nok sies å illustrere, at det ikke er vilkårlig når kalibrering gjennomføres for å oppnå samsvar mellom reell og registrert utlagt mengde (mengdekontroll).

Gitt at man er «tilstrekkelig uheldig», samt at kalibreringsprosedyren gjennomføres på et ugunstig stadium, ser en for spreader med skrueutmatning at kalibreringsverdien godt kan ende opp omkring 6,6 kg mens en mer korrekt kalibreringsverdi, når store deler av legges ut, ville vært i størrelsesorden 7,5 kg (jfr. figur 8). For spreaderen med båndutmatning ser en av figur 7 at kalibreringsverdien nok må forventes å kunne variere med 2 kg, avhengig av når kalibreringsprosedyren gjennomføres.

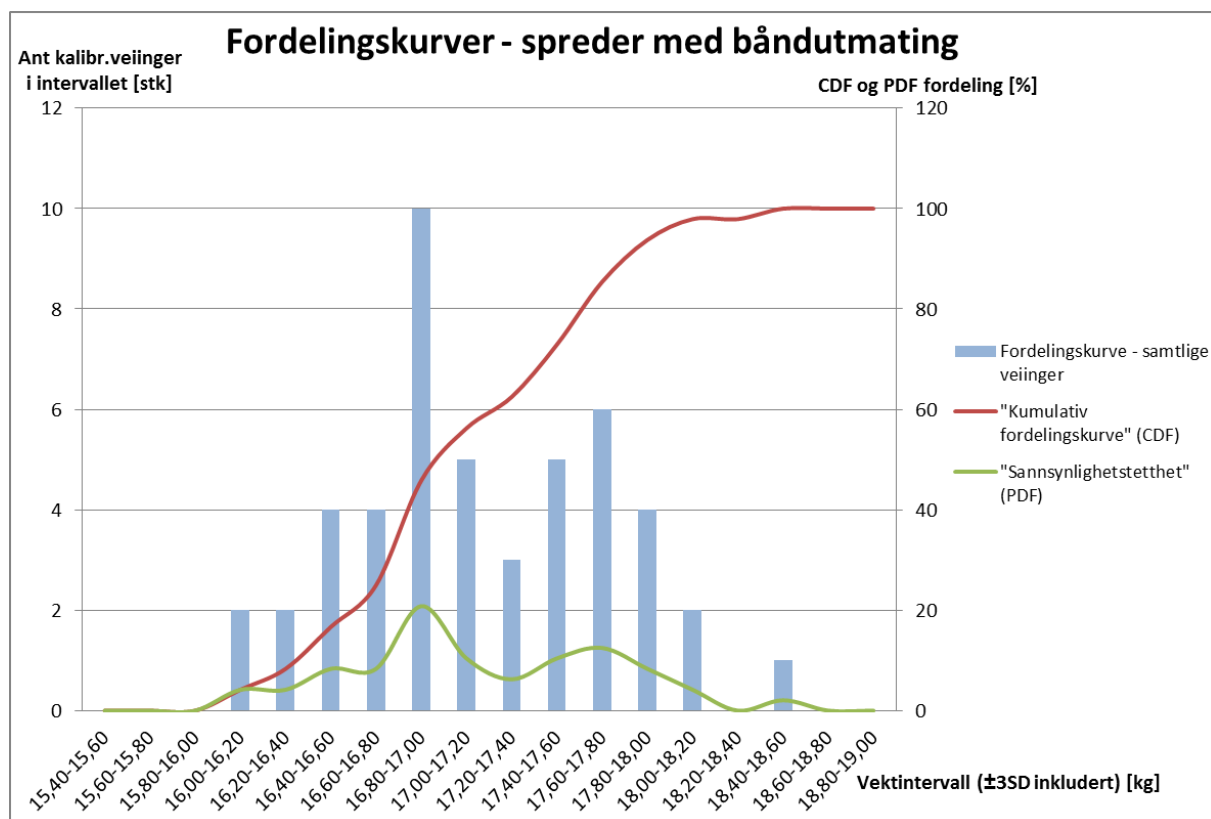


Dette skulle illustrere et viktig poeng: Spreaderens styringssystem er statisk. Mengdenøyaktighet forutsetter derfor *en* kalibreringsverdi som på en god måte evner å beskrive eventuell påvirkning fra tilfeldig og systematisk variasjon. Verdien til denne *ene* kalibreringsverdien vil i realiteten vær ukjent, mens den blir behandlet som en kjent og fiksert størrelse. Denne *ene* («ideelle») kalibreringsverdi, som beskriver reell utlagt mengde korrekt, vil være mer å betrakte som en stokastisk variabel. Gjennomsnittsbetraktninger og endrede kalibreringsprosedyrer kan derfor synes nødvendig dersom en ønsker å oppnå bedre mengdekontroll.

