

Trykskader forårsaget ved gylleudbringning

Hvad betyder dæktryk, antal overkørsler
samt de forskellige maskinstørrelser?

*Seniorforsker Per Schjøning
Aarhus Universitet, Inst. f. Agroøkologi*

Temadag: Optimal udbringning og udnyttelse af gylle
Forskningscenter Foulum
7. maj 2014



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG



AARHUS
UNIVERSITET

INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

Plan for præsentationen

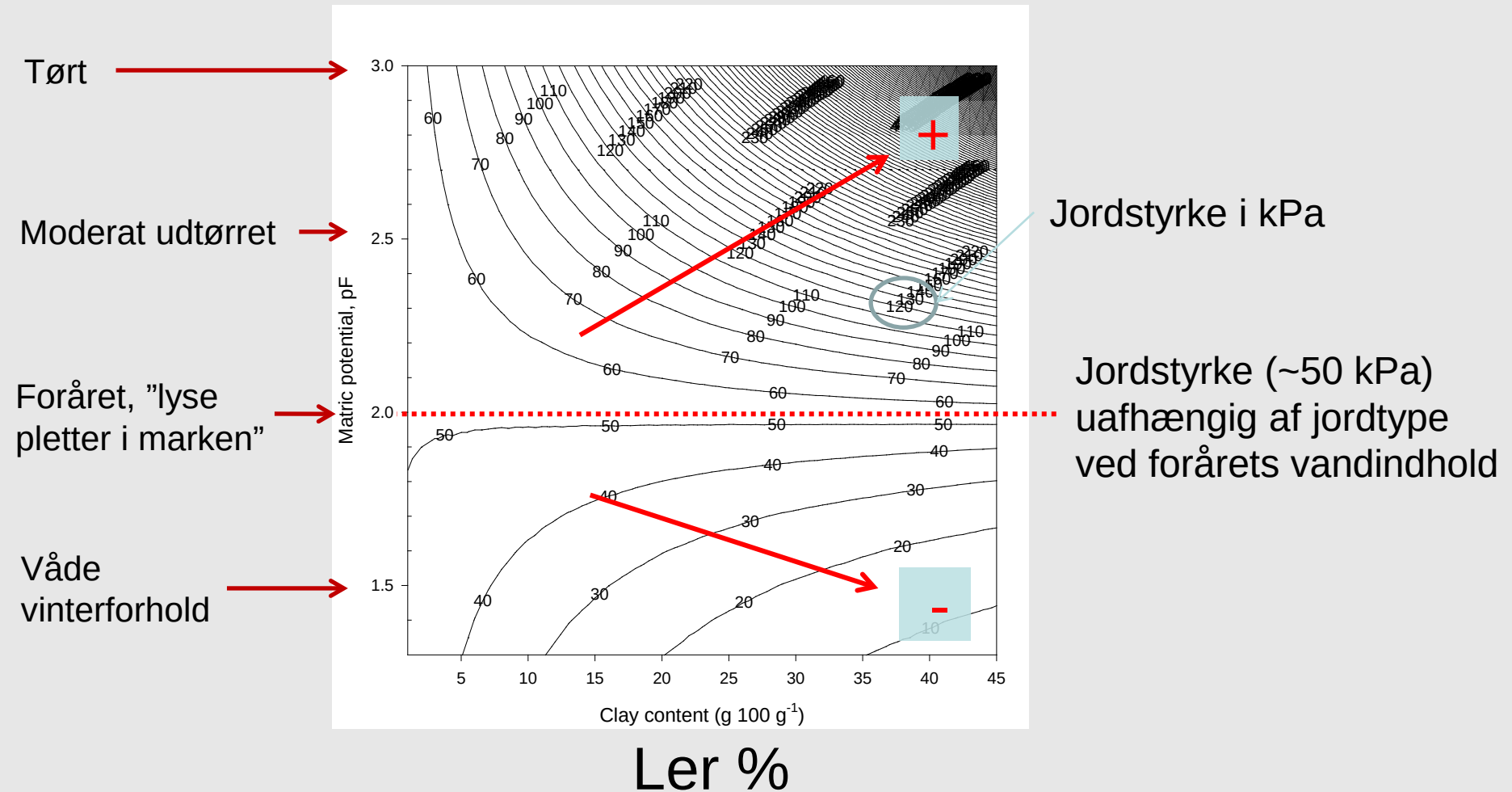
- Hvor stærk er jorden?
- Hvad bestemmer tryk (stress) i jorden?
- Effekt af jordpakning
- Nye danske forsøg med jordpakning
- Beslutningsstøttesystem Terranimo™

Plan for præsentationen

- Hvor stærk er jorden?
- Hvad bestemmer tryk (stress) i jorden?
- Effekt af jordpakning
- Nye danske forsøg med jordpakning
- Beslutningsstøttesystem Terranimo™



Jordens mekaniske styrke



Plan for præsentationen

- Hvor stærk er jorden?
- Hvad bestemmer tryk (stress) i jorden?
- Effekt af jordpakning
- Nye danske forsøg med jordpakning
- Beslutningsstøttesystem Terranimo™



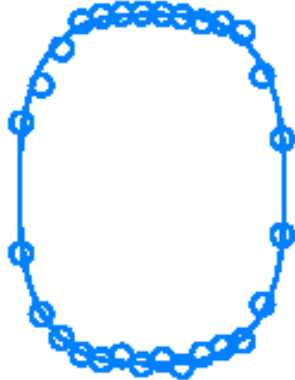
Størrelse af og stress-fordeling i trædefladeareal

Michelin Cargobib, ~6 tons hjullast

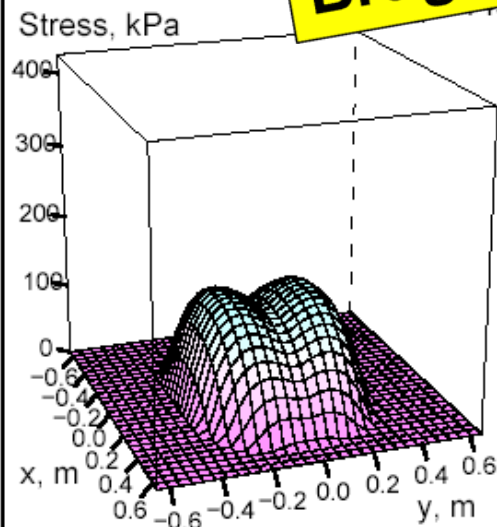
1.0 bar (anbefalet marken)

