

Dyrkningsmetodernes indflydelse på jordens struktur og vandhusholdning

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

Økologi-kongres 2011
Temamøde C3:
bedre jordstruktur, kulstofopbygning
og "klimasikring" på planteavlsbedrifter



AARHUS
UNIVERSITET

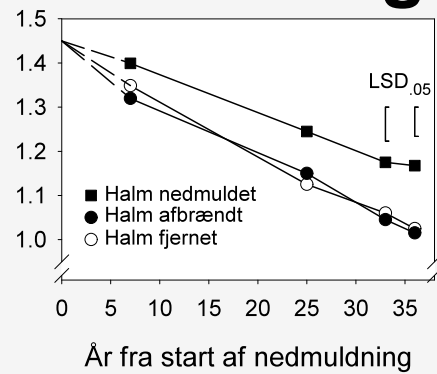
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

Plan for præsentationen

- **Organisk stof (humus) i jorden**
- **Jordstruktur og mekanisk energi**
- **Jordpakning**



Nedmuldning af halm i ensidigt sædskifte



- **Hårde sædskifter tærer på jordens indhold af organisk stof (humus)**
- **Halmnedmuldning hjælper kun lidt**
- **Hvor meget organisk stof er nok?**



Nye undersøgelser peger på:

Forholdet mellem jordens indhold af ler og organisk kulstof (OC) skal være mindre end 10

Altså:

ler/OC > 10: problem-jord

ler/OC = 10: balancepunktet (lerpartiklerne er 'mættet')

ler/OC < 10: smuldrende, 'sprød' jord

Eller:

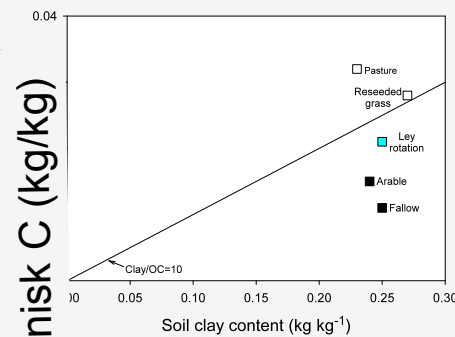
ler/humus > 6: problem-jord

ler/humus = 6: balancepunktet

ler/humus < 6: smuldrende, 'sprød' jord



To undersøgelser af ler, organisk C og jordens 'sprødhed' (bearbejdbarhed)



Jordens indhold organisk C (kg/kg)

Jordens indhold af ler (kg/kg)

Permanent græs: sprødhed over 10:1-linien ('mættet' jord)

permanent græs
omlagt græs

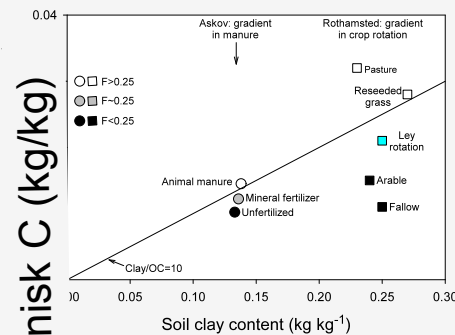
sædskifte med græs

omdrift

brak

Engelsk jord, ~25% ler:
Rothamsted forsøg med
meget forskellige sædskifter
og dermed indhold af org. C

To undersøgelser af ler, organisk C og jordens 'sprødhed' (bearbejdbarhed)



Jordens indhold organisk C (kg/kg)