### 3.3 Fordelingskurver

De påfølgende figurer (figur 9-14) viser fordelingen av kalibreringsveingene. Fordelingskurvene framkommer ved å summere antallet kalibreringsveinger i serien innenfor et gitt intervall. For eksempel ser en av figur 9 at 10 av totalt 48 registrerte kalibreringsveinger (n=48) befinner seg innenfor vektintervallet 16,80-17,00 kg.

Basert på prosentfordelingen av antall kalibreringsveinger innenfor hvert intervall har en også, for figur 9 og 10, inkludert «Kumulative fordelingskurver» og kurver som viser «Sannsynlighetstettheten». Disse er satt i anførselstegn da kurvene er basert på prosentfordelingen og ikke framkommer fra en fordelingsfunksjon beskrevet av sannsynlighetsparametere (generell sannsynlighetsbeskrivelse).



Figur 9: Fordelingskurver, samtlige veinger (n=48), for spreder med båndutmatning.

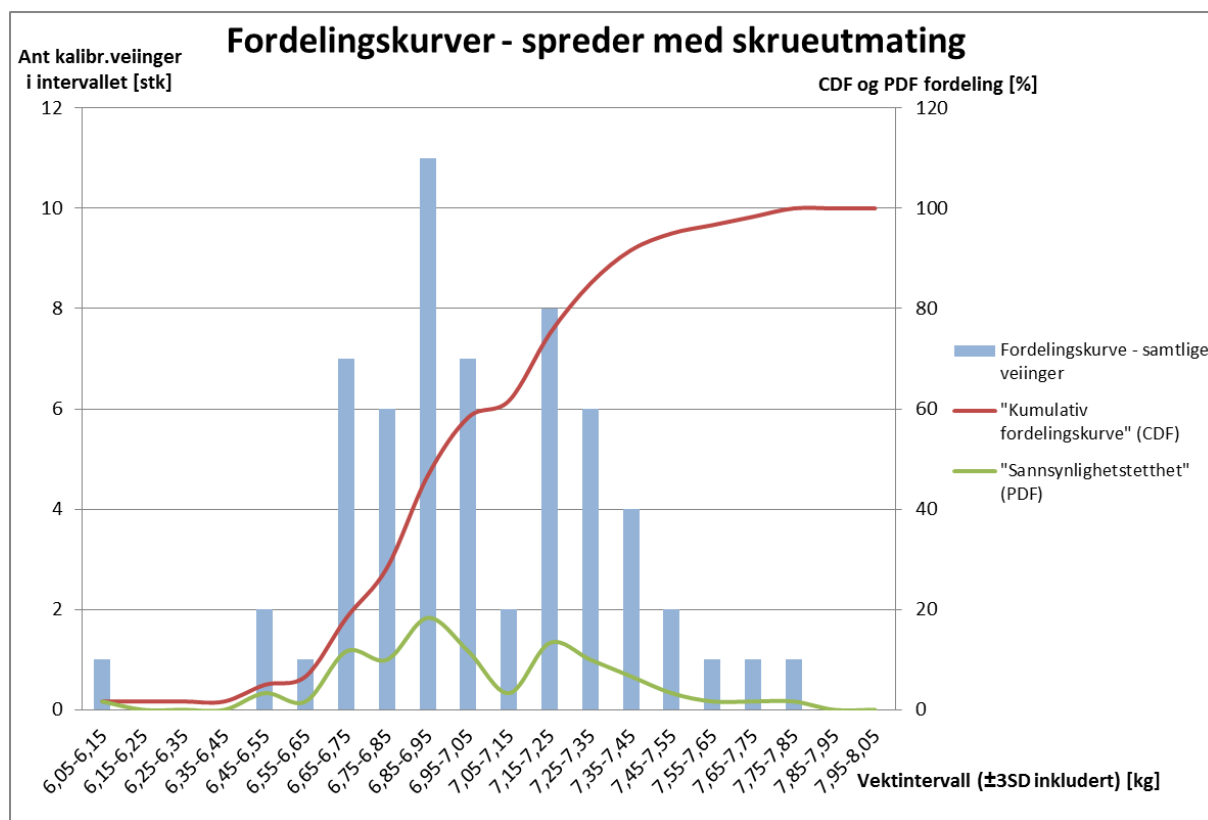
Leseren bør være oppmerksom på at den valgte intervallbredde vil påvirke hvor «ryddig eller brokete» framstillingen virker. Effekten av valgt intervallbredde ser en tydelig ved å sammenligne

