

## FarmTest - Trykpåvirkninger i jorden ved gylleudbringning

Dato: 18-12-2006

Forfatter:  
Kjeld Vodder Nielsen

Ole Green er Ph.d. studerende ved  
Danmarks JordbrugsForskning,  
Afdeling for Jordbrugsteknik.

### Trykpåvirkninger i jorden ved gylleudbringning

Undersøgelsen belyser sammenhæng mellem akselvægt, dæktryk og trykpåvirkninger i jorden ved udbringning af gylle. Der blev målt akselbelastninger mellem 11 og 13 tons på gyllevognene og mellem 10 og 12 tons på traktorernes bagaksel.

Kørsel med gyllevogne giver stor trykpåvirkning i jorden. Akselbelastninger på 11-13 tons, et højt dæktryk, samt kørsel med gyllevognene på tidspunkter af året hvor jorden ofte er vandmættet, betyder at udkørsel af gylle rummer betydelig risiko for komprimering og skadelig pakning af jorden.

#### Indhold

- [Anbefalinger og konklusioner](#)
- [Baggrund](#)
- [Fremgangsmåde](#)
- [Resultater](#)
- [Konklusion](#)

#### Anbefalinger og konklusioner

- Det nedadrettede tryk - og dermed risikoen for skadelig jordpakning - reduceres væsentligt ved et dæktryk på kun 1 bar.
- Der opnås en mere effektiv trykfordeling ved anvendelse af flere aksler på gyllevognene.
- Kørsel øger dæktrykket. Efter kørsel en time med fuld last var dæktemperaturen steget med 13,5 °C, hvilket resulterede i en forøgelse af dæktrykket fra 1,60 til 1,85 bar.
- Anvendelse af vægtoverføring bør ikke erstatte frontvægte, men skal ses som et supplement til at få en bedre vægtfordeling på traktoren.

#### Baggrund

En traktor og en fyldt gyllevogn er et af de tungeste køretøjer, der benyttes i planteproduktion, og udstyret anvendes ofte på tidspunkter af året, hvor jorden er våd. Denne påvirkning kan give skader i jorden, som vanskeligt kan repareres med en grubber eller med andre mekaniske metoder.

Undersøgelsen er gennemført for at belyse aksel- og dæktryksforhold på nogle af de mest anvendte gyllevogne. Ligeledes har det været målet at belyse effekten af udstyr til vægtoverføring mellem traktor og gyllevogn.

Princippet ved vægtoverføring er, at en cylinder presser traktoren og gyllevognen fra hinanden i en højde ca. 1 meter over trækstangen. Derved overføres en del af den vægt, som er på bagakslen af traktoren til forakslen på traktoren og til akslen(erne) på gyllevognen.



Vægtoverførsel med cylinder.

[▲ til top](#)

## Fremgangsmåde

### Forsøgsudstyr

Forsøgene blev foretaget med følgende udstyr:

Traktor	Gyllevogn		
	Model	Last	Aksler
John Deere 7810	Samson PG20 <sup>m</sup> /slæbeslanger	20 m <sup>3</sup>	2
John Deere 7810	Samson PG20 <sup>m</sup> /nedfælder	20 m <sup>3</sup>	2
John Deere 7920	AP <sup>m</sup> /nedfælder	20 m <sup>3</sup>	2
Steyr CVT 150	SAK <sup>m</sup> /nedfælder	20 m <sup>3</sup>	2
John Deere 7810	Harsø <sup>m</sup> /slæbeslanger	24 m <sup>3</sup>	3

Gyllevognene og traktorerne blev vejet på en godkendt brovægt med fuld last. Vægten af de enkelte aksler på traktorerne og gyllevognene blev bestemt ved at køre akslerne ind på brovægten en efter en. Dæktrykket blev målt under fuld last.

