

# Erfagruppemøde mark- og kulturteknik LMO Viborg 28/6-2013

Janne Aalborg Nielsen



Støttet af  
Fødevarerministeriet og EU

Landdistrikter.dk

Ministeriet for Fødevarer,  
Landbrug og Fiskeri

Den Europæiske  
Landbrugsfond for Udvikling  
af Landdistrikterne

Danmark og EU investerer i Landdistrikterne,

Den Europæiske Union ved Den Europæiske Fond  
for Udvikling af Landdistrikter og Ministeriet  
for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har deltaget  
i finansieringen af projektet.

# Jordpakning – giver det udbyttetab?



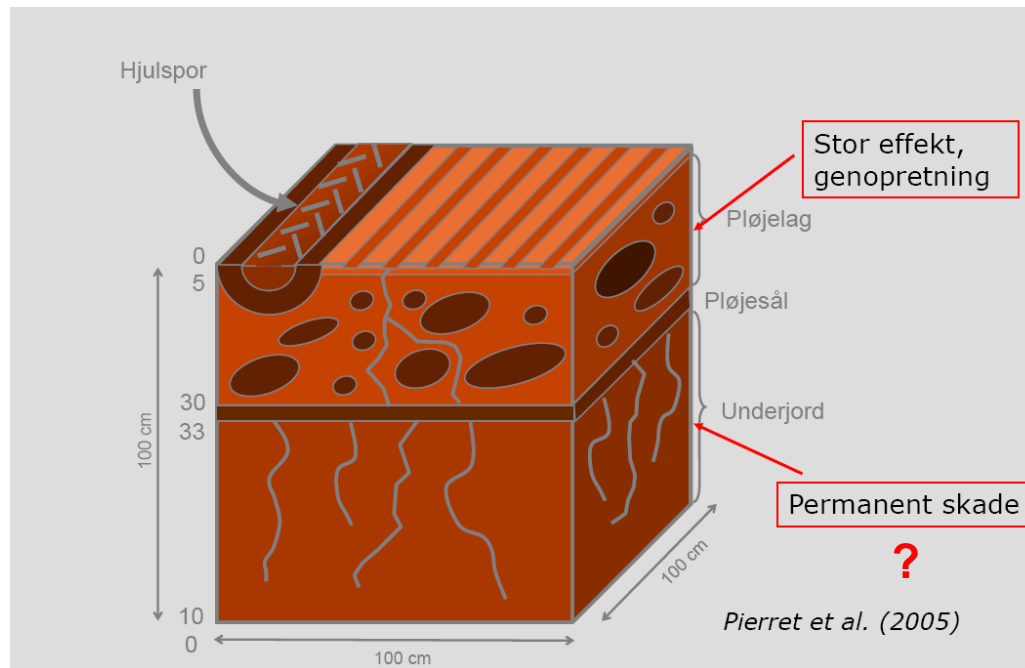
Vi høster jo relativt høje udbytter, så vi kan bare fortsætte med at køre med de store maskiner!



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

# Jordpakning – der er to slags

- Pakning af pløjelaget
- Pakning af underjorden
- Husk at 1 ha faktisk er 10.000 m<sup>3</sup>



## Jordpakning: overblik

Stress-fordeling  
i trædefladen



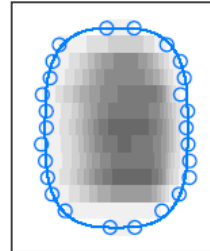
Stress-forplantning  
ned i jorden



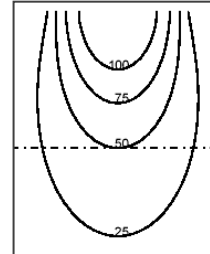
Stress kontra  
jordstyrke



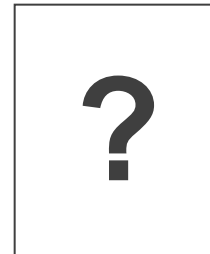
Effekt af  
pakning



Step 1



Step 2



Step 3

Udbyttetab, vandproblemer,  
tørkeskader (rodvækst), N-  
udvaskning, drivhusgasser  
**og ukendte processer**

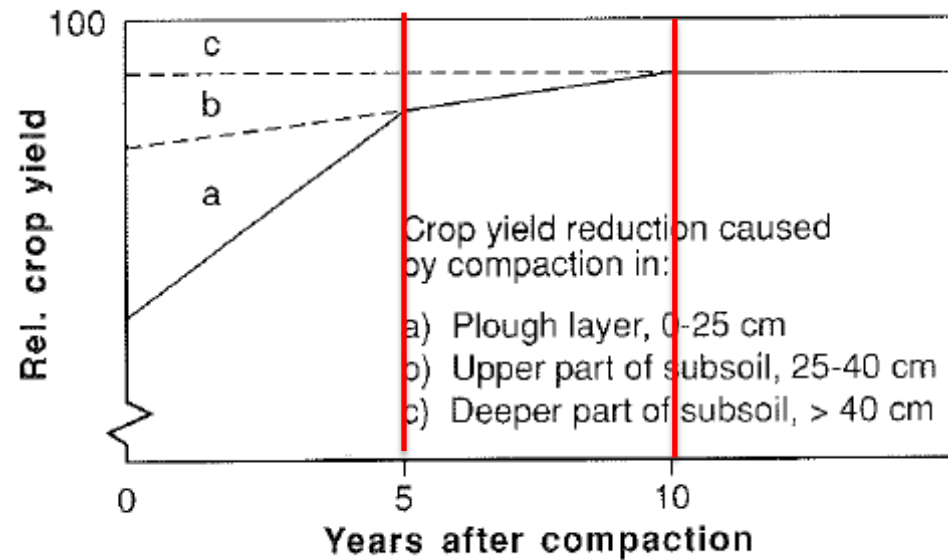
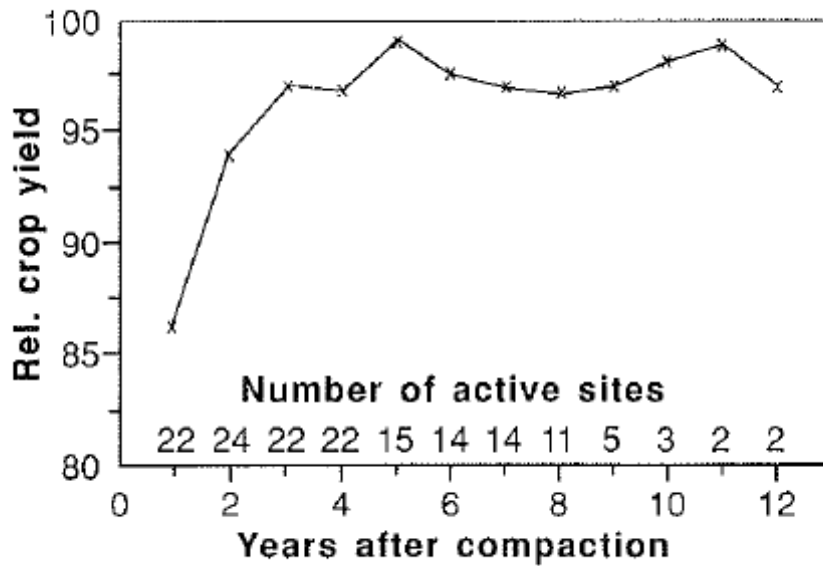
## Hvilke jorder pakker?

- Forskellige jordtyper har forskellig tendens til at pakke.
- Voorhees (1993) konstaterer, at risikoen for pakning af underjorden stiger med ler- og vandindhold.
- Sandjorde er mindre sårbare, men skaden kan have relativ større betydning.