figur 12 og 13. Begge diagrammene er basert på samme data, men intervallbredden i figur 13 er endret fra 0,1 og 0,2 kg. Figur 14 viser hvordan bildet blir seende ut for båndsprederen med 0,4 kg intervallbredde. Økt intervallbredde resulterer i «glattere» kurver grunnet færre intervaller, samt at spredningen framstår som mindre (reduisert).

Leseren bør også være oppmerksom på at det i denne framstillingen er benyttet ulik intervallbredde for sprederen med båndutmating og sprederen med skrueutmating. Ulik intervallbredde er valgt grunnet stor forskjellen i oppveid (utmatet) mengde ved kalibrering. For prosentvis likt standardavvik vil standardavvikets tallverdi øke med økt oppveid mengde. Lik intervallbredde resulterer da i stor forskjell med tanke på antall intervaller i diagrammet. Ved å benytte intervallbredde på 0,2 kg for båndspreder og 0,1 kg for skruespreder oppnår man tilnærmet likt antall intervaller i framstillingen.

Av figur 9 og 10 ser en, som av «SD i %» i figur 5 og 6, at spredningen virker å være noe større for skruesprederen. En ser ved å sammenligne figur 9 og 10 at skruesprederen i større grad har treff fordelt utover hele horisontalaksen i diagrammet. Dette ser en også av forløpet på de «kumulative fordelingskurvene». Endringen i topp og bunn, er mindre markert på kurven for sprederen med skrueutmating.