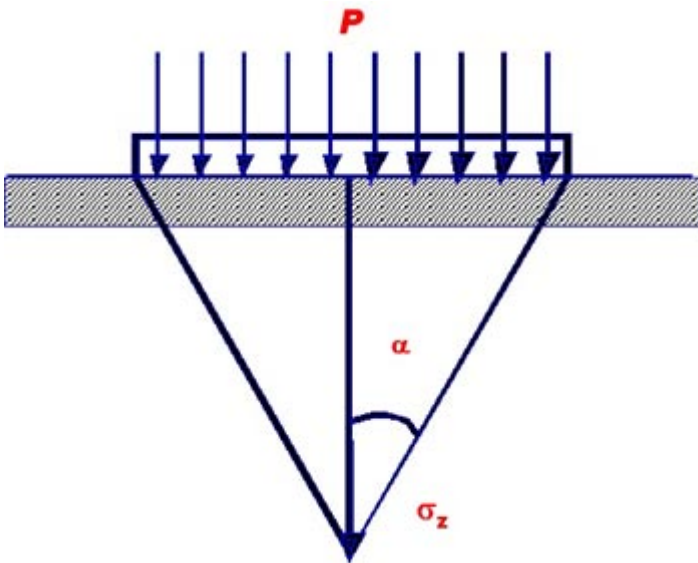
### Beregning af trykprofil

Den klassiske jordpakkings-model, som anvendes til simulering af komprimeringsforhold, er i disse år til revision. Forskning ved Danmarks JordbrugsForskning vil i de kommende år tilvejebringe ny viden om, hvordan trykpåvirkningen ved kørsel i marken udbredes i jorden. Den klassiske model anvendes til at illustrere komprimeringsskader på det generelle plan. Til beregning af traktorens og gyllevognens trykprofil anvendes Söhnes model:  $\sigma_z = P(1 - \cos^y \alpha)$ .

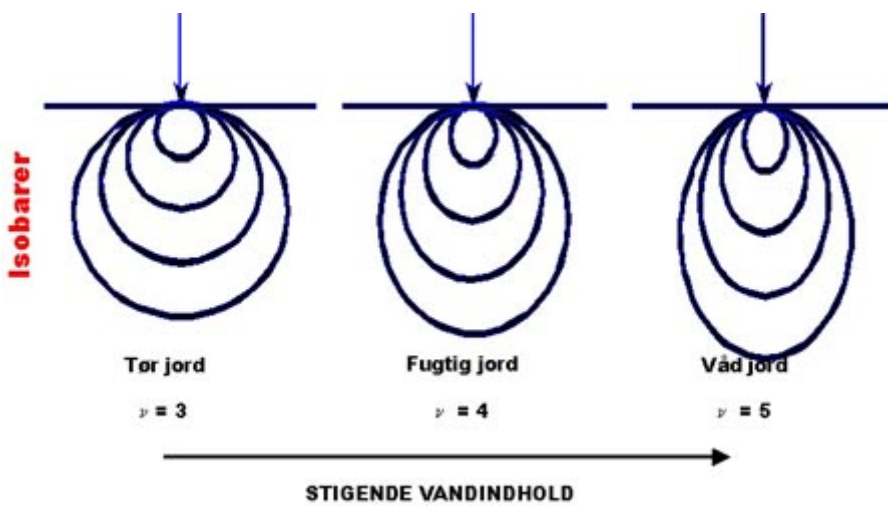
Denne model tager højde for den aktuelle jordfugtighed, på det tidspunkt hvor undersøgelsen blev gennemført.

Tegnforklaring:

- $\sigma_z$  er det nedadrettet tryk midt under den belastede flade i en vilkårlig dybde, kontaktfladen antages at være cirkulær.
- $P$  er trykket på jordoverfladen.
- $\nu$  er en værdi for jordens fugtighed (se efterfølgende tegning).
- $\alpha$  er vinklen .



Model for beregning af trykprofil.



Ved stigende vandindhold i jorden øges dybden, hvori der sker påvirkninger fra det nedadrettede tryk.