husdyrgødning

NPK-gødning
ugødet

omdrift
brak

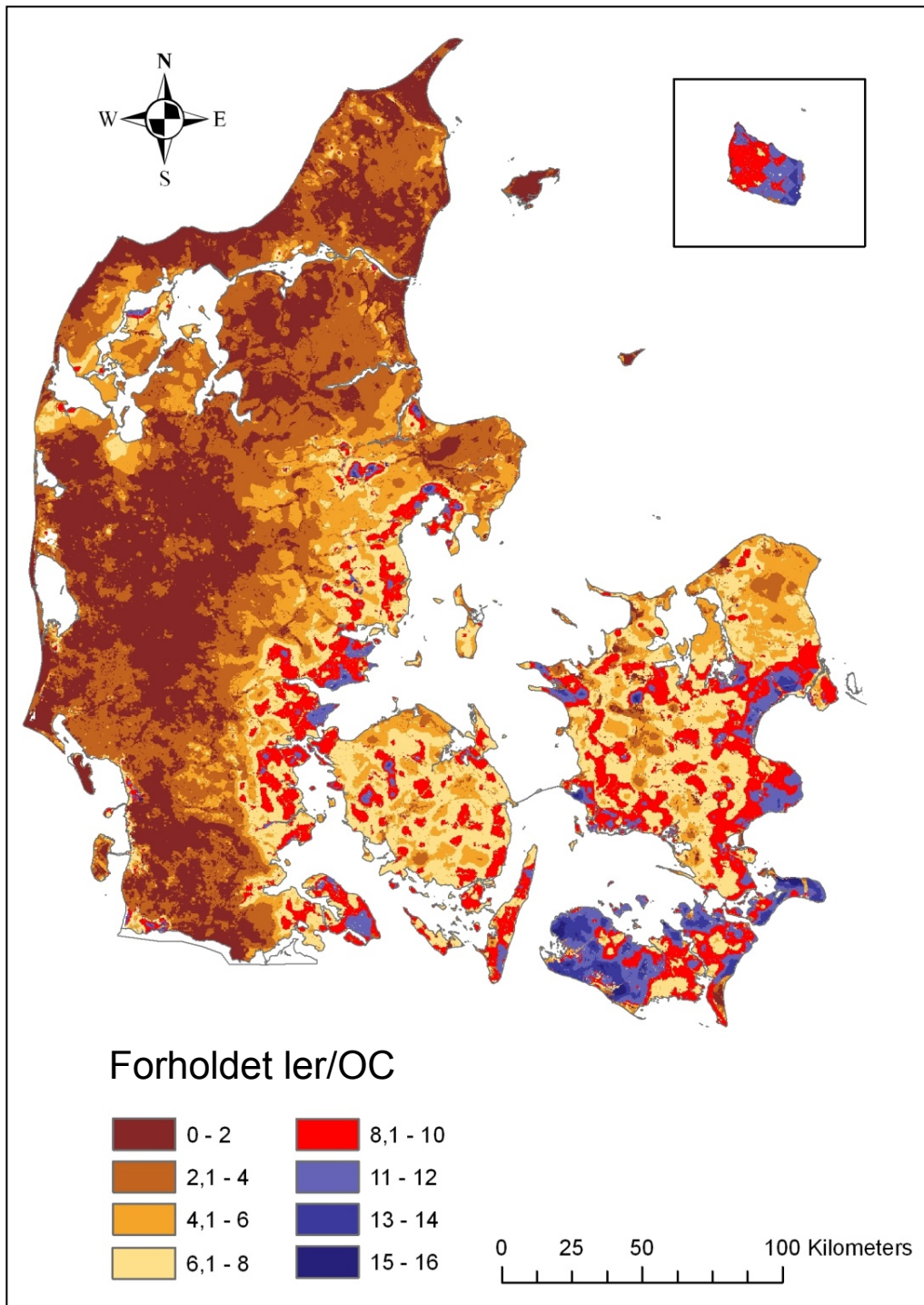
sædskifte med græs

omlagt græs
permanent græs

Dansk jord, ~13% ler:
Askov forsøgene med
orskellig gødskning og
dermed indhold af org. C

Friability, F (Dexter, 2004):
F>0.25: 'God'
F=0.25: 'Tilfredsstillende'
F<0.25: 'Dårlig'

Jordens indhold af ler (kg/kg)



Hvor har vi problem-jordene?

ler/OC > 10: Pas på!