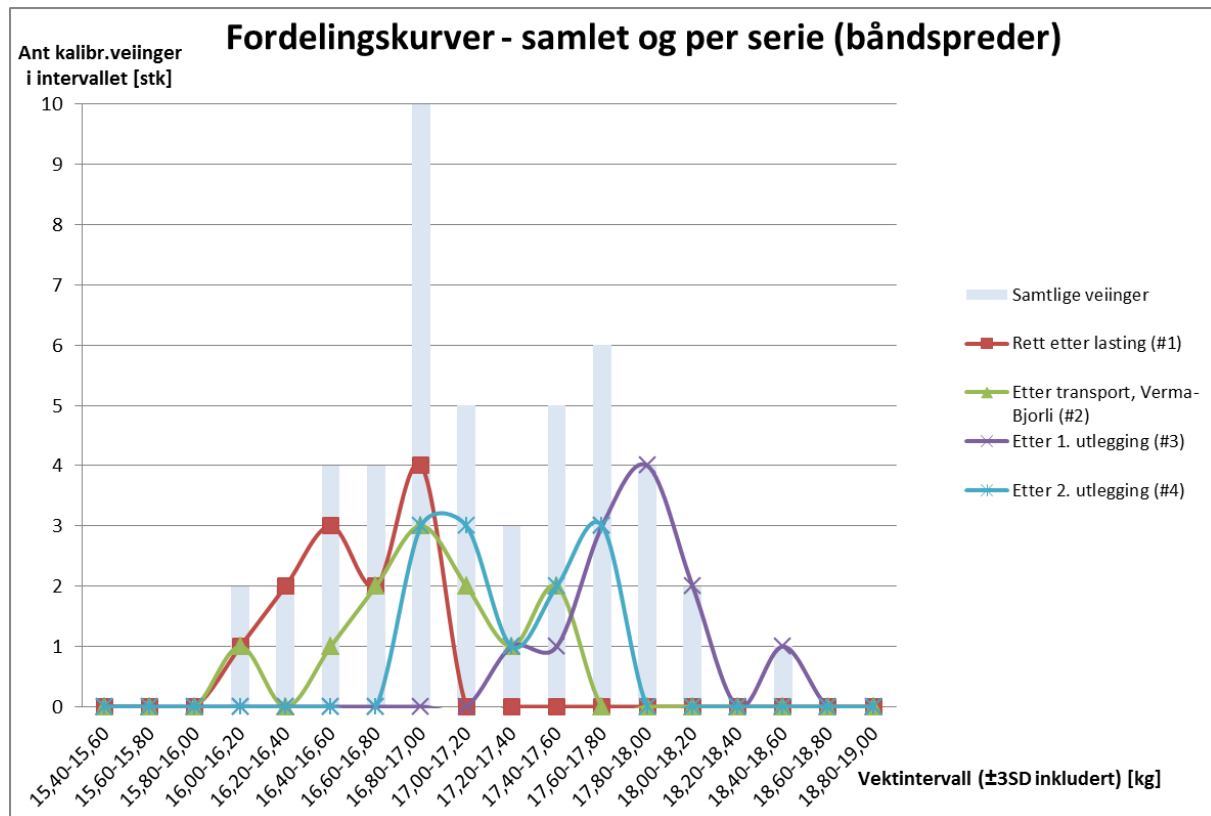
Samtidig ser resultatene for skruesprederen ut til å være noe mer symmetrisk fordelt enn for båndsprederen. Fordelingen til båndsprederen ser ut til å være noe mer forskjøvet over til høyre.



Figur 10: Fordelingskurver, samtlige veiinger (n=60), for spreder med skrueutmating.

Figurene 11-14 viser de ulike serienes fordeling sammen med den samlede fordelingskurve. Serienes fordeling er plottet som linjer, mens den samlede fordelingskurve (samtlige veiinger) er plottet som stolper.