cargobib, 60 kN, 100 kPa:3

0.71 m²



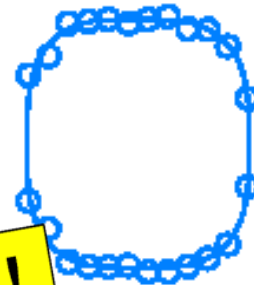
$a = 0.52$ $b = 0.39$



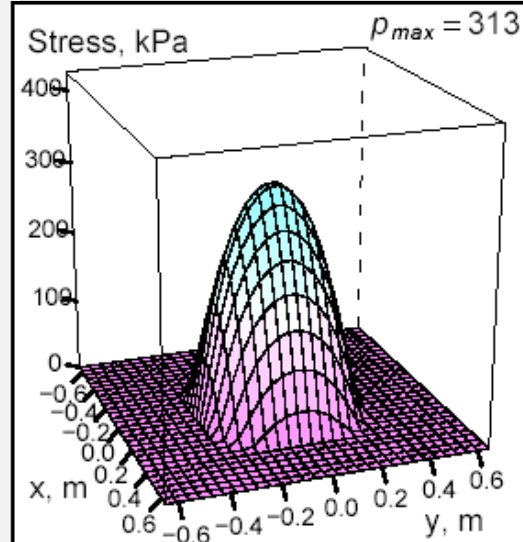
2.4 bar (ofte brugt i praksis)

cargobib, 60 kN, 240 kPa:3

0.45 m²



$a = 0.38$ $b = 0.33$ $n = 3.11$

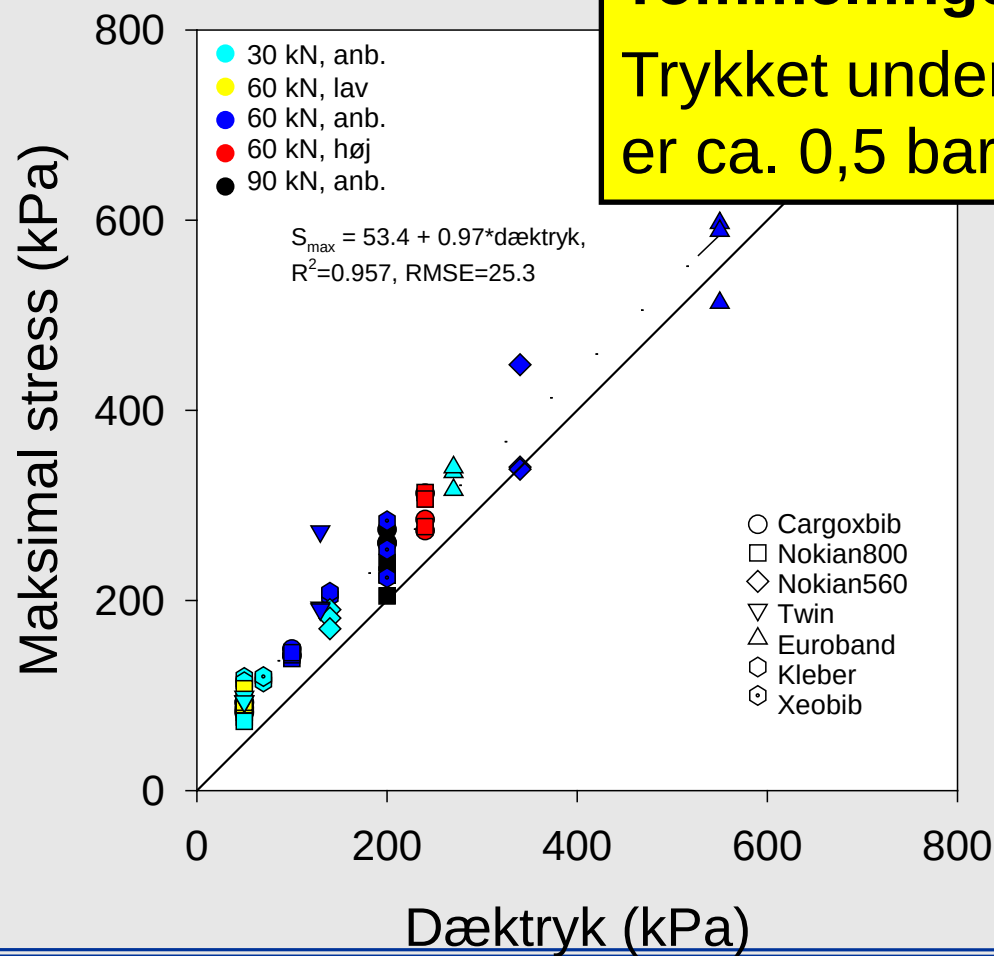


Brug anbefalet dæktryk !!!

Dæktryk og stress under hjul

Tommelfingerregel:

Trykket under hjulet
er ca. 0,5 bar over dæktrykket





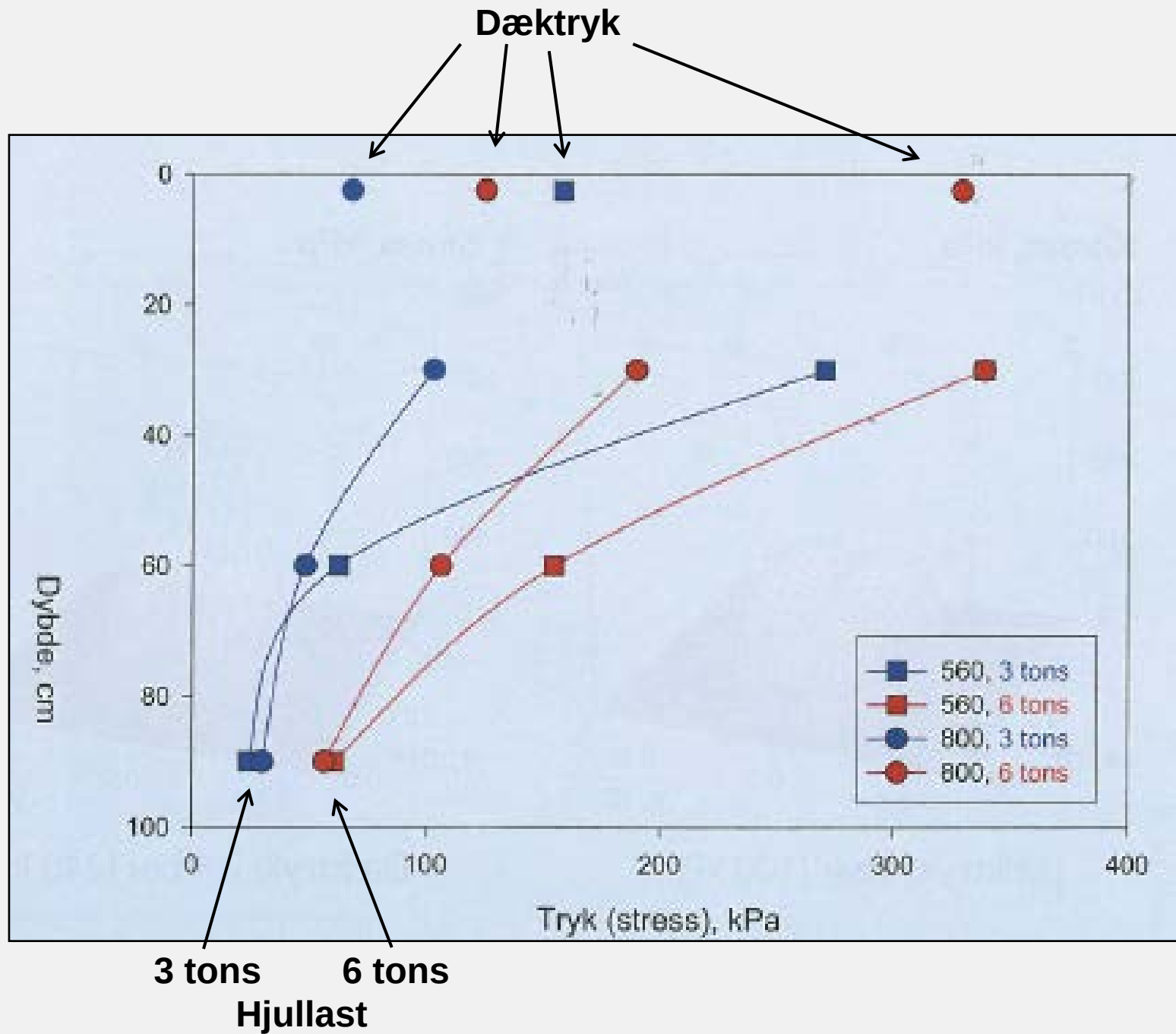
Kraftpåvirkning
 $1 \text{ kg/cm}^2 \sim 10 \text{ N/cm}^2$

F.eks. 0.6 tons på
 0.06 m^2 trædeflade

Kraftpåvirkning
 1 kg/cm^2

F.eks. 6 tons på
 0.6 m^2 trædeflade





Plan for præsentationen

- Hvor stærk er jorden?
- Hvad bestemmer tryk (stress) i jorden?
- **Effekt af jordpakning**
- Nye danske forsøg med jordpakning
- Beslutningsstøttesystem Terranimo™





Rodvækst
Regnormeaktivitet
Luftskifte
Afdræning af vand

Ribber og dæktryk

0-20 cm Dæktryk

20-50 cm Dæktryk og hjullast

>50 cm overvejer hjullast

Vi bør bruge hele jordprofilen

**Permanente
skader**

Plan for præsentationen

- Hvor stærk er jorden?
- Hvad bestemmer tryk (stress) i jorden?
- Effekt af jordpakning
- Nye danske forsøg med jordpakning
- Beslutningsstøttesystem Terranimo™



Nye danske forsøg med jordpakning

Case IH MX 285; Samson PG25
4-5 hjul-overkørsler



Hjullast,
Tons:

2.4

5.6

5.8

5.8

5.8

Samlet vægt af vogntoget: 50.6 tons, dæktryk 2.5-3.0 bar

Nye danske forsøg med jordpakning



Selvkørende VerVaet
Hjullast for: 7 t; bag: 12 t;
dæktryk 1.5-2.5 bar
Een hjul-overkørsel



Udbytte-effekt af pakning (vårbyg)

Nye danske forsøg på 3 lokaliteter (JB6-7)

Gns. af 4 års forsøg

Kilde: Janne Aalborg Nielsen, Oversigten over Landsforsøgene 2013

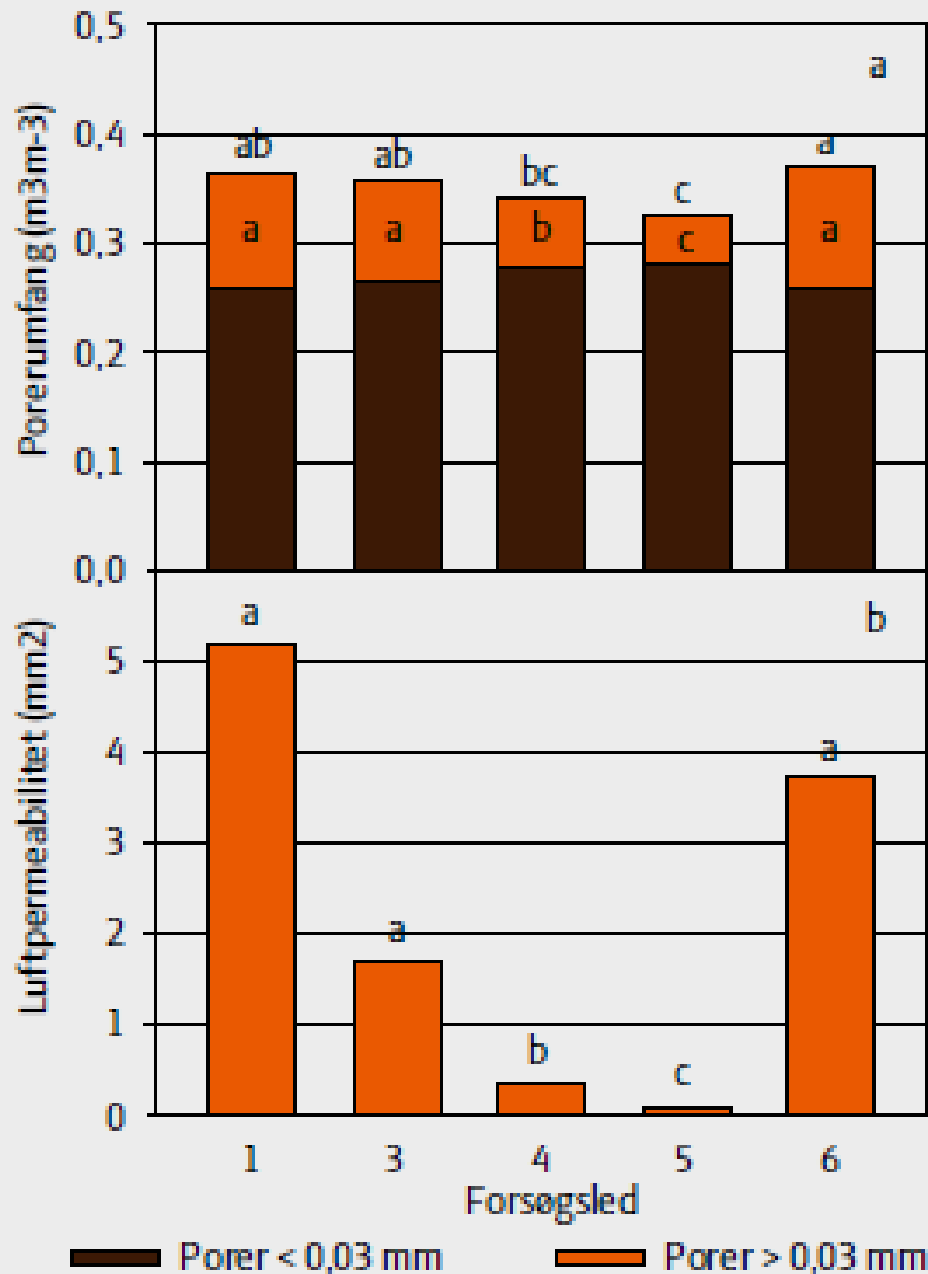
Ingen kørsel	64.0
Standard gyllevogn, 3 tons hjullast, 5 efterløbende hjul	-4.2
Standard gyllevogn, 6 tons hjullast, 5 efterløbende hjul	-11.3
Standard gyllevogn, 8 tons hjullast, 4 efterløbende hjul	-12.5
'3-hjulet' gyllevogn, 12 tons hjullast, 1 efterløbende hjul	(-2.8)*