# Tidligere forsøg med jordpakning

- En del forsøg er udført
  - en international forsøgsserie
  - et antal svenske forsøg
- Svenske forsøg – relevante, men...
  - højere ler-indhold i Sverige
  - højere hjullast i dag
  - andre dæktyper i dag

# Udbytte efter én gang pakning m. 5 tons hjullast



Kilde: Håkonsson & Reeder, 1994

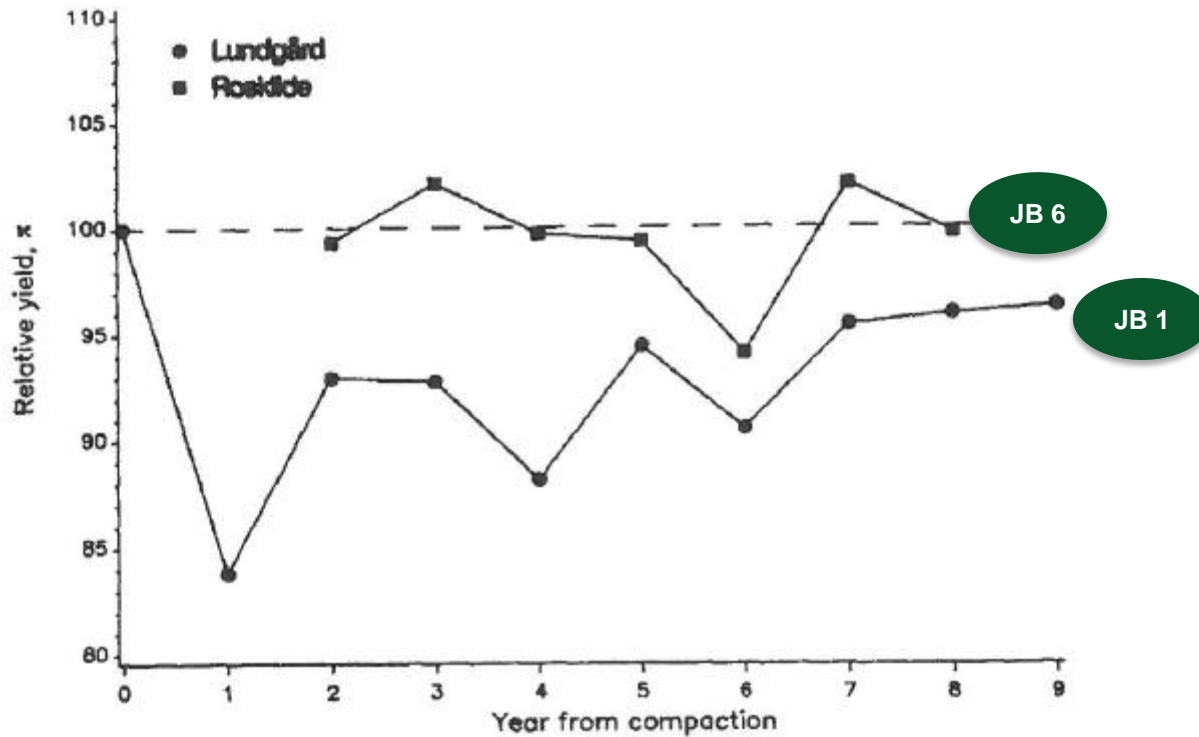


Fig. 6. Crop yield after four repeated loadings on topsoil relative to non-compacted soil. The first year at Roskilde is not shown because lodging influenced the yields.



# Landsforsøg med jordpakning

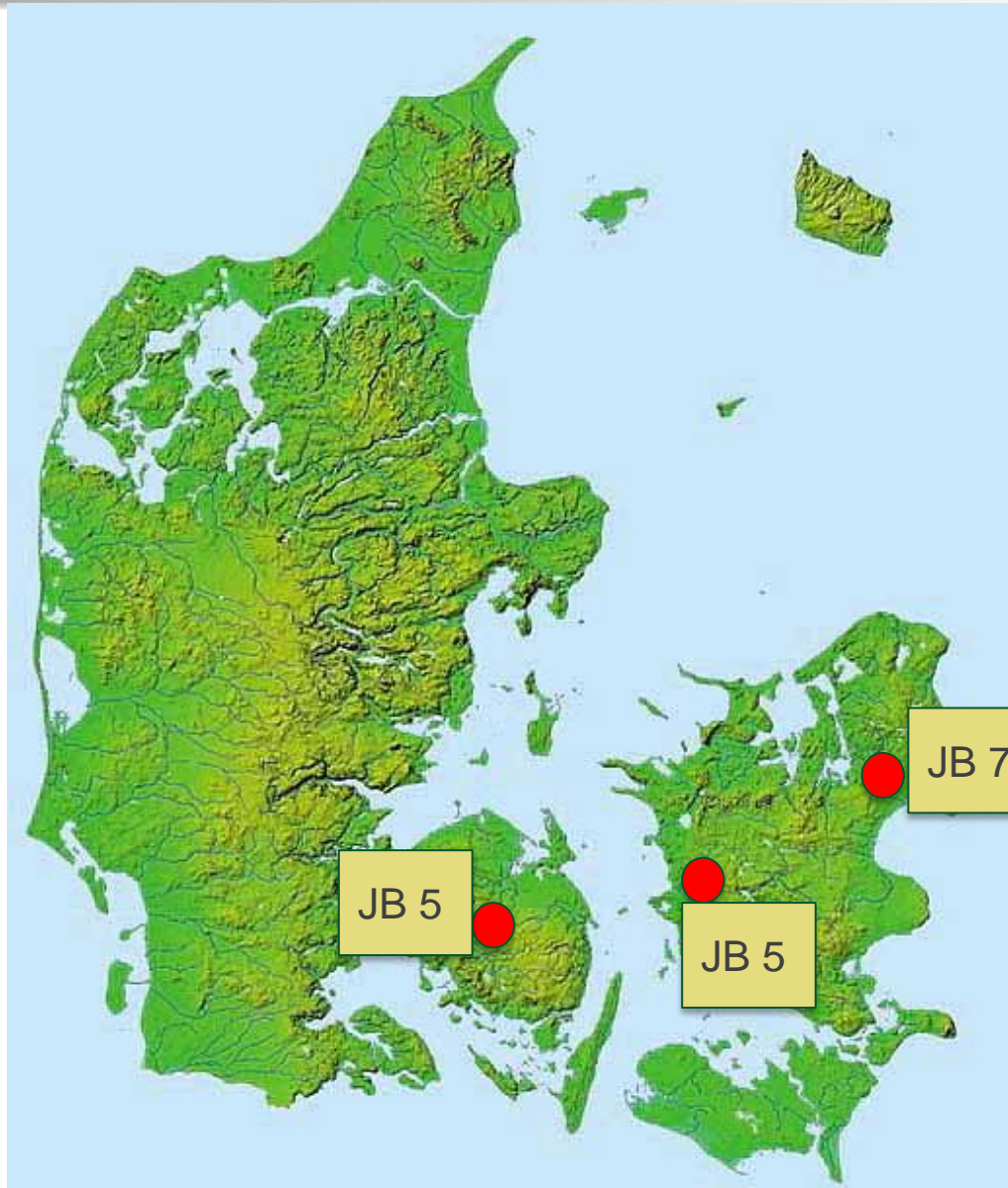
Formål: At afklare hvor meget tung trafik på markerne betyder for udbyttet på danske lerjorder.

Forsøgene har særlig fokus på betydningen af underjordspakningen.

Fra 2013 undersøges det endvidere om biologisk jordløsning kan reparere jordstrukturen.