## Resultater

### Akseltryk

Tabel 1. Akseltrykket og den procentvise fordeling af den totale vægt på de enkelte aksler.

Traktor Model	Gyllevogn Kapacitet	Vægt i kg					Total
		Traktor foraksel	Traktor bagaksel	Gyllevogn 1. aksel	Gyllevogn 2. aksel	Gyllevogn 3. aksel	
JD 7810 *	Samson, 20 m <sup>3</sup> Slæbeslanger	3.280 kg 8,3%	11.100 kg 28,0%	12.820 kg 32,3%	12.440 kg 31,4%	-	39.640 kg 100%
JD 7810 * (ill. 4)	Samson, 20 m <sup>3</sup> Nedfælder	3.000 kg 8,1%	10.060 kg 27,2%	12.420 kg 33,6%	11.520 kg 31,1%	-	37.000 kg 100%
JD 7920 * (ill. 4)	AP, 20 m <sup>3</sup> Nedfælder	2.040 kg 5,1%	12.080 kg 30,0%	12.740 kg 31,7%	13.360 kg 33,2%	-	40.220 kg 100%
Steyr 150 *	SAK, 20 m <sup>3</sup> Nedfælder	1.840 kg 5,2%	9.920 kg 28,0%	11.940 kg 33,7%	11.700 kg 33,1%	-	35.400 kg 100%
JD 7810 *	Harsø, 24 m <sup>3</sup> Slæbeslanger	2.800 kg 6,2%	11.000 kg 24,5%	10.340 kg 23,0%	10.600 kg 23,6%	10.240 kg 22,8%	44.980 kg 100%
JD 7810 **	Harsø, 24 m <sup>3</sup> Slæbeslanger	3.420 kg 7,6%	10.080 kg 22,4%	10.610 kg 23,6%	10.590 kg 23,5%	10.280 kg 22,9%	44.980 kg 100%

\* Uden vægtoverføring aktiveret, \*\* Med vægtoverføring aktiveret

De målte akselbelastninger på henholdsvis traktorens bagaksel, samt første og anden aksel på gyllevognen, var næsten ens. Afvigelserne skyldes hovedsageligt forskelle i det udstyr (nedfælder eller slæbeslanger), som var monteret på gyllevognene.

Konsekvensen af vægtoverføringen på den undersøgte model viste, at der flyttes ca. 920 kg fra bagakslen af traktoren. Heraf blev ca. 620 kg blev flyttet over på forakslen og 300 kg blev flyttet over på gyllevognen. Herved blev vægten på de styrende hjul forøget, som det fremgår af tabel 2.

Flere aksler reducerer den maksimale akselbelastning, som det ses med den tre akslede 24m<sup>3</sup> Harsø gyllevogn. Sammenlignet med øvrige modeller, som kun har to aksler, var akselbelastningen 1 - 2 tons mindre, selvom den tre akslede gyllevogn medbringer 4m<sup>3</sup> mere gylle.

Tabel 2. Fordeling af vægten på traktorens for- og bagaksel.

Traktor	Gyllevogn	Vægt foraksel traktor % af traktorens vægt	Vægt bagaksel traktor % af traktorens vægt
JD 7810 *	Samson, 20 m <sup>3</sup> . Slæbeslanger	22,8%	77,2%
JD 7810 *	Samson, 20 m <sup>3</sup> . Nedfælder	23,0%	77,0%
JD 7920 *	AP, 20 m <sup>3</sup> . Nedfælder	14,4%	85,6%
Steyr 150 *	SAK, 20 m <sup>3</sup> . Nedfælder	15,6%	84,4%
JD 7810 *	Harsø, 24 m <sup>3</sup> . Slæbeslanger	20,3%	79,7%