(svarer til ler/humus > 6)

Jordstruktur og mekanisk energi - Jordbearbejdning og jordpakning

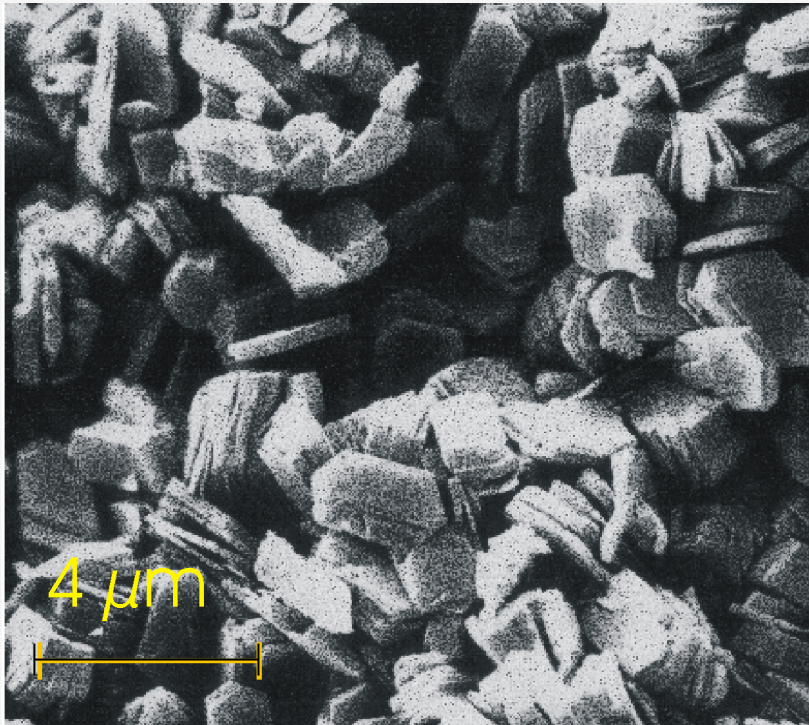


AARHUS
UNIVERSITET

INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

Jordstruktur

Ler-mineraler
flader af elektrisk
ladede partikler

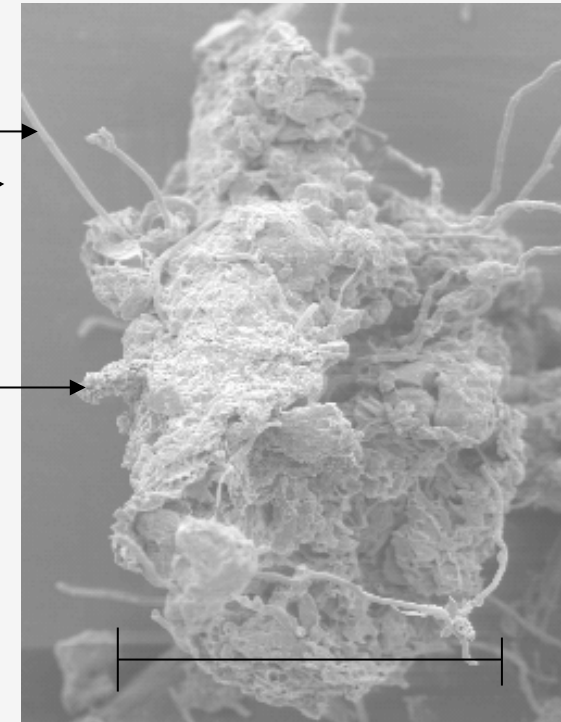


0.004 mm

Aggregat (krumme)
ca. 0.2 mm