*Kun en af de tre lokaliteter

- Dette er udbytter i forsøgsår med årlig kørsel.
- Eftervirkninger (fra skader i underjorden) er tidligere vurderet til 3-5 hkg/ha ved 5 tons hjullast.
- De kommende år vil vise eftervirkning for de aktuelle hjullaster.
- Udbyttetab i tørre eller våde år kan være meget større end gns.



Hjullasteffekt på jordens porer, Årslev



Effekt af 3 års pakning på porer og luftledningsevne i 30 cm dybde

Forsøgsled 1: uden trafik

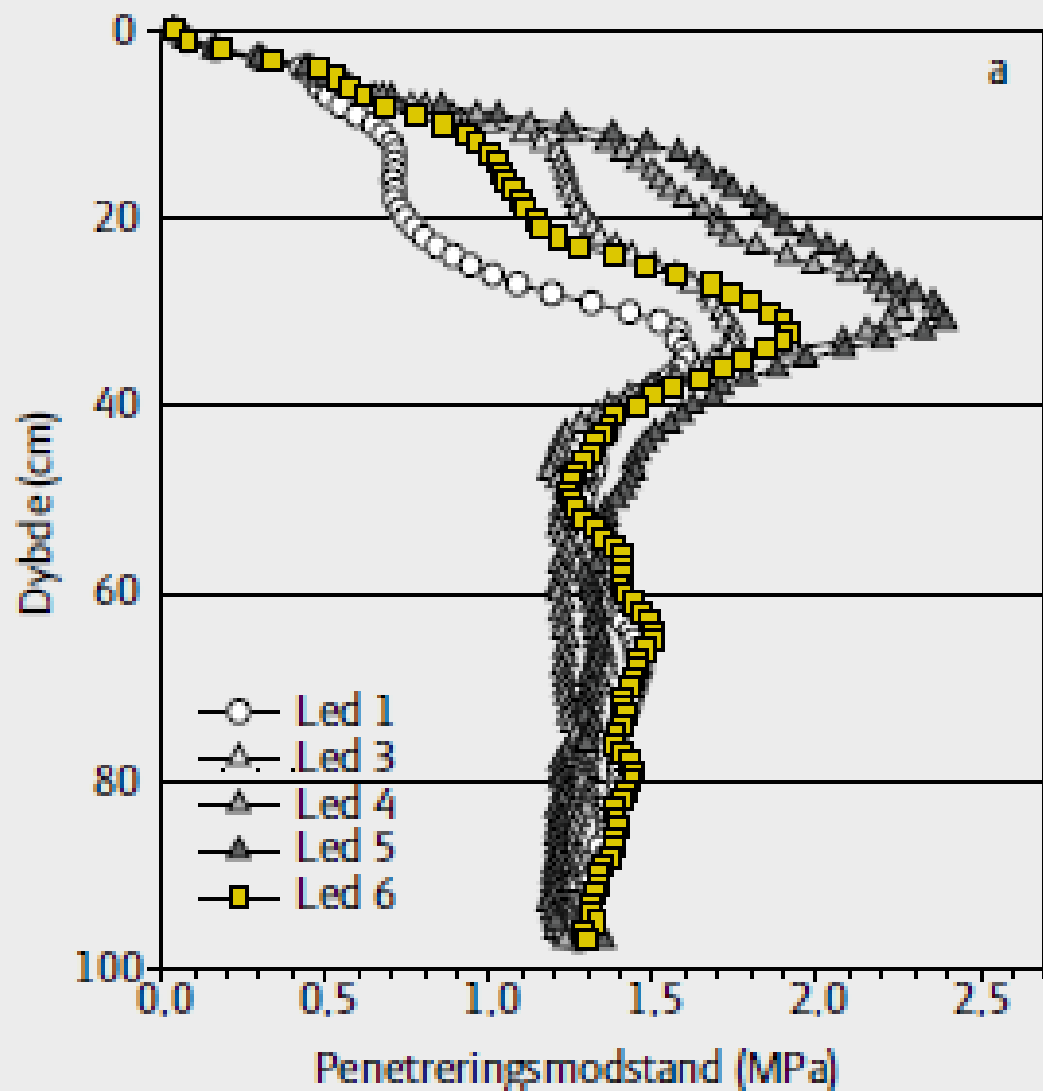
Forsøgsled 3: ~3 t; 3 bar, 5 overkørsler