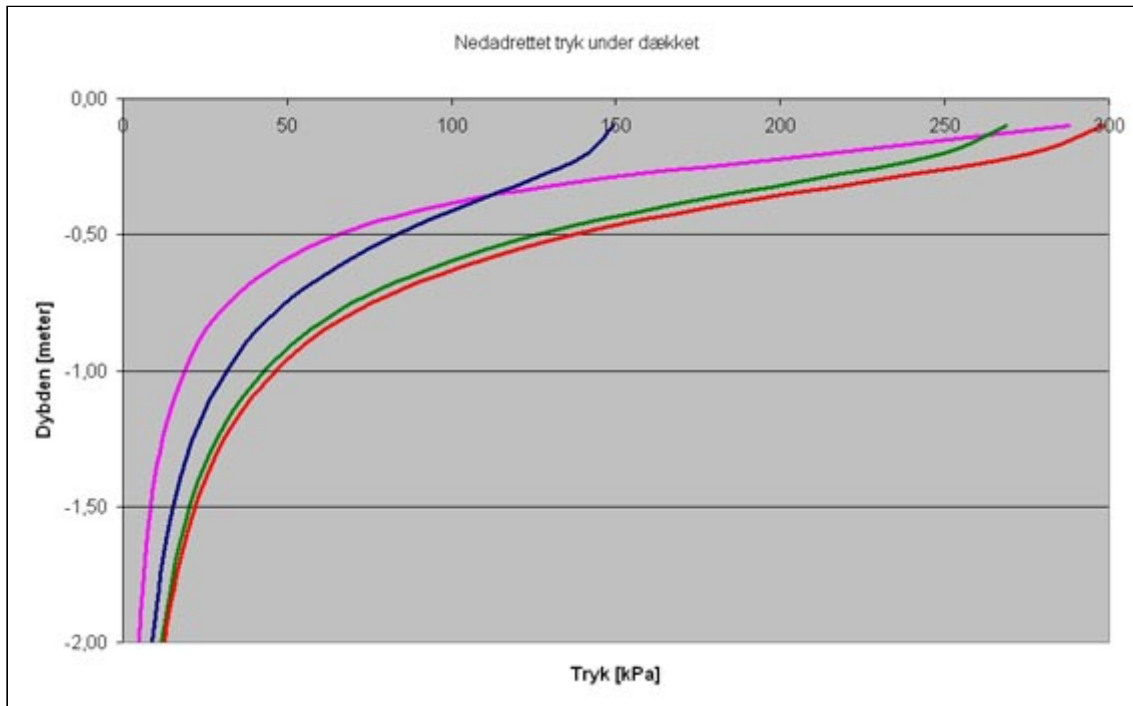
JD 7810 **	Harsø, 24 m <sup>3</sup> . Slæbeslanger	25,3%	74,7%
------------	---	-------	-------

\* Uden vægtoverføring aktiveret. \*\* Med vægtoverføring aktiveret.

[▲ til top](#)

### Akseltryk og dæktryk

I figur 1, illustreres det nedadrettede tryk ved kørsel med Samson og AP gyllevognene, ligesom der til sammenligning er indsat illustrationer af det nedadrettede tryk under dækket for en mejetærsker og en marksprøjte. Figuren illustrerer det nedadrettede tryk midt under det dæk, som giver den største belastning (det vil sige trykket fra et af hjulene, som bærer den største akselbelastning). Forudsætningerne for beregningerne fremgår af tabel 3.



<b>Mejetærsker</b>	<b>Sprøjte</b>
<b>Samson</b>	<b>AP</b>

Figur 1. Illustration af det nedadrettede tryk i jorden fra forskellige køretøjer.

Som det ses af graferne, medfører kombinationen af et højt dæktryk og en stor akselbelastning en påvirkning af jordprofilen, som langt overstiger det nedadrettede tryk fra en mejetærsker eller en marksprøjte.

Jordens følsomhed over for pakning varierer med tekturen. Figuren illustrerer forskelle mellem maskinernes påvirkning af jorden på en gennemsnitlig dansk jord.