Svampehyfe
~ 0.003 mm tyk

Samlinger af
sand, ler og
organisk stof



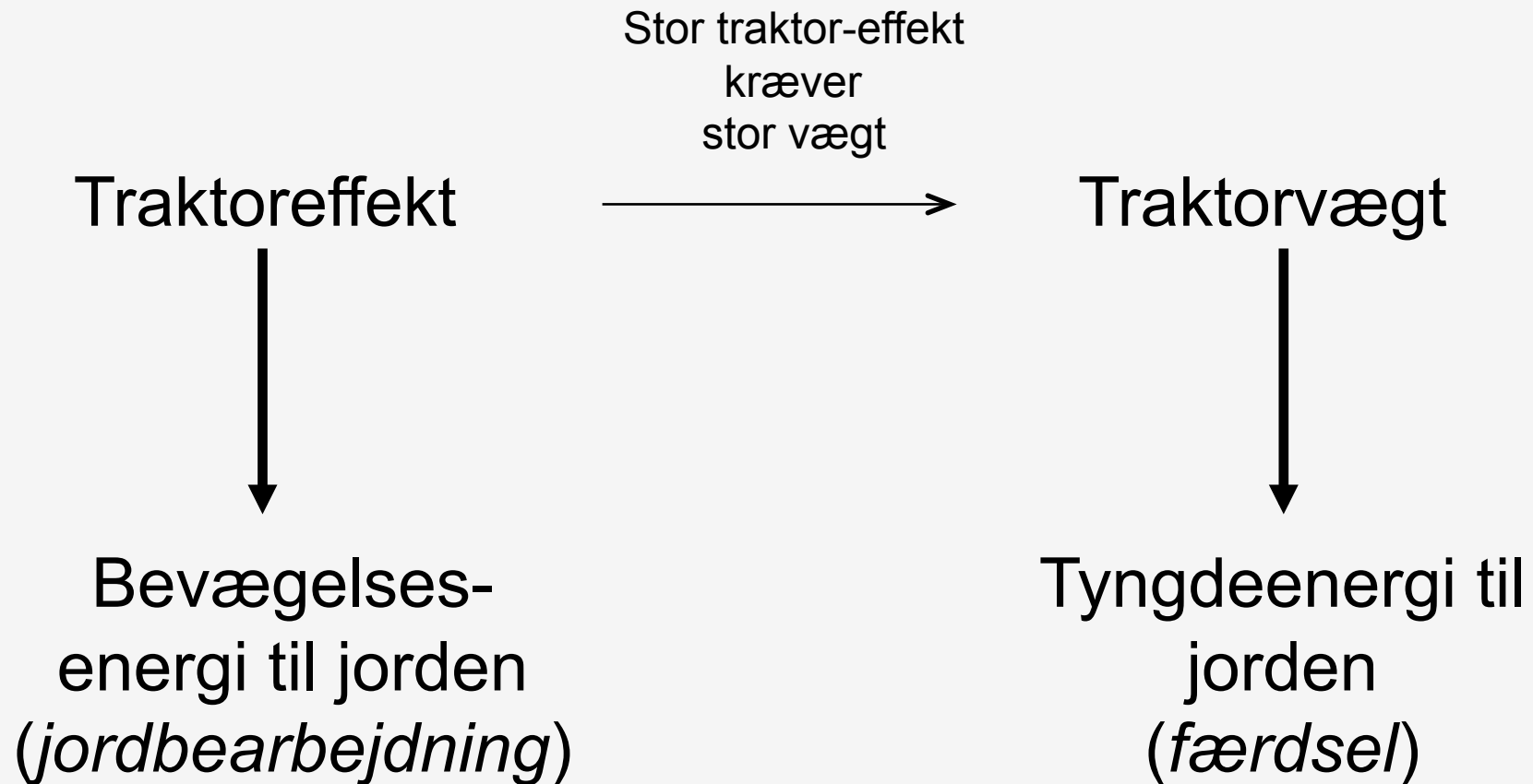
Ca. 0.2 mm



AARHUS
UNIVERSITET

INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

Energipåvirkning af jord





Energiinput
~10 Wh/m³

Trækkræfter

Engelsk undersøgelse:
Pløjning: 78 J/kg
Rotorharvning: 331 J/kg
(Watts et al., 1996)