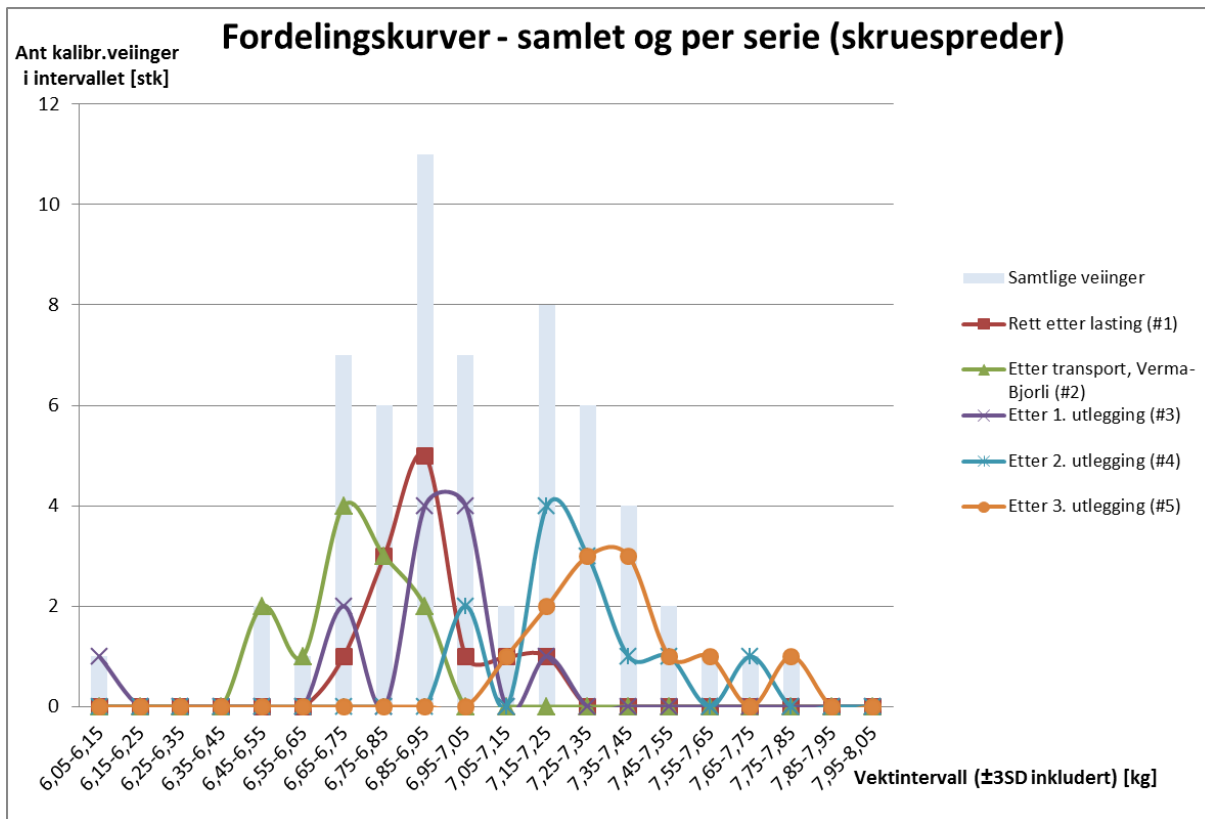
For å unngå eventuell forvirring nevnes at stolpene i figur 11 svarer til stolpene i figur 9. Det samme er tilfelle for figur 10 og 12. Muligens åpenbart, men den samlede fordelingskurve svarer til summen av serienes bidrag i intervallet. Det minnes også om at antallet målinger for seriene er 12 (n=12). Antallet målinger per serie kunne nok gjerne vært høyere.