Forsøgsled 4: ~6 t; 3 bar, 5 overkørsler

Forsøgsled 5: ~8 t; 3 bar, 4 overkørsler

Forsøgsled 6: ~12 t; 1.5-2.5 bar, 1 overkørsel

Penetreringsmodstand ved forskellig trafik



Effekt af 2 års pakning på penetreringsmodstand, JB6, Aarslev

Forsøgsled 1: uden trafik

Forsøgsled 3: ~3 t; 3 bar, 5 overkørsler

Forsøgsled 4: ~6 t; 3 bar, 5 overkørsler

Forsøgsled 5: ~8 t; 3 bar, 4 overkørsler

Forsøgsled 6: ~12 t; 1.5-2.5 bar, 1 overkørsel

Fotos af to jordlag, forsøget ved Aarslev, 3 års effekt

Upakket kontrol 8 tons, 4 hjul-overkørsler



20-37 cm



49-72 cm

Fotos: Lars J. Munkholm

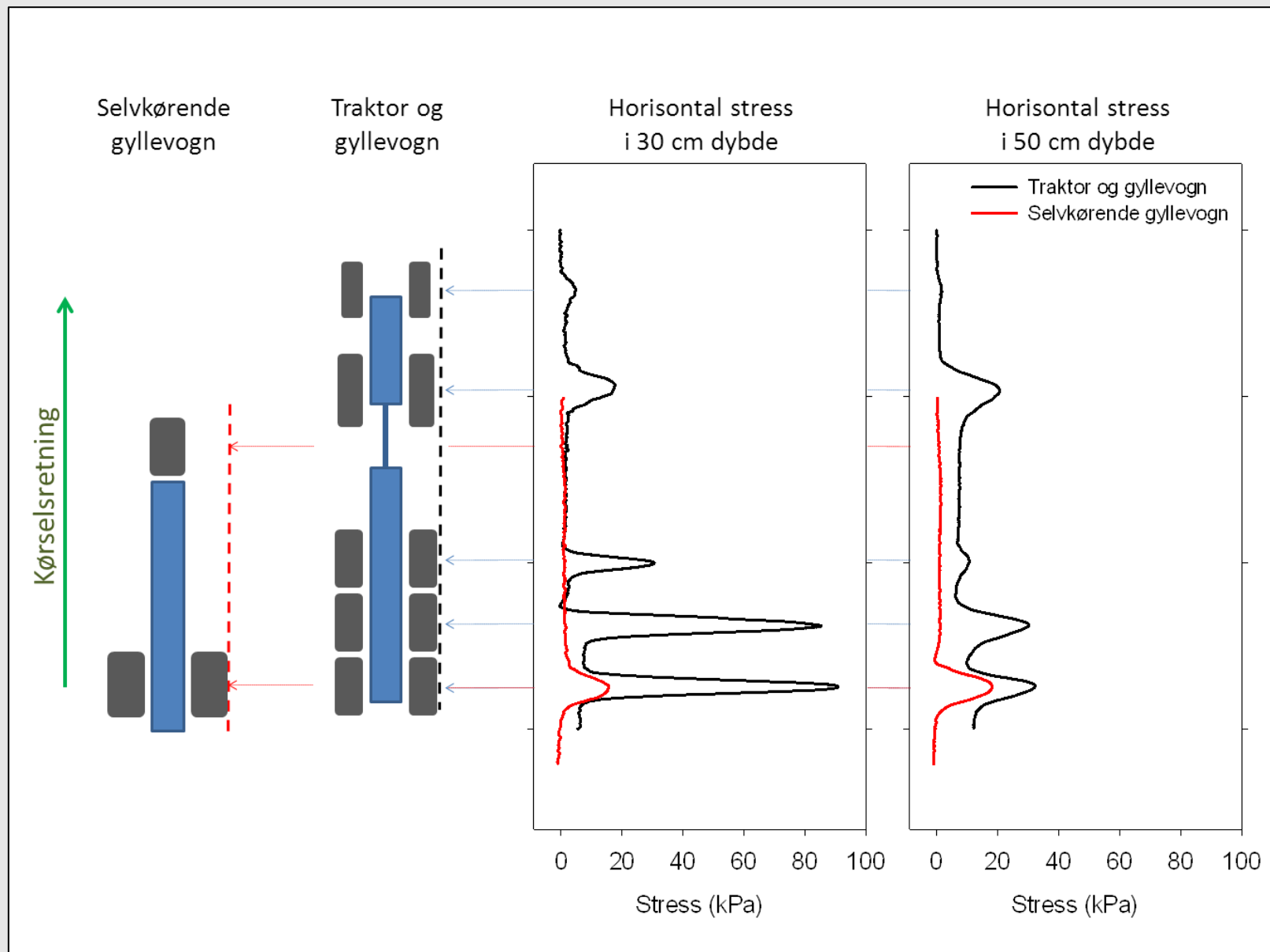
Antal overkørsler og skævvridning af jorden

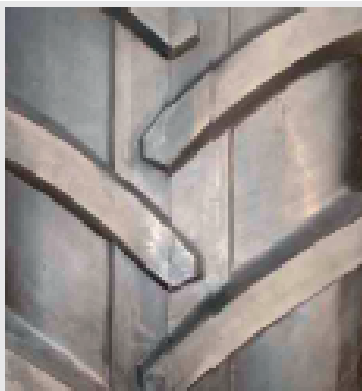


Antal overkørsler og skævvridning af jorden



Der måles horizontal stress lige i kanten af dækket i 30 og 50 cm dybde.



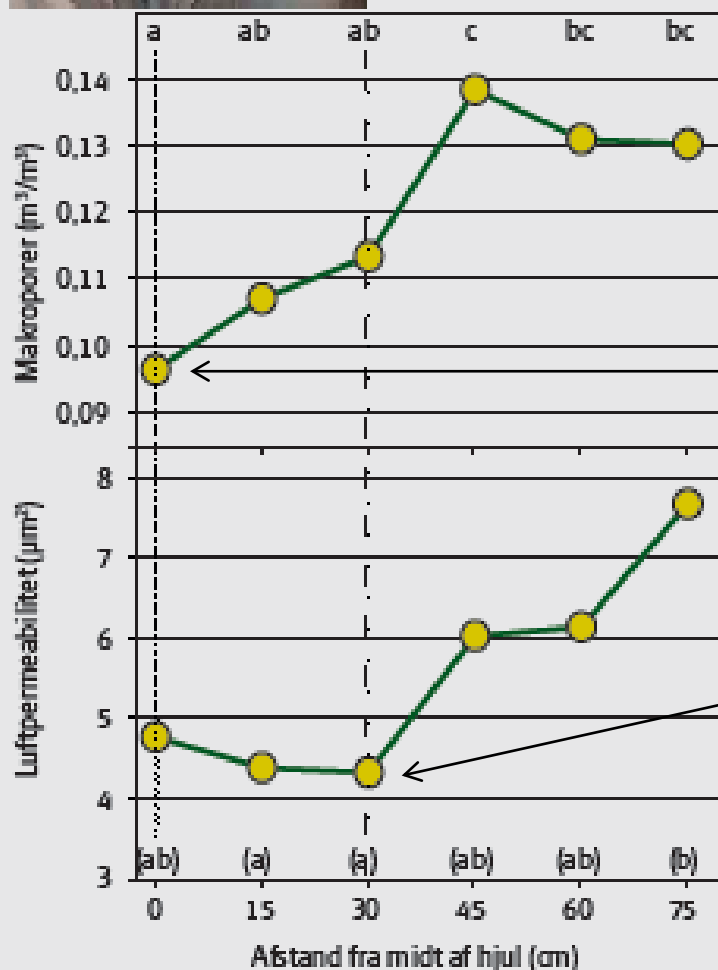


Pakningseffekt
på tværs af et
hjulspor

Trafik giver både pakning og
forskydning af jorden

Her: Flakkebjerg

gns af 30 og 60 cm dybde



Porerumfang: mest skade midt under spor

Porefunktion: mest skade i kanten af spor

Nye danske pakningsforsøg, Aarhus Universitet
Oversigten over Landsforsøgene 2011