Energiinput
28-45 Wh/m³

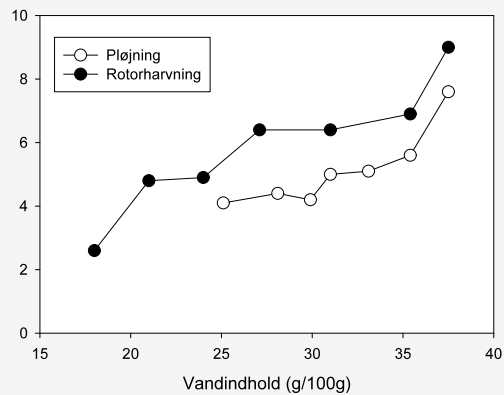
Trykkræfter

Spiess et al. (2000)



Lerdispergering

Effekt af vandindhold og jordbearbejdning



Engelsk jord (Watts et al., 1996)



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



Udbytte-effekt af pakning

Gns. af 3 nye danske forsøg

Gns. af 2 års forsøg

Janne Aalborg Nielsen, Oversigten over Landsforsøgene 2011

Ingen kørsel	61.4
Standard gyllevogn, 3 tons hjullast, 5 efterløbende hjul	-4.6
Standard gyllevogn, 6 tons hjullast, 5 efterløbende hjul	-10.2
Standard gyllevogn, 8 tons hjullast, 4 efterløbende hjul	-10.4
'3-hjulet' gyllevogn, 12 tons hjullast, 1 efterløbende hjul	(-2.2)

Dækbredde 1050 mm, 1.5-2.5 bar dæktryk

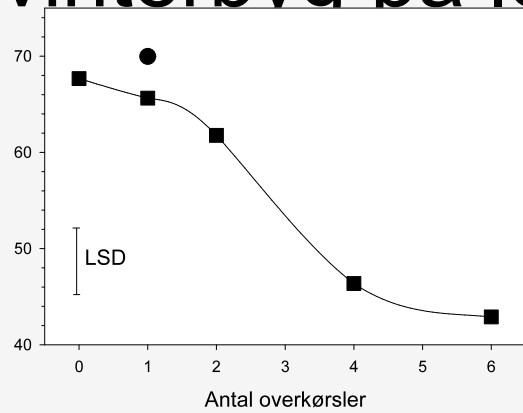
Kun eet forsøgssted



AARHUS
UNIVERSITET

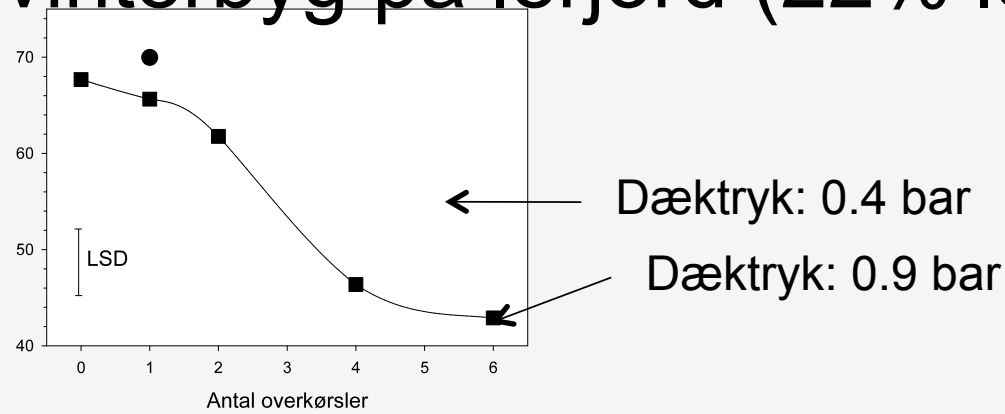
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

Trafik (hjullast ~1 ton) på pløjet jord forud for vinterbyg på lerjord (22% ler, Skotland)



Campbell et al. 1986 (Skotland); gns af 3 års forsøg

Trafik (hjullast ~1 ton) på pløjet jord forud for vinterbyg på lerjord (22% ler, Skotland)