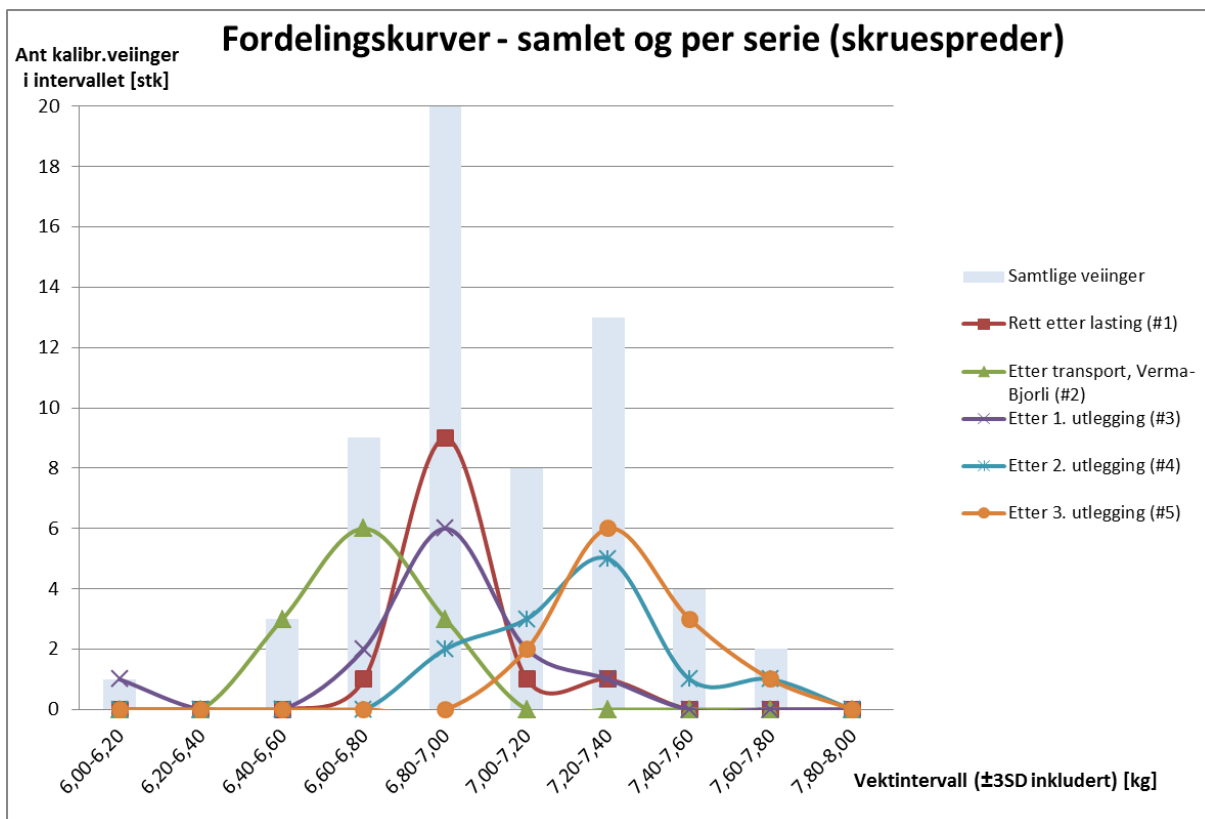
Figur 11: Framstilling som viser forsøksserienes bidrag til den samlede fordelingskurve. Her for spreader med båndutmatning.

Av figur 11 og 12 ser en at kalibreringsverdien øker ut gjennom lasset. Det vil derfor ikke være vilkårlig når eller med hvilken mengde sprederen kalibreres. Kalibrering rett etter lasting, eller med en liten mengde i sprederen, vil neppe gi den beste mengdenøyaktighet. For eksempel ser en av figur 12 at det i dette tilfelle muligens ville vært maksimalt ugunstig om sprederen med skruetutmatning ble kalibrert etter transporten fra Verma til Bjørli.

Figurene skulle også vise at dagens kalibreringsprosedyrer vanskelig vil kunne gi en sikker kalibreringsverdi som resulterer i god mengdenøyaktighet. En kalibreringsverdi, basert på dagens prosedyrer, vil høyst sannsynlig avvike fra den verdi som reelt, over tid, beskriver *mengden strømiddel som blir levert av sprederen i løpet av for eksempel en skruetutmatning* (jfr. eventuelt andre avsnitt i innledningen). Økt mengdenøyaktighet fordrer en *gjennomsnittlig kalibreringsverdi*, muligens en mellomting av kalibreringsverdiene til forsøksseriene #3, #4 og #5 i figurene 11 og 12.