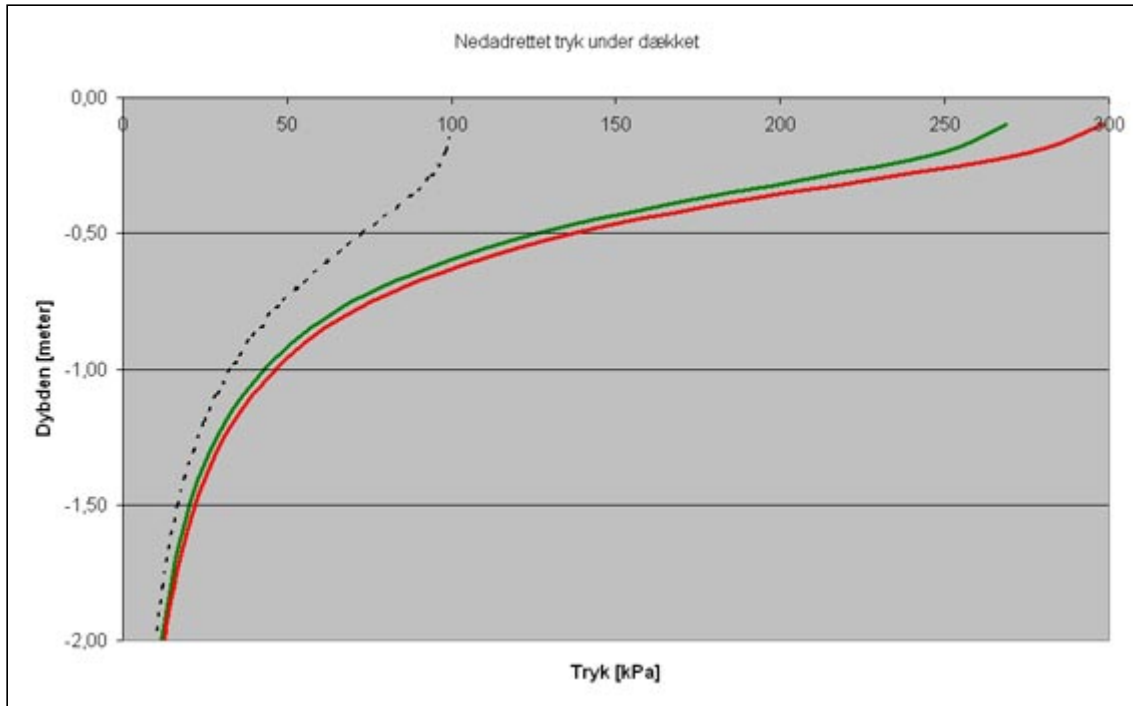
De benyttede aksel- og dæktryk for Samson og AP gyllevognene er markeret i tabel 3, og de stammer fra målingerne i undersøgelsen. Til de sammenlignende beregninger er der angivet realistiske akselbelastninger og dæktryk for en mejetærsker og en marksprøjte.

Tabel 3. Forudsætninger for beregningerne illustreret i figur 1.

Maskine	Maks. akselbelastning	Dæktryk	Markforhold
Mejetærsker	12 tons på foraksel	1,50 bar	Tør
Sprøjte	5 tons på bagaksel traktor	3,00 bar	Våd

[▲ til top](#)

Figur 2, illustrerer det nedadrettede tryk i jorden ved en maksimal akselbelastning på 11 tons og et maksimalt dæktryk på 1 bar. Til sammenligning er vist værdier for Samson og AP gyllevognene med henholdsvis 2,7 og 3,0 bars tryk.



Figur 2. Den stiplede linie er en simuleret traktor + gyllevogn med 11 tons akselbelastning og 1 bars dæktryk.

Det ses, at det nedadrettede tryk reduceres væsentligt ved en akselbelastning på 11 tons og et dæktryk på 1 bar. For at minimere påvirkningen på jorden, bør der benyttes laveste mulige dæktryk og akselbelastning.