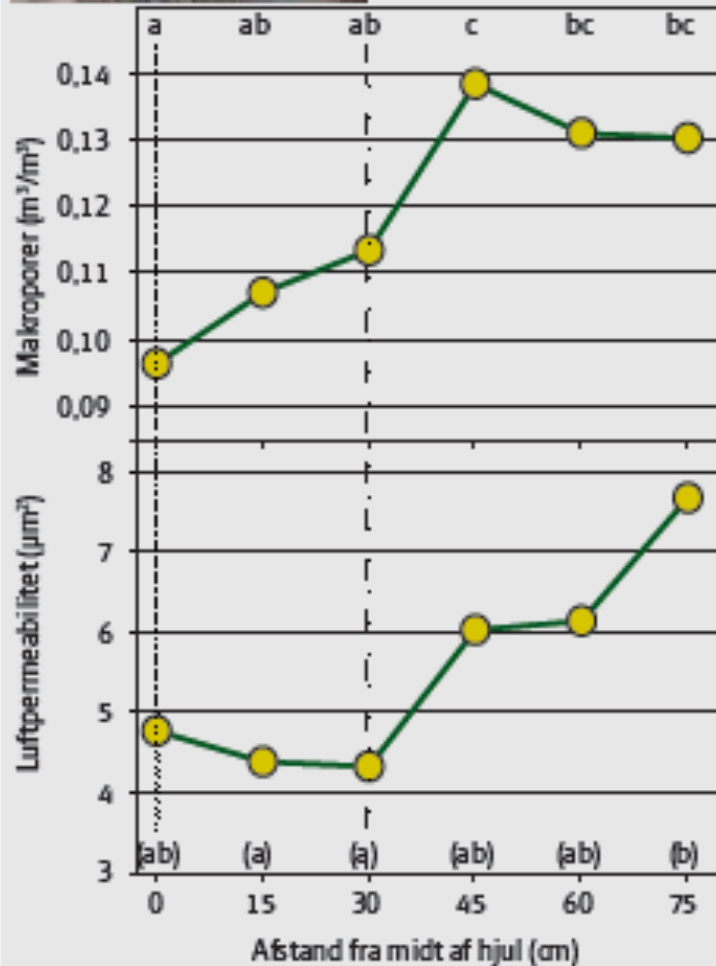
Campbell et al. 1986 (Skotland); gns af 3 års forsøg

Deformation af jorden ved gyllevognskørsel





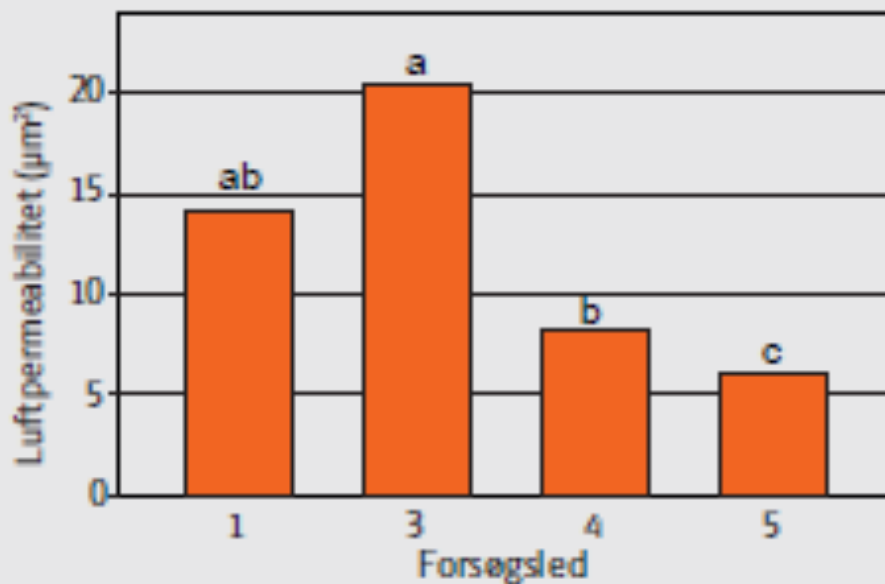