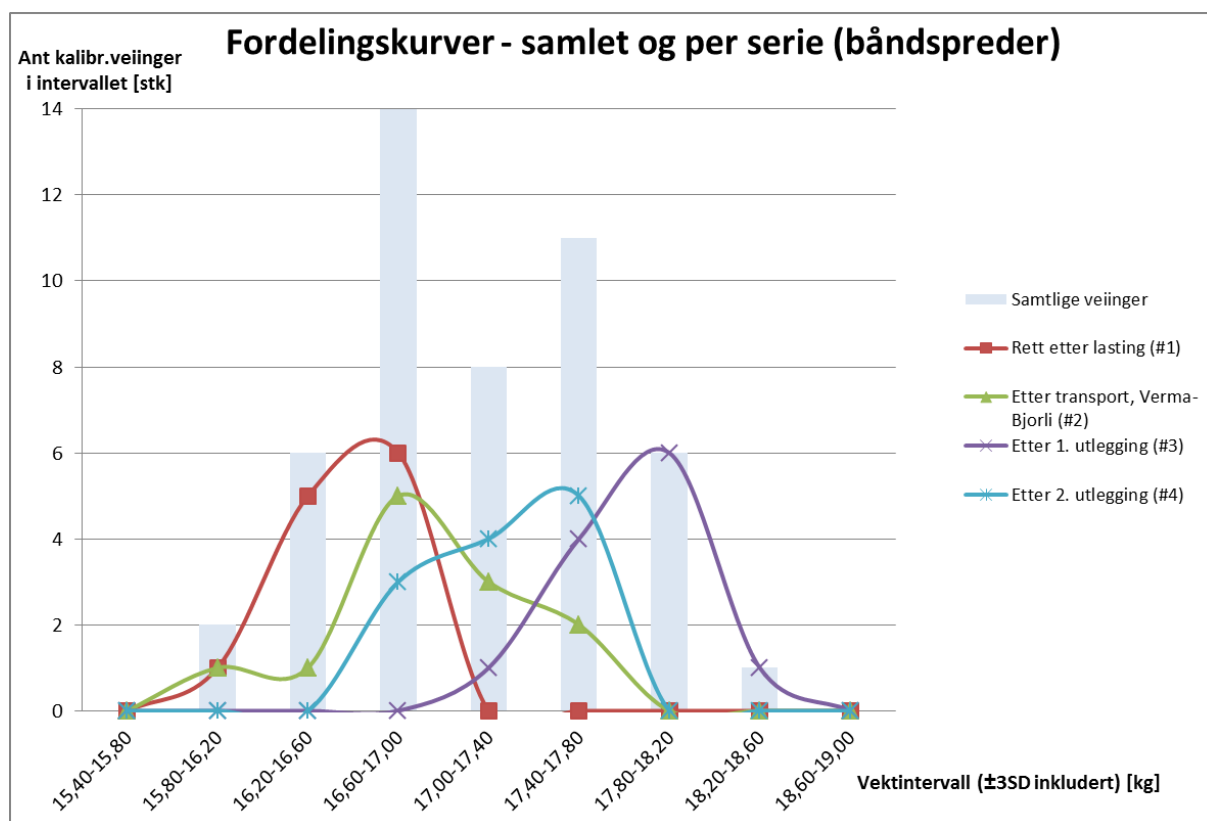


Figur 12: Framstilling som viser forsøksserienes bidrag til den samlede fordelingskurve. Her for spreder med skrueutmatning.



Figur 13: Samme data som i figur 12 over. Medtatt for å illustrere intervallbreddes betydning for framstillingen

Spredningen ser kanskje ut til å øke ut gjennom lasset for skruesprederen. For båndsprederen er spredningen mindre varierende, men omtrent like stor. I tillegg kan en kanskje si at seriene i større grad overlapper for sprederen med båndutmatning i dette forsøket, men dette kan nok være noe usikkert da en kun har 12 målinger per serie. Dette ser en av figurene 11 og 12, samt figurene 13 og 14. Samme data, men doblet intervallbredde resulterer i ulik framstilling.



Figur 14: Fordelingskurver for båndspreder med 0,4 kg intervallbredde. Basert på samme data som i figur 11.

### 3.4 Betraktninger og forslag – videre arbeid

Gitt at en ønsker å videreføre det arbeid som her er påbegynt, vil det trolig være fornuftig å lokalisere seg slik at en har tilgang stasjonær lastebilvekt. Både for å oppnå bedre kontroll med virkelig utlagt mengde, men også for å se på om det er samsvar mellom avviket i kalibreringsverdi og eventuelt avvik mellom reell og registrert utlagt mengde. Hvilket avvik mellom reell og registrert mengde vil en oppleve ved eksempelvis 10 % avvik i kalibreringsverdi?

Likedan kunne det nok vært interessant å gjennomføre forsøk med like spreder for å se på variasjonen innen spreder fra en og samme leverandør. Hvilken variasjon er det fra spreder til spreder for henholdsvis bånd- og skrueutmatning? I hvilken grad kan samme kalibreringsverdi benyttes av ulike spreder gitt at grunninnstillingene er de samme?