## Jordpakningsforsøgene er et samarbejde mellem:

- Aarhus Universitet, Københavns Universitet og Videncentret for Landbrug
- Aarhus Universitet - jordfysik
- Københavns Universitet - plantefysiologi
- Videncentret for Landbrug - projektleder og ansvarlig for behandlingerne i forsøgene



# Forsøgsbehandlinger

ved markkapacitet i det tidlige forår

- Led 1: Ingen pakning
- Led 2: Gyllevogn. ca. 8 ton hjullast en gang (2010)
- Led 3: Gyllevogn. ca. 3 ton hjullast en gang årligt i 4 år
- Led 4: Gyllevogn. ca. 6 ton hjullast en gang årligt i 4 år
- Led 5: Gyllevogn. ca. 8 ton hjullast en gang årligt i 4 år (minus Taastrup)
- {Led 6 (kun Aarslev): ca. 12 ton hjullast (selvkørende gyllevogn) en gang årligt i 4 år}



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

## Samson PG25 gyllevogn



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

## Selvkørende gyllevogn





Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL





Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

# Jordfysik

Foto: Per Schjønning, AU

# Tryk i trædefladen og trykkets forplantning ned i dybden

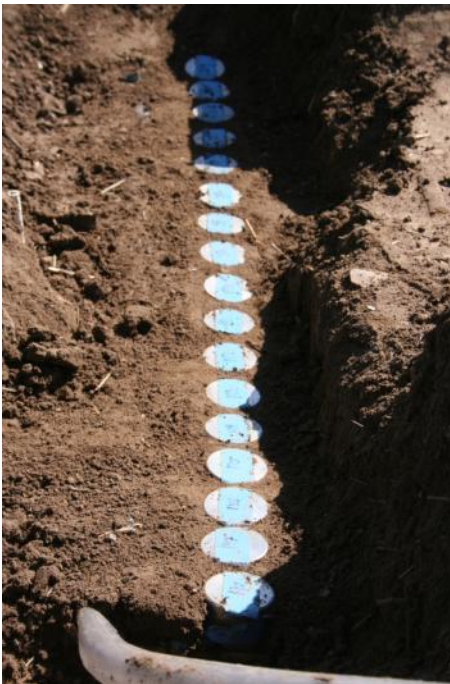


Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

# Nyt jordpakningsforsøg, Flakkebjerg

## Case IH MX 285; Samson PG25



Hjullast,  
Tons:

2.4

5.6

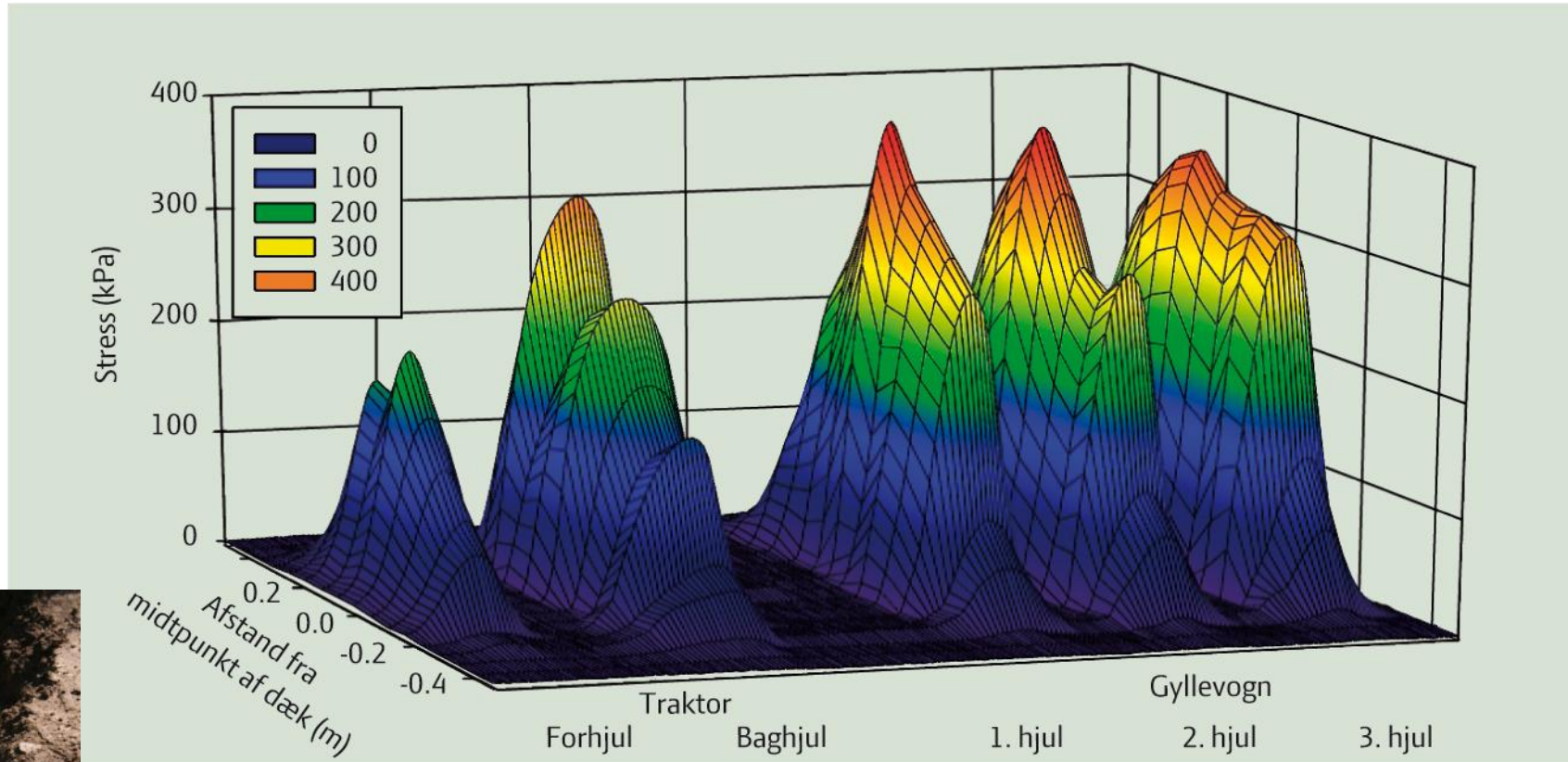
5.8

5.8

5.8

Samlet vægt af vogntoget: 50.6 tons

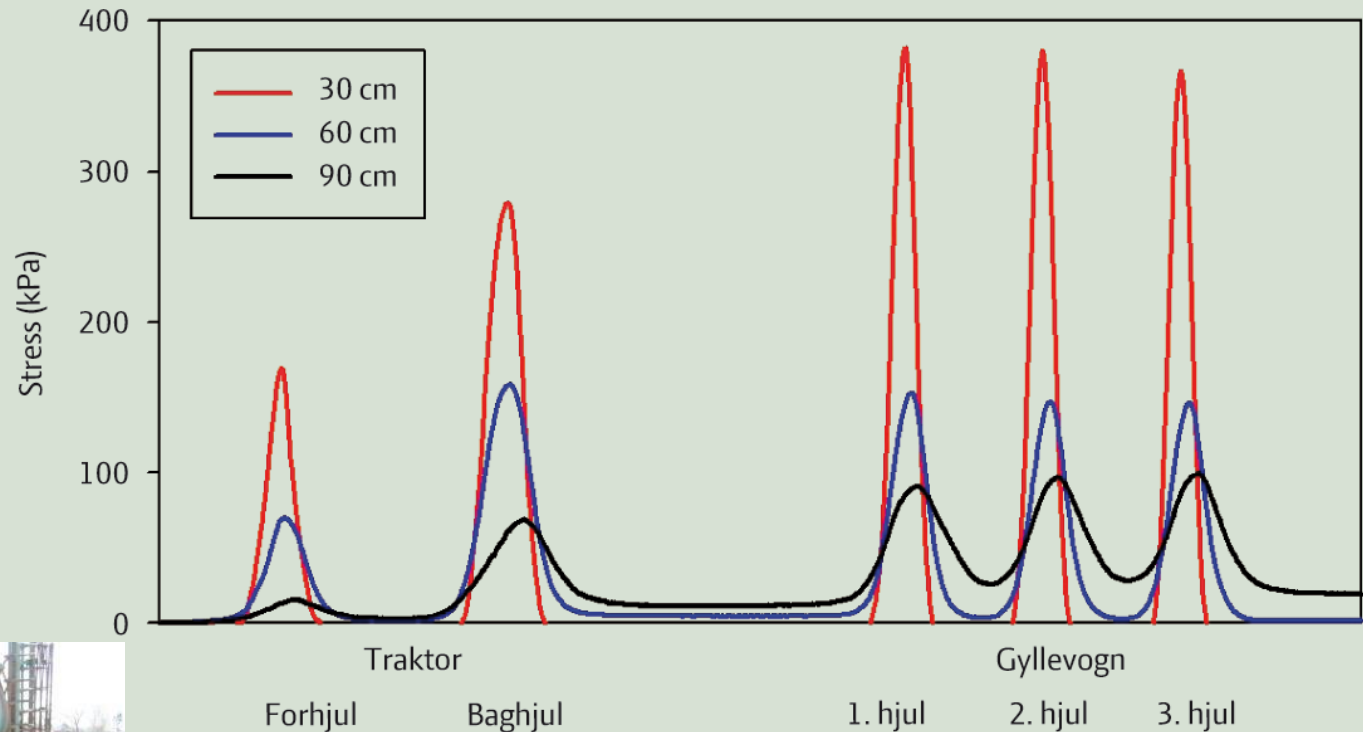
# Trædefladestress



Stress i trædefladen, Flakkebjerg 2010  
6 t, 2.8 bar – (opnår 3.8 bar)

Kilde: Schjønning et al., *Oversigt over Landsforsøgene, 2010.*

# Pakning i dybden

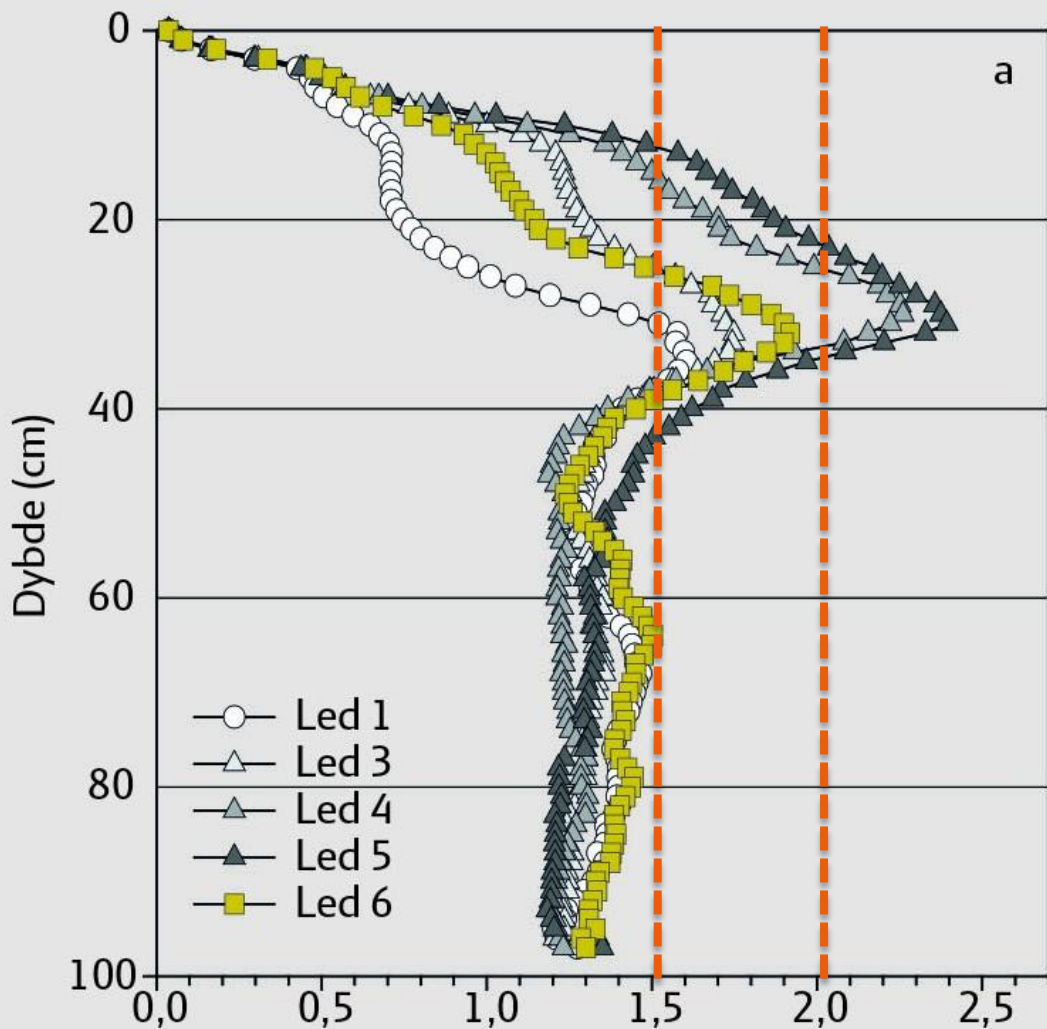


Effekt i underjorden, 6 t, 2.8 bar, tre dybder, Flakkebjerg 2010.  
 ”Næsten uden dæmpning ned til 30 cm”.

90 cm~90-100 kPa  
 ”50~50”

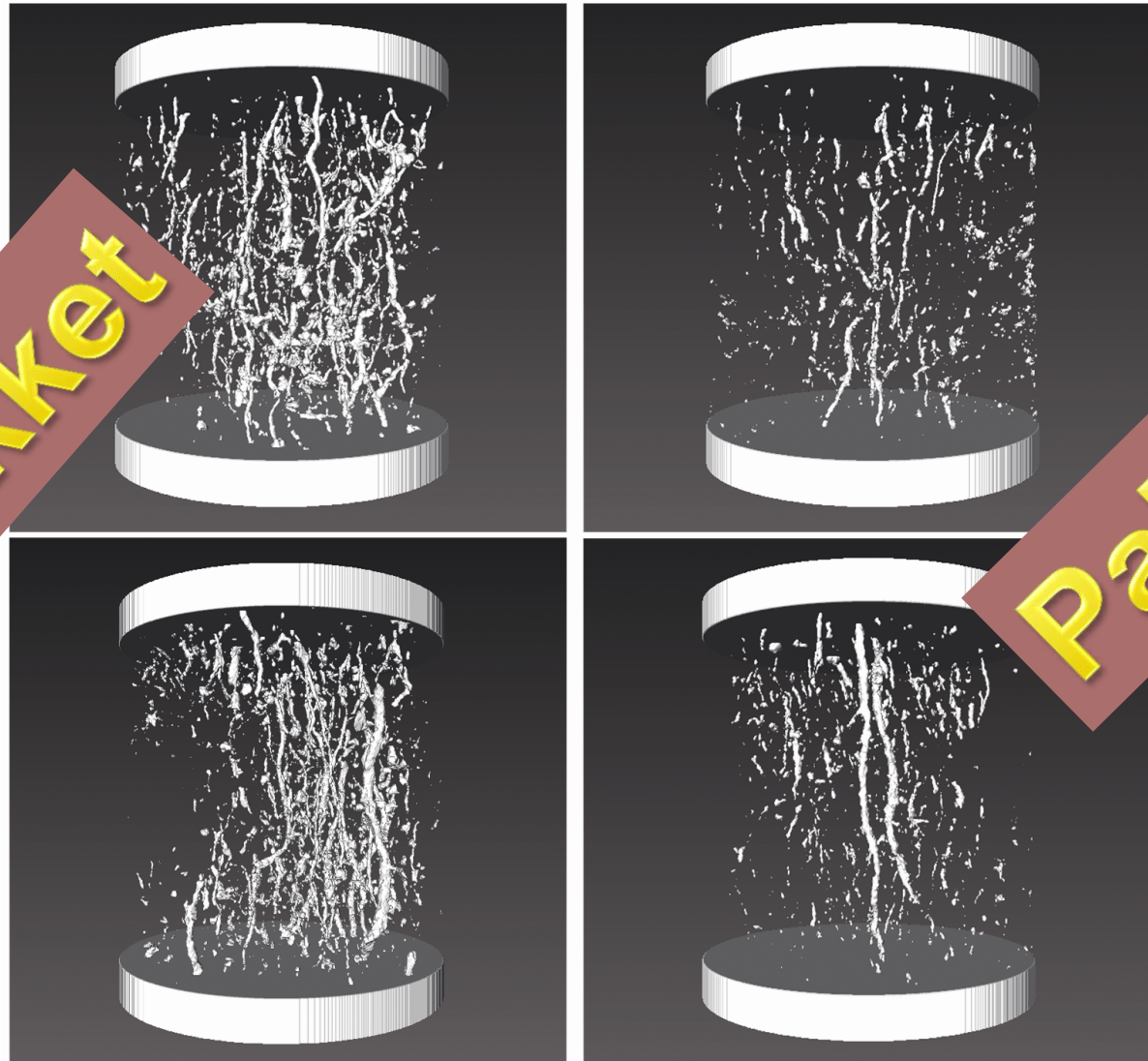
*Kilde: Schjøning et al., Oversigt over Landsforsøgene 2010*