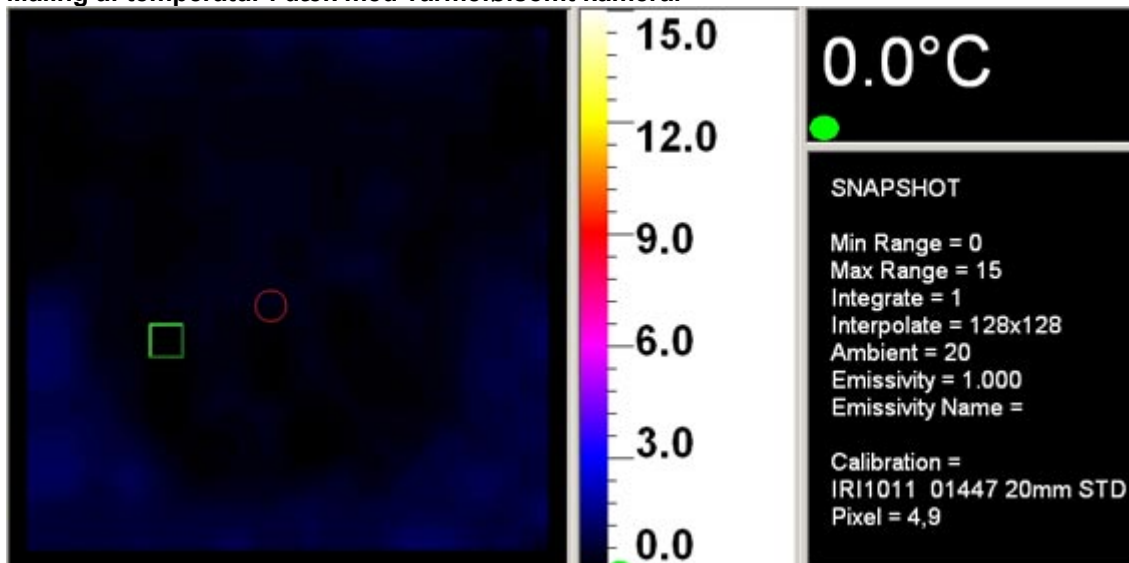
### Kørsel øger dæktrykket

Når dæk anvendes, stiger trykket på grund af varmeudviklingen. Varmeudviklingen skyldes, at dækket ændrer form i flere retninger, når det er belastet og drejer rundt under kørsel. Denne trykførelse vil resultere i større påvirkning på jorden. Dækproducenterne anbefaler at indstille dæktrykket, mens dækket er koldt. Derved undgår man at overbelaste dækket unødigt.

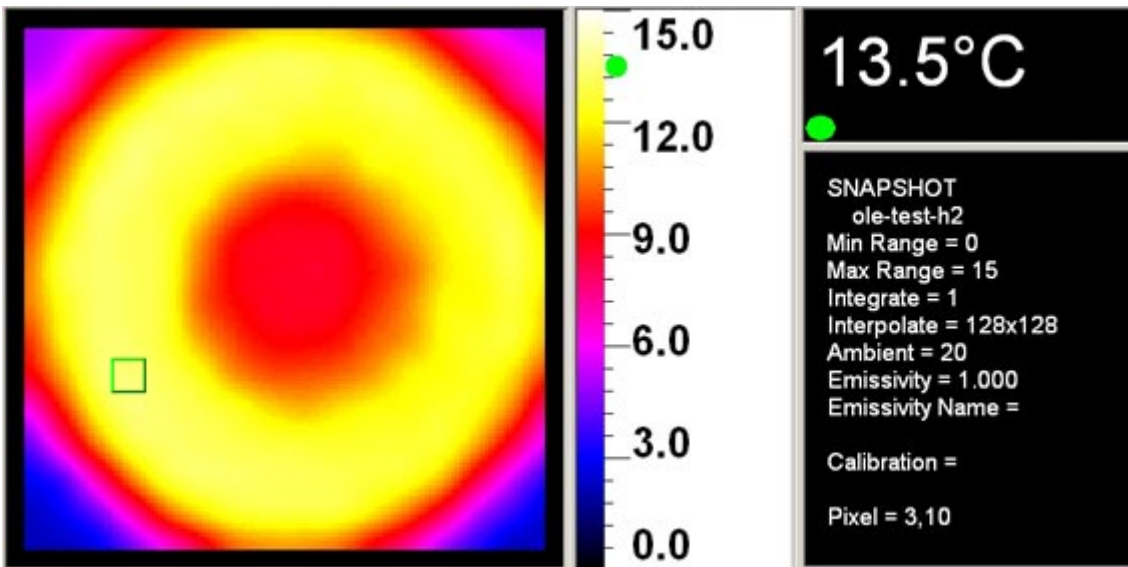
For at vise hvorledes dækket kan ændre tilstand, er der gennemført en undersøgelse af dæktryk og temperatur henholdsvis før gyllevognen er taget i brug og efter en times kørsel.