Variasjon som følge av massetype, kornfordeling og finstoffinnhold er også områder som kan utforskes. Hvilke forskjeller vil en oppleve mellom salt og sand? Vil kalibreringsverdien være mindre variabel for mer ensgraderte materialer?

Etter en del grubling rundt det med manglende mengdekontroll fikk en, på tur hjem fra Bjorli etter endt feltforsøk, følgende ide det kunne vært interessant å forfølge:

1. Gjennomfør grunnkalibrering slik som i dag.
2. Gjennomfør utlegging av en stor mengde masse, helst et helt lass for å fange opp variasjonen gjennom lasset. Veiing før og etter utlegging på stasjonærvekt vil være nødvendig.
3. Beregn en «gjennomsnittlig kalibreringsverdi» basert på ligning ③:

Utgangspunkt:

$$\textcircled{1} \quad \frac{F_{reg}}{k_{innst}} = a \quad \text{og} \quad \textcircled{2} \quad \frac{F_{oppv}}{a} = k_{snitt}$$

① og ② gir:

$$\textcircled{3} \quad k_{snitt} = \frac{F_{oppv} \times k_{innst}}{F_{reg}}$$

Der:

$F_{reg}$  = Registrert forbruk, i henhold til spredderens telleverk

$F_{oppv}$  = Oppveid forbruk, veid på stasjonærvekt

$k_{innst}$  = Innstilt kalibreringsverdi

$k_{snitt}$  = Gjennomsnittlig kalibreringsverdi

$a$  = Antall skrueomdreininger, antall sneglehusomdreininger x 10

4. Legg inn beregnet «gjennomsnittlig kalibreringsverdi» i spredderens styringspanel.

## 4. Oppsummering – konklusjon

Kalibrering av tallerkenspredere er en «tilbakemelding» til spredderens styringssystem om hvilken mengde strømiddel som mates ut i løpet av en gitt arbeidsoperasjon. Kalibrering innebærer mer enn korreksjon for ulik massevekt (egenvekt). Kalibreringsverdien, som følger av kalibreringen, vil også kunne være avhengig av faktorer så som finstoffinnhold, kornfordeling, utmatingsprinsipp, endret massetetthet (sammensigning) og mengde i spredderen.

I dette feltforsøket har en sett på i hvilken grad kalibreringsverdien for tallerkenspredere varierer, gjennom ett og samme lass. Utlagt mengde og mengde registrering, styres og beregnes, basert på kalibreringsverdien. Varierende kalibreringsverdi vil resultere i mengdeunøyaktighet, da spredderens styringssystem er statisk. *Dette fordrer stabilitet og fravær av variasjon.* Situasjonen i praksis vil gjerne være *systematiske avvik og kontinuerlig variasjon.*

Resultatene viser at kalibreringsverdien nok må kunne forventes å variere med minst 10 % gjennom lasset. Kalibreringsverdien ser ut til å øke systematisk, ut gjennom lasset. Mer eller mindre tilfeldig variasjon vil også kunne bidra til en ugunstig satt kalibreringsverdi. Det vil derfor ikke være vilkårlig når, hvordan og med hvilken mengde kalibreringen gjennomføres.

Kalibrering, gitt at dagens prosedyrer følges, bør trolig først gjennomføres etter at omkring halvparten av fullt lass er lagt ut på den strekning som det til vanlig utføres tiltak på. Kalibreringsprosedyren vil da i større grad kunne resultere i en verdi, en *gjennomsnittlig kalibreringsverdi*, som beskriver reell utlagt mengde på en god måte.

En alternativ framgangsmåte for å beregne en gjennomsnittlig kalibreringsverdi har også blitt foreslått. Metoden forutsetter tilgang til lastebilvekt slik at reelt forbruk er kjent, men er ennå ikke verifisert gjennom forsøk.



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Vegavdelingen  
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO  
Tlf: (+47) 22073000  
publvd@vegvesen.no

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Trygt fram sammen**