## Penetreringsmodstand ved forskellig trafik



Penetreringsmodstand (MPa), Aarslev 2012

Kilde: Per Schjørring, Oversigt over  
Landsforsøgene 2012.







# Plante fysiologi



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL



Foto: Henning Lyngvig, VFL



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL



Værn Taastrup, juni 2013

Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL



6 ton, juni 2013

Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

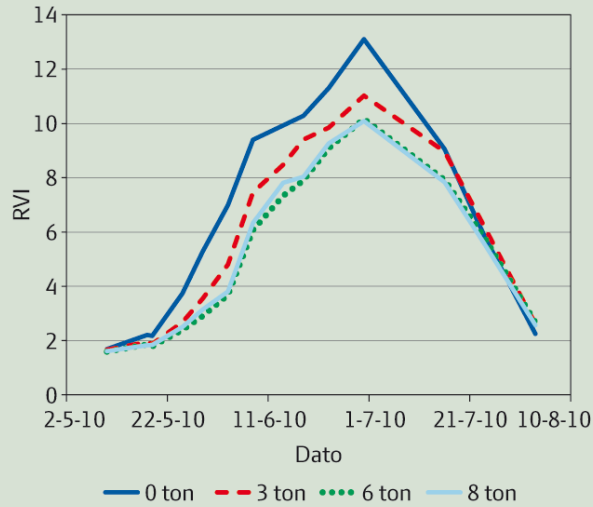
## Abcisinsyrekoncentration (ABA)

- Formål: at efterspore en tidlig fysiologisk respons.
- Målt på yngste blad i 2010 og 2012 og på xylemvæsken i 2011.
- Desværre ikke fundet forskelle. Det kan skyldes metoden.
- Det er fortsat muligt at bladkoncentrationen responderer på mekanisk modstand.

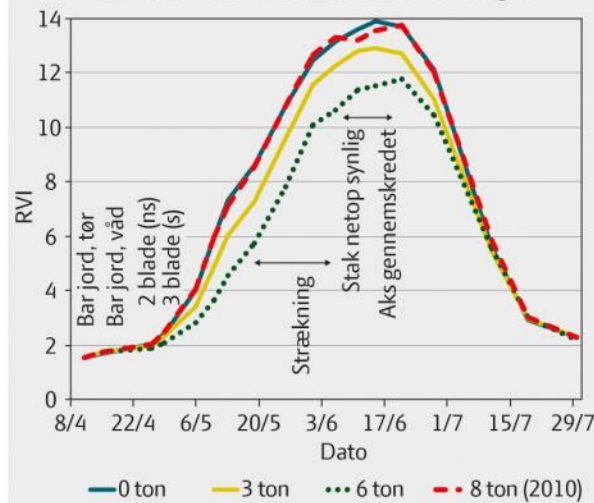
*Kilde: Carsten Petersen, KU, pers. komm., 2013*

# RVI-måling 2010, 2011 og 2012

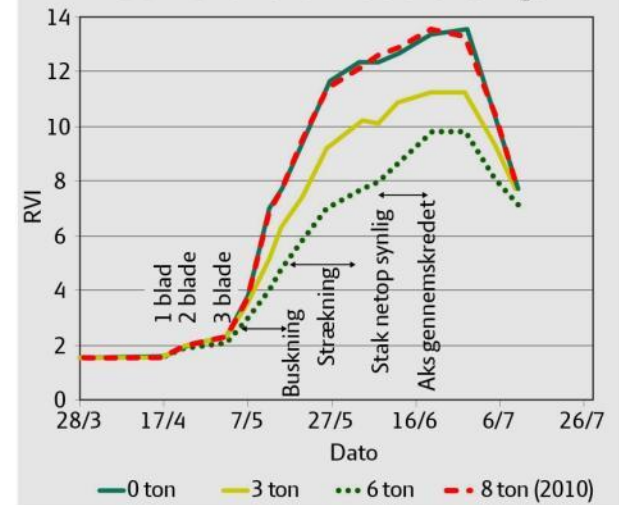
Relativt vegetationsindeks (RVI), gennemsnit for alle gentagelser