Plan for præsentationen

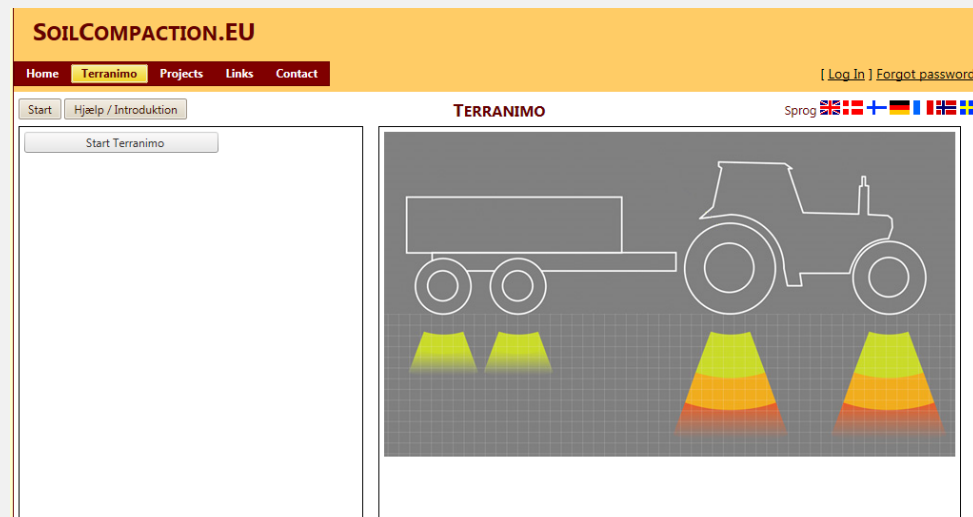
- Hvor stærk er jorden?
- Hvad bestemmer tryk (stress) i jorden?
- Effekt af jordpakning
- Nye danske forsøg med jordpakning
- **Beslutningsstøttesystem Terranimo™**

Terranimo – online beslutningsstøtte vedr. jordpakning

- **Terramechanical model**
- Samarbejde Danmark, Schweiz, Finland (+ NL og D)
- Sammenligning af stress fra maskiner med jordens styrke
- Forskellige maskiner, realistiske data, 1000+ forskellige dæk
- Danske jordtyper (JB-numre) eller tekstur fra egen mark via database
- Standard vandforhold eller beregning for aktuel mark og afgrøde
- Pt 3 lande: DK, CH, FI
- 4 undervejs: N, S, B, NL
- Syv forskellige sprog
- Stadig under udvikling!

Dansk version: www.soilcompaction.dk

International: www.soilcompaction.eu



SOILCOMPACTION.EU

[Home](#)
[Terranimo](#)
[Projects](#)
[Contact](#)

[\[Log In \]](#)
[Forgot password](#)

Start

Hjælp / Introduktion

TERRANIMO

Sprog






Maskine

Mark

Trædefldestress

Styrke og stress i dybden

MASKINPARK ?

Traktor



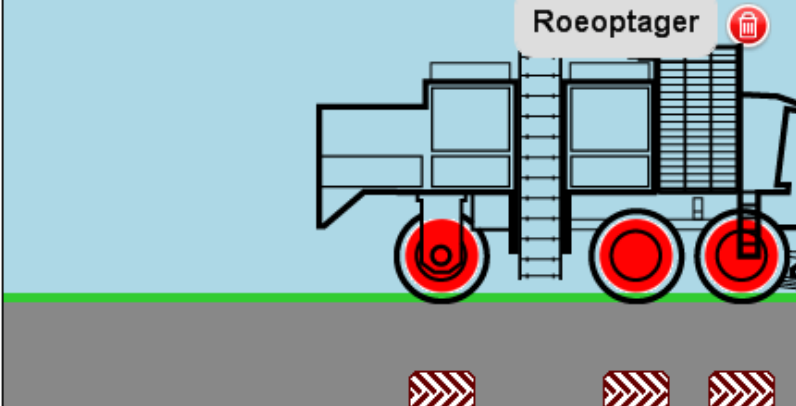
Selvkørende



Anhænger



Roeoptager



Klik på rød cirkel for at vælge aksel

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

Mulighed for dækskift samt ændring af hjullast og dæktryk

SOILCOMPACTION.EU

[Home](#) [Terranimo](#) [Projects](#) [Contact](#)

[[Log In](#)] [Forgot password](#)

Start Hjælp / Introduktion

TERRANIMO

Sprog     

Maskine

Mark

Trædefladestress

Styrke og stress i dybden

HJUL ?

Roeoptager | Bagaksel | Venstre hjul

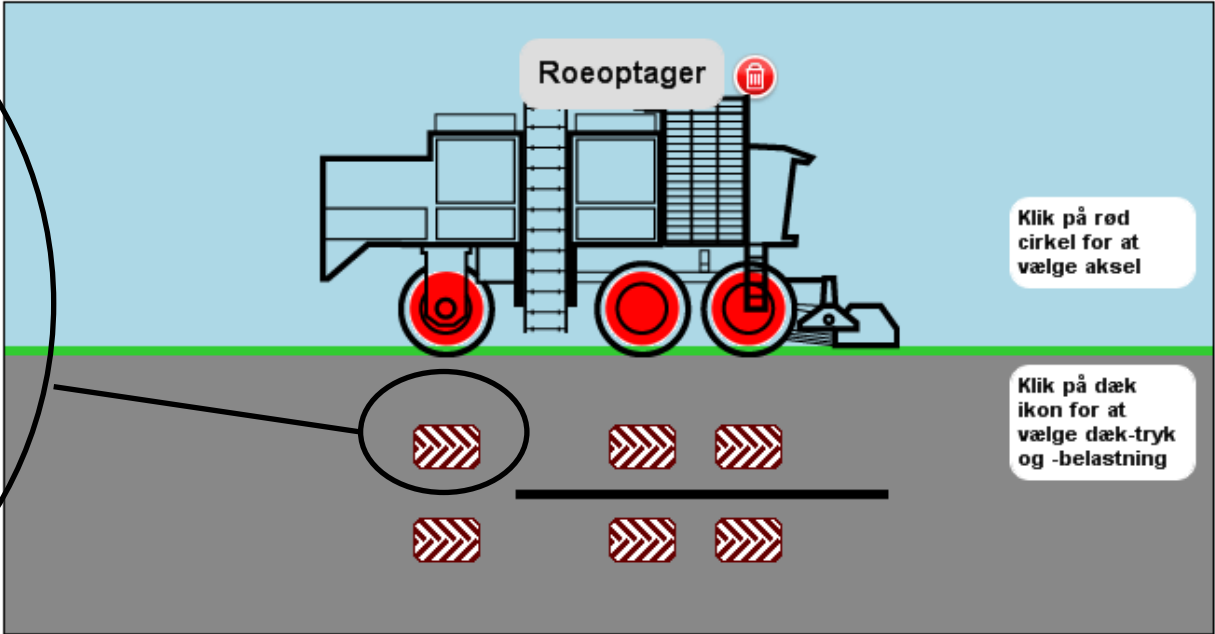
Kategori	Trækkende hjul
Dækmærke	Michelin
Dæknavn	Megaxbib
Dæk dimension	1050/50R32
Hjullast [kg]	10000
Dæktryk [bar]	2,4