I undersøgelsen blev der anvendt en 15m<sup>3</sup> SAK en-akslet gyllevogn, som transporterede gylle. Dækkene var radialdæk og dæktrykket blev kalibreret til 1,60 bar i kold tilstand. Lufttemperaturen varierede mellem 0,0 °C til 1,5 °C under afprøvningen.

### Måling af temperatur i dæk med varmefølsomt kamera.



Før gyllevognen blev taget i brug.



Efter gyllevognen blev taget i brug.

Temperaturen på den kolde dækside (målepunktet er markeret med grøn firkant) var 0,0 °C før vognen blev taget i brug. Efter en times kørsel med en hastighed på 30 km/t med fuld last var temperaturen steget til 13,5 °C på samme område af dækket. Temperaturstigningen på 13,5 °C resulterede i en forøgelse af dæktrykket på ca. 0,25 bar. Det vil sige, at der blev målt en forøgelse fra 1,60 til 1,85 bar.

[▲ til top](#)

### Konklusioner og anbefalinger

Kørsel med tunge traktorer og gyllevogne giver stor trykpåvirkning i jorden. Akselbelastninger på 11-13 tons, højt dæktryk, samt kørsel med gyllevognene på tidspunkter af året, hvor jorden ofte er vandmættet betyder, at udkørsel af gylle rummer en betydelig risiko for komprimering og skadelig pakning af jorden.

- Det nedadrettede tryk - og dermed risikoen for skadelig jordpakning - reduceres væsentligt ved et dæktryk på kun 1 bar.
- Der opnås en bedre trykfordeling ved at anvende flere aksler.
- Kørsel øger dæktrykket. Efter kørsel (30 km/t) med fuld last på en 15m<sup>3</sup> en-akslet gyllevogn i en time var temperaturen steget med 13,5 °C, hvilket resulterede i en forøgelse af dæktrykket fra 1,60 til 1,85 bar.

Anvendelse af vægtoverføring bør ikke erstatte frontvægte, men skal ses som et supplement til at få en bedre vægtfordeling på traktoren. Vægtoverføringen giver en bedre fordeling af vægten, idet vægten af den tungeste aksel blev reduceret med 920 kg.

[▲ til top](#)



Sidst bekræftet: 21-06-2012 Oprettet: 18-12-2006 Revideret: 18-12-2006

**Forfatter**  
Planter & Miljø



Landskonsulent  
Michael Højholdt

## Af samme forfatter

FarmTest af rotorudjævner til græs,  
helsæd og majs

03.10.16

FarmTest om etablering af vintersæd

18.03.14 [↗](#)

FarmTest af kameraer til overvågning af  
maskiner

01.03.12 [↗](#)

FarmTest om etablering af vårsæd

13.01.12 [↗](#)

FarmTest om radrensning i majs og  
vinterraps

18.03.11

[Vis alle](#)