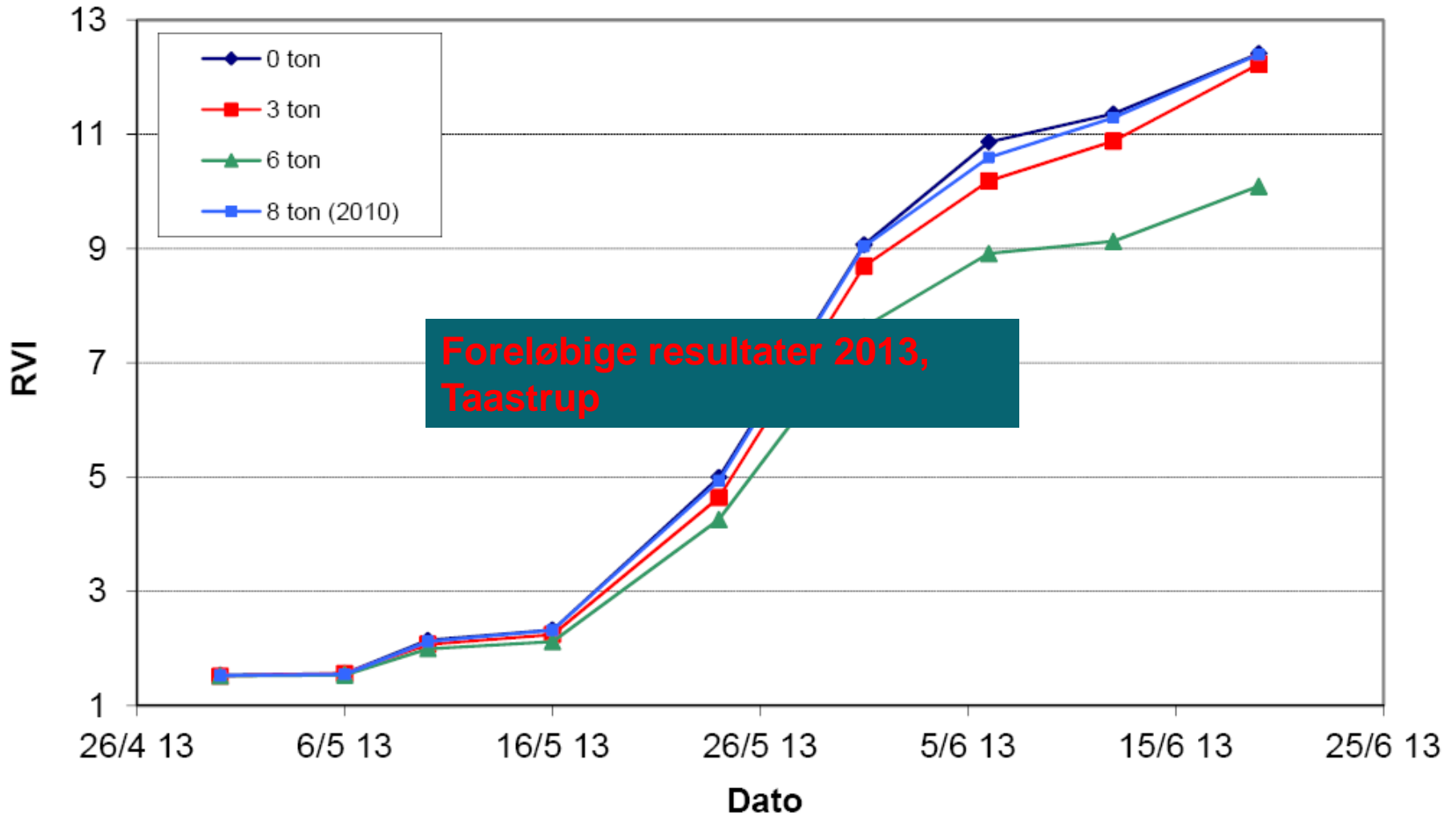


Relativt vegetationsindeks (RVI)  
Gennemsnit for fire behandlinger



Relativt vegetationsindeks (RVI)  
Gennemsnit for fire behandlinger







# Jordpakningsforsøgene - udbytteresultater

- I de første år viser resultater fra forsøgene effekten af over-og underjordspakning.
- Senere kan vi isolere effekten af underjordspakningen.

Vårbyg	Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha 2012			Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha
	Taastrup	Årslev	Flakkebjerg	Gennemsnit 2010-2012
				<i>9 forsøg</i>
1. Ingen pakning	<b>72,7</b>	<b>55,4</b>	<b>66,7</b>	<b>62,6</b>
2. 8 t <sup>1)</sup>	0,1	1,4	-1,3	-3,1
3. 3 t	-5,3	1,8	-3,8	-3,9
4. 6 t	-13,5	-5,3	-11,0	-10,1
5. 8 t <sup>2)</sup>	-	-4,6	-10,3	-9,8
6. 12 t	-	3,4	-	-2,5
<i>LSD</i>	3,6	<i>ns</i>	7,3	<i>LSD1-4 = 2,4; LSD1-6 = 5,5</i>

1) 8 ton, kun pakket i 2010.

2) 8 ton, pakket i 2010, 2011 og 2012.

**2012**  
**Dæktryk:**  
**1,7 bar**



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

Dæktryk

Hjullast

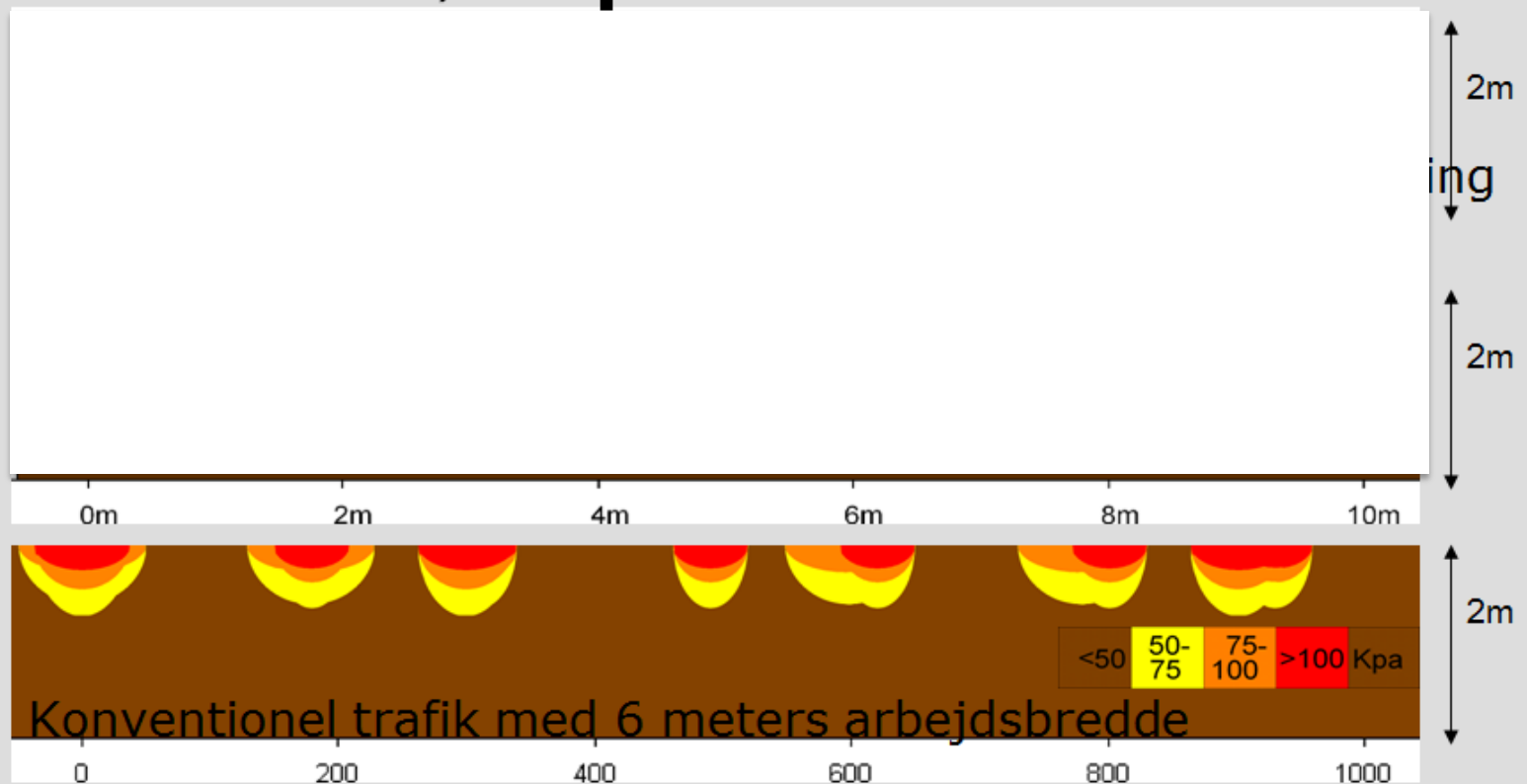
## Hvad betyder jordpakning på markniveau ?

- Udbyttetab i parcel: -9 hkg pr. ha, vårbyg
- Eksempel: 12 m arbejdsbredde:
- Antaget at hvert hjul pakker 1 m i bredden
- $2 \text{ m} / 12 \text{ m} * 9 \text{ hkg pr ha} = 1,5 \text{ hkg/ha}$