Tilbage til maskinpark

Resultat: Stress i jorden for standard jord

Standard dæk Skift dæk

Ændre belastning og dæktryk



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

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

Mulighed for dækskift samt ændring af hjullast og dæktryk

SOILCOMPACTION.EU

[Home](#) [Terranimo](#) [Projects](#) [Contact](#)

[\[Log In \]](#) [Forgot password](#)

[Start](#) [Hjælp / Introduktion](#)

TERRANIMO

Sprog

MaskineMarkTrædefladestressStyrke og stress i dybden

HJUL ?

Roeoptager | Bagaksel | Venstre hjul

Kategori	Trækkende hjul
Dækmærke	Michelin
Dæknavn	Megaxbib
Dæk dimension	1050/50R32
Hjullast [kg]	8021
Dæktryk [bar]	1,3

11250

6125

1000

Vejledende dæktryk (Hastighed [km/t]: 10): 1.3

2,4

1,5

0,6

Vejledende dæktryk (Hastighed [km/t]: 30): 2.4

[Gem](#) [Afbryd](#)

Roeoptager

Klik på rød cirkel for at vælge akse

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

Tekstur: JB-numre, manuelt eller jorddatabase

Vand i jorden: Forvalg, manuel eller fra afgrøde

SOILCOMPACTION.EU

[Home](#) [Terranimo](#) [Projects](#) [Contact](#)

[\[Log In \]](#) [Forgot password](#)

[Start](#) [Hjælp / Introduktion](#)

TERRANIMO

Sprog     

[Maskine](#)

[Mark](#)

[Trædefladestress](#)

[Styrke og stress i dybden](#)

MARK INFORMATION

Vælg lokalitet

Breddegrad

Længdegrad

Vælg afgrøde

Vælg forfrugt

Hvis jordens tekstur skal vælges for en specific mark fra en database, skal der først vælges lokalitet. Disse faciliteter er kun anvendelig for lokaliteter i Danmark.

Hvis jordens aktuelle vandindhold (dags dato) skal beregnes automatisk på grundlag af vejrdato og afgrøde, skal der vælges afgrøde, forfrugt og lokalitet. Disse faciliteter er kun anvendelig for lokaliteter i Danmark.

JORDENS TEKSTUR ?

☒ Vælg jordtype (JB-nr)

☐ Skjul lag

☐ Tekstur fra Jorddatabase

☐ Vis horisonterne

☐ Manuel input af tekstur

☒ Vis alle 15 lag

Vælg jordtype

Nr.	Nedre grænse [cm]	Ler [%]	Silt [%]	Sand [%]	Organisk stof [%]	Volumenvægt [g/cm ³]
1	10	12,7	25,6	61,7	2,6	1,53
2	20	12,7	25,6	61,7	2,6	1,53
3	30	12,7	21,0	65,5	0,5	1,61

JORDVAND ?

☒ Vælg vandstatus

☐ Skjul lag

☐ Manuel input af vandindhold

☒ Vis alle 15 lag

☐ Manuel valg af vandpotentiale

☐ DAISY vandpotentiale

Vælg jordens vandstatus

Nr.	Nedre grænse [cm]	Vandpotentiale [hPa]
1	10	100
2	20	100
3	30	100

Tryk i trædefladen, traktor og gyllevogn

SOILCOMPACTION.EU

Home Terranimo Projects Contact

[Log In] Forgot password

Start Hjælp / Introduktion

TERRANIMO

Sprog     

Maskine

Mark

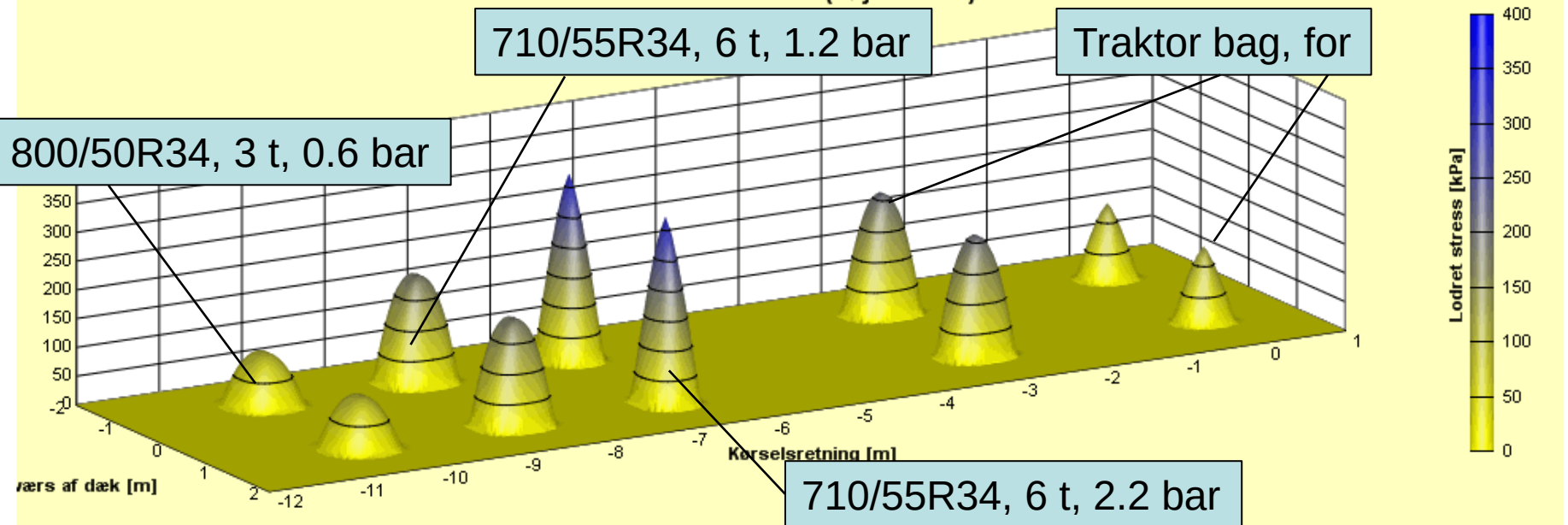
Trædefladerstress

Styrke og stress i dybden

TRÆDEFLADESTRESS ?