Arbejdsbredde i meter	Udbyttetab hkg kerne pr. ha
6	3
12	1,5
24	0,75

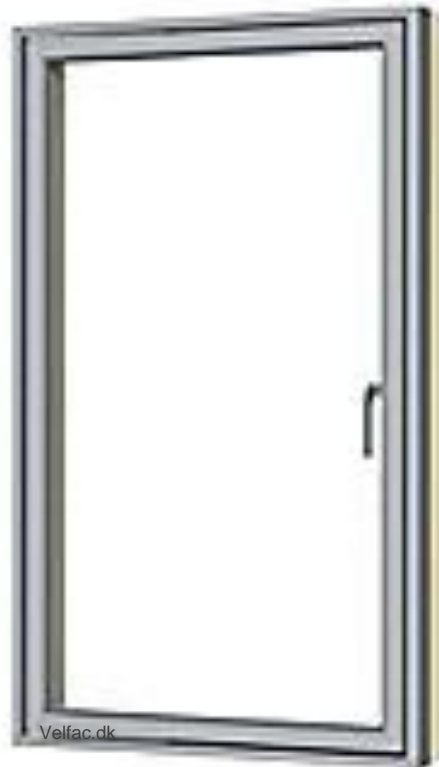
# Eksempler

- Med faste kørespor

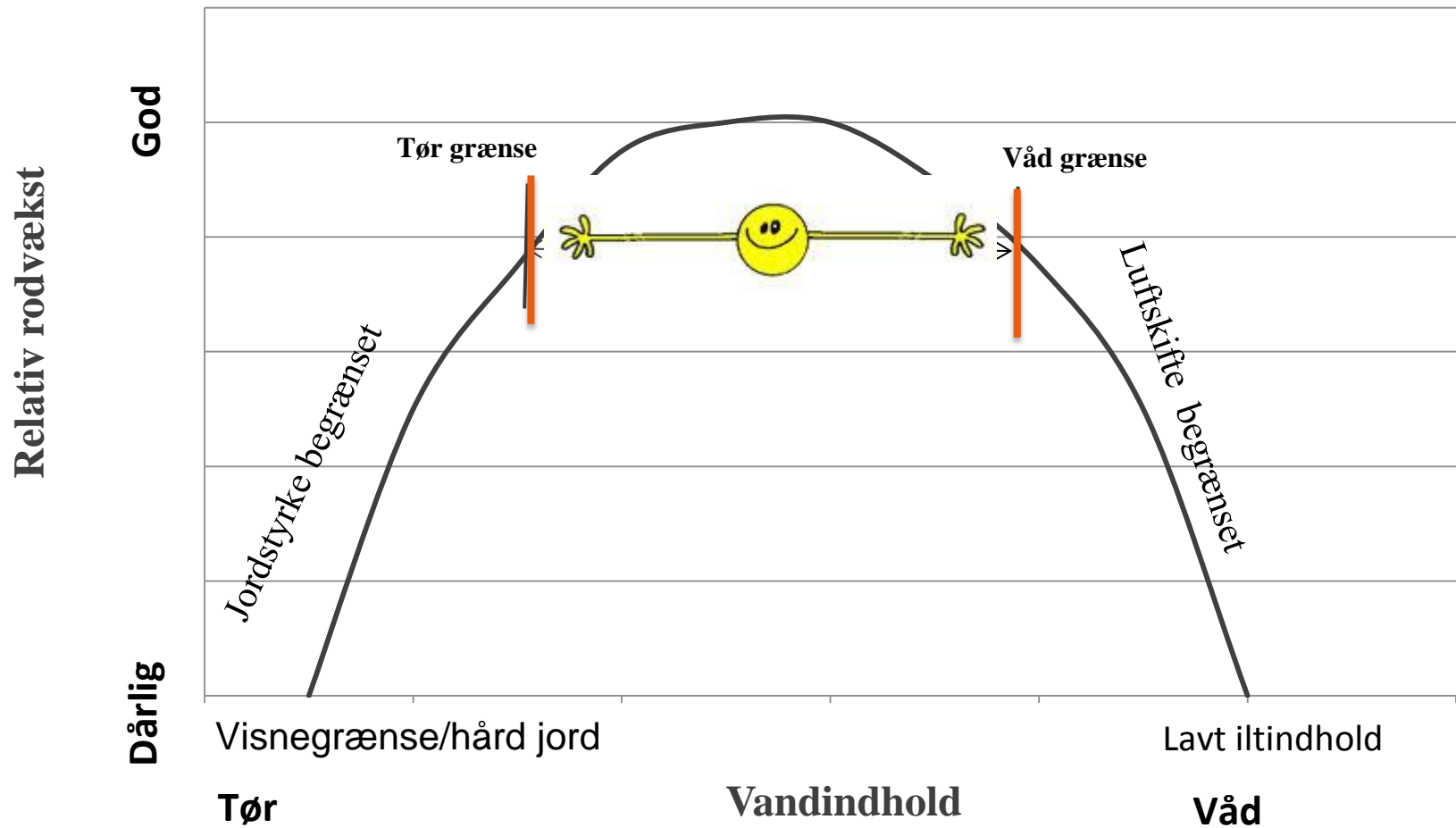


Konventionel trafik med 6 meters arbejdsbredde

# Jordpakning kan føre til færre mulige arbejdsdage i marken



# Gode betingelser for rodvækst



Slide lånt af Lars Munkholm, AU.

(Efter Da Silva et al., 1994).

(Modificeret yderligere af Janne Aalborg Nielsen, VFL)

## Jordfysiske målinger i 2013

- Afdække den relative betydning af forskydningskræfter og vertikalkræfter under et rullende hjul på jordens poresystem, herunder evnen til at lede rødder.
- Kræfterne identificeres under en Samson PG 25 gyllevogn og en Vervaet selvkørende gyllevogn.
- Relevansen for erhvervet består i en afdækning af fordelene ved at anvende brede lavtryksdæk samt maskintyper med forskudte hjulspor.

*Kilde: Per Schjøning, AU, pers. komm., 2013*



# Plantefysiologiske målinger i 2013

- Bedømmelse af rodvækst i Årslev (AU)
- RVI målinger Tåstrup (KU)
- Bladkonduktans Tåstrup (KU)
- Modelberegninger vandbalance (KU)

## Forsøgene fremover

- Forsøgene er pakket sidste gang i foråret 2013.
- Herefter følges regenereringen af jorden.
- Regenereringen hjælpes på af olieræddike.



Foto: Janne Aalborg Nielsen, VFL

## Planlagt ”faktor 2” fra 2013

- Alle parceller neddeles i to.
- Der sås olieræddike i den ene halvdel.



## Nogle anbefalinger

- Minimér hjullasten (max 3-4 t hjullast!!).
- OBS på vejrforhold.
- Brug brede lavtryksdæk.
- Regulér dæktrykket til kørsel i marken.
- Tvillingehjul og bæltter kan også være en mulighed under nogle forhold.
- Kontrolleret trafik om muligt
  - Færdselsdisciplin

***Tjek også [www.soilcompaction.dk](http://www.soilcompaction.dk)***



Tak😊





# Ekstra materiale

# Beslutningsstøttesystem



# Beslutningsstøttesystemet Terranimo

**SOILCOMPACTION.EU**

Home **Terranimo** Projects Contact [ Log In ] [Forgot password](#)

Start Hjælp / Introduktion Sprog

Maskine **Jord** Trædefladestress Styrke og stress i dybden

**VÆLG MASKINE ?**

**Traktor**

**Selvkørende**

**Anhænger**

Gyllespreder      330 HK traktor

Klik på rød cirkel for at vælge aksel

Klik på dæk ikon for at vælge dæk-tryk og -belastning



## SOILCOMPACTION.EU

Home Terranimo Projects Contact

[ Log In ] Forgot password

Start Hjælp / Introduktion

### TERRANIMO

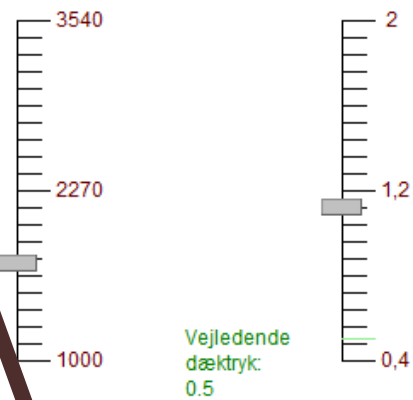
Sprog

Maskine Jord Trædefladestress Styrke og stress i dybden

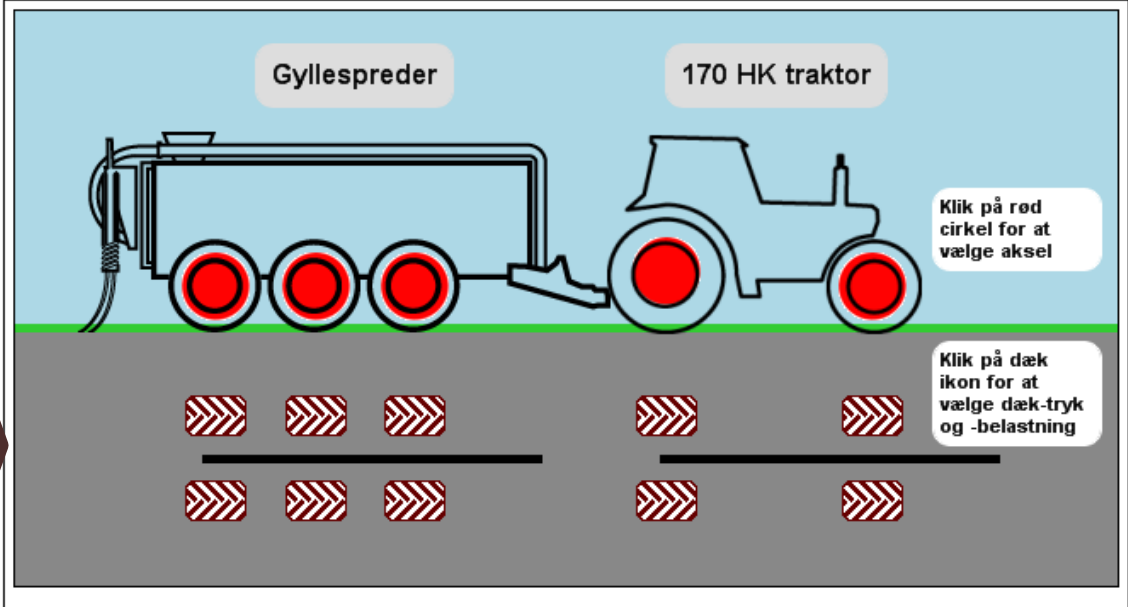
#### HJUL ?

170 HK traktor | Foraksel | Højre forhjul

Kategori	Trækkende hjul
Dækmærke	Michelin
Dæknavn	Omnibib
Dæk dimension	480/70R24
Hjullast [kg]	<input type="text" value="1732"/>
Dæktryk [bar]	<input type="text" value="1,1"/>



Gem Afbryd



# Trædefladestress

SOILCOMPACTION.EU

Home Terranimo Projects Contact

[ Log In ] Forgot password

Start Hjælp / Introduktion

TERRANIMO

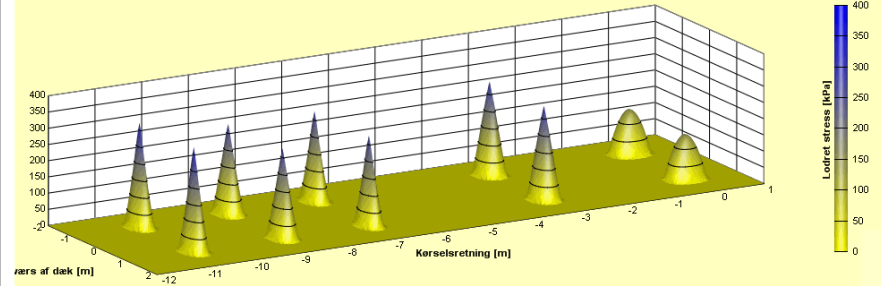
Sprog

Maskine Jord Trædefladestress Styrke og stress i dybden

TRÆDEFLADESTRESS ?

Højdekurve grafik  Kontur grafik

Trædefladestress (xxx)



Web site provided by Aarhus University, Faculty of Science and Technology, Department of Agroecology. Report technical problems to webmaster: [Poul Lassen](#). Optimized for screen size 1024x768

SOILCOMPACTION.EU

Home Terranimo Projects Contact

[ Log In ] Forgot password

Start Hjælp / Introduktion

TERRANIMO

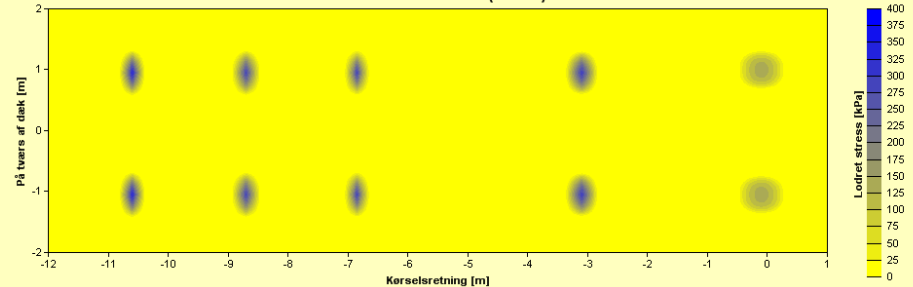
Sprog

Maskine Jord Trædefladestress Styrke og stress i dybden

TRÆDEFLADESTRESS ?

Højdekurve grafik  Kontur grafik

Trædefladestress (kontur)



Web site provided by Aarhus University, Faculty of Science and Technology, Department of Agroecology. Report technical problems to webmaster: [Poul Lassen](#). Optimized for screen size 1024x768

## SOILCOMPACTION.EU

### Traktor, bagerste aksel

Home Terranimo Projects Webpage tools Contact

Home Help / Introduction

TERRANIMO

Language

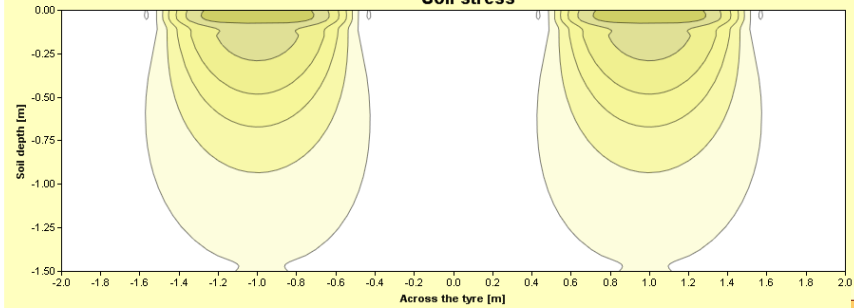
Machine Soil Contact stress Soil strength and stress

#### SOIL STRENGTH AND STRESS ?

Stress  Stress in excess of strength

330 HP tractor|Front axle  330 HP tractor|Rear axle  Slurry spreader|Front axle  Slurry spreader|Mid axle  Slurry spreader|Rear axle

#### Soil stress



Comments on Stress, 330 HP tractor|Rear axle

Web site provided by Aarhus University, Faculty of Science and Technology, Department of Agroecology. Report technical problems to webmaster: [Poul Lassen](#). Optimized for screen size 1024x768

## SOILCOMPACTION.EU

### Gyllevogn, forreste aksel

Home Terranimo Projects Webpage tools

Home Help / Introduction

TERRANIMO

Language

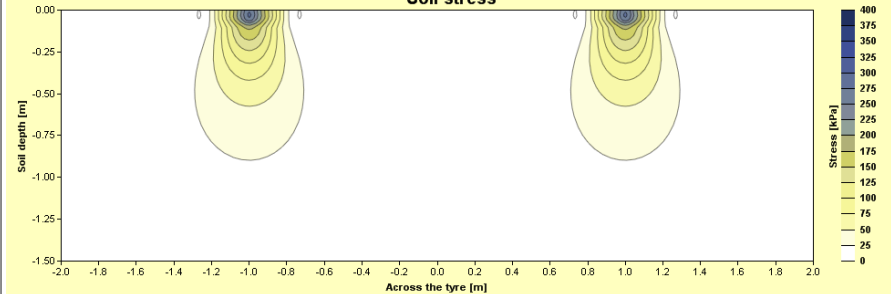
Machine Soil Contact stress Soil strength and stress

#### SOIL STRENGTH AND STRESS ?

Stress  Stress in excess of strength

330 HP tractor|Front axle  330 HP tractor|Rear axle  Slurry spreader|Front axle  Slurry spreader|Mid axle  Slurry spreader|Rear axle

#### Soil stress



Comments on Stress, Slurry spreader|Front axle

Web site provided by Aarhus University, Faculty of Science and Technology, Department of Agroecology. Report technical problems to webmaster: [Poul Lassen](#). Optimized for screen size 1024x768