 Højdekurve grafik  Kontur grafik

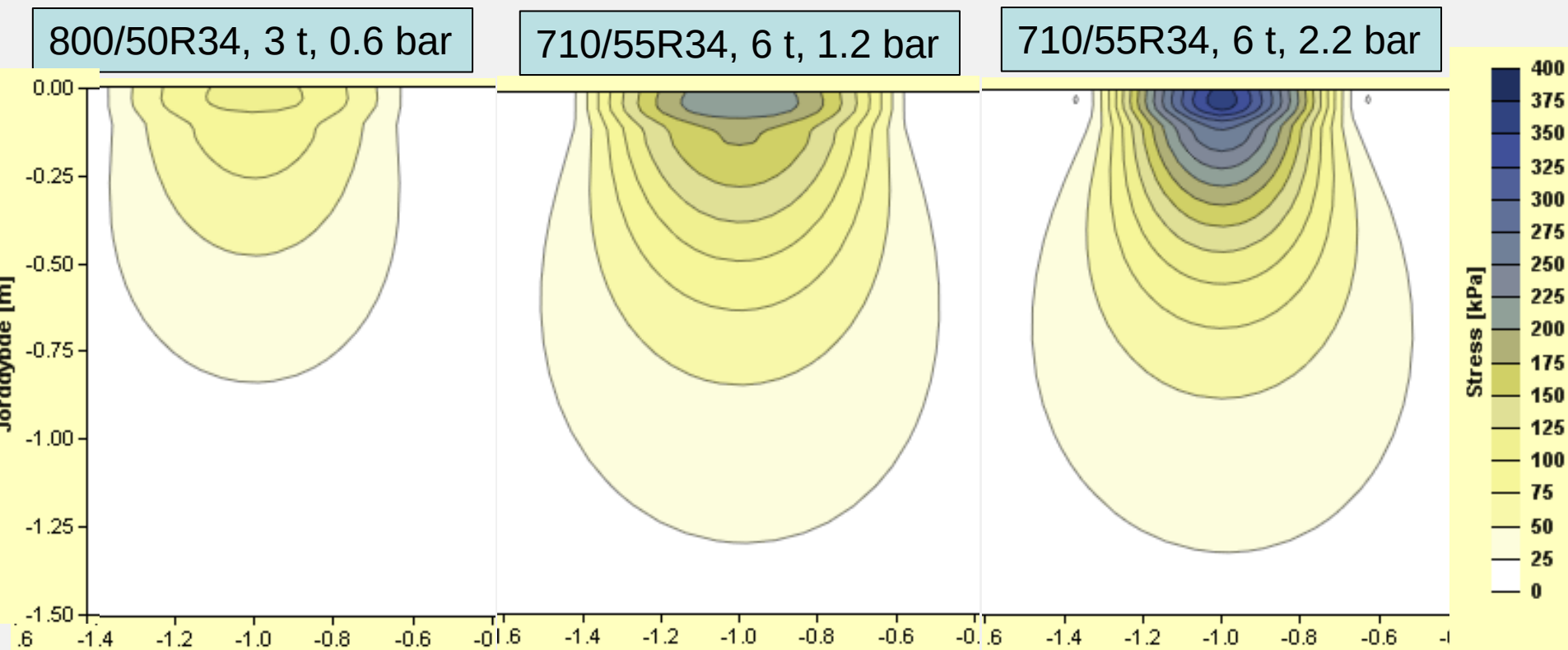
Trædefladerstress (højdekurve)



Stress i dybden

Effekt af hjullast, dæktryk og dæktype

Copy-pasted fra outputs i Terranimo



Konklusioner

- Jord er meget pakningsfølsom, når den er våd,- især lerjorde
- Dæktrykket bestemmer stress og skade i de øverste jordlag
- Hjullasten bestemmer stress og skade i dybe jordlag (under 50 cm)
- Pakningsskader dybere end 50 cm er stort set permanente
- Smalle dæk og flere gange overkørsel giver meget skadelige forskydninger af jorden
- Vi bør stræbe efter 1) **færrest mulige overkørsler**, 2) **hjullast max 4 tons**, 3) **dæktryk ~0.5 bar**, og 4) **ingen færdsel før markkapacitet**

Selvkørende 3- (5-)hjulet

Fordele:

- Kun én overkørsel af jorden
- Rigtig godt lavtryksdæk
- Dæktryksregulering

Ulemper:

- 10-12 tons hjullast: alt for højt



Traktor-efterspændt 3-akslet vogn

Fordele (i forhold til 3-hjulet):

- Lavere hjullaster

Ulemper:

- 5 efterrullende hjul i samme spor
- Ca. 6 tons hjullast: også for højt



Alternativ 1



Flere trækkende aksler

- Hjullast her ~5 tons
- Bedre dæk ville kunne give fornuftigt dæktryk
- Ulempe: stadig mange efterløbende hjul

Alternativ 2



Gylleudlægger m. slangeoptræk

- Hjullast 3.8-5.4 t
- 1050/50R32 dæk, 0.6 bar
- Kun to efterterrullende hjul (herunder styrehjul 1.4-2.9 t)



Alternativ 3 (koncept)



Redskabsbærer

- Hjullast (som såmaskine: 3.6 t)
- 1050/50R32 dæk, 0.6 bar
- Hele jordoverfladen overkørt kun én gang ('furepakker')(2+2 baghjul + 1 styrehjul i midten)
- Bør principielt også kunne bruges til gylleudbringning

Se evt: <http://www.youtube.com/watch?v=hC3DZKxh5Cw>

Tak fordi I lyttede

Nogen interesseret i følgende?

RECARE

Et nyt EU-projekt om beskyttelse af dyrkningsjorden

- Løber 2014-2018
- 17 lande; 27 Institutioner (DK: Aarhus Universitet og Kongskilde)
- Dansk del om jordpakning
- Mulighed for at følge projektet,
kontakt Per Schjønning: Per.Schjonning@agrsci.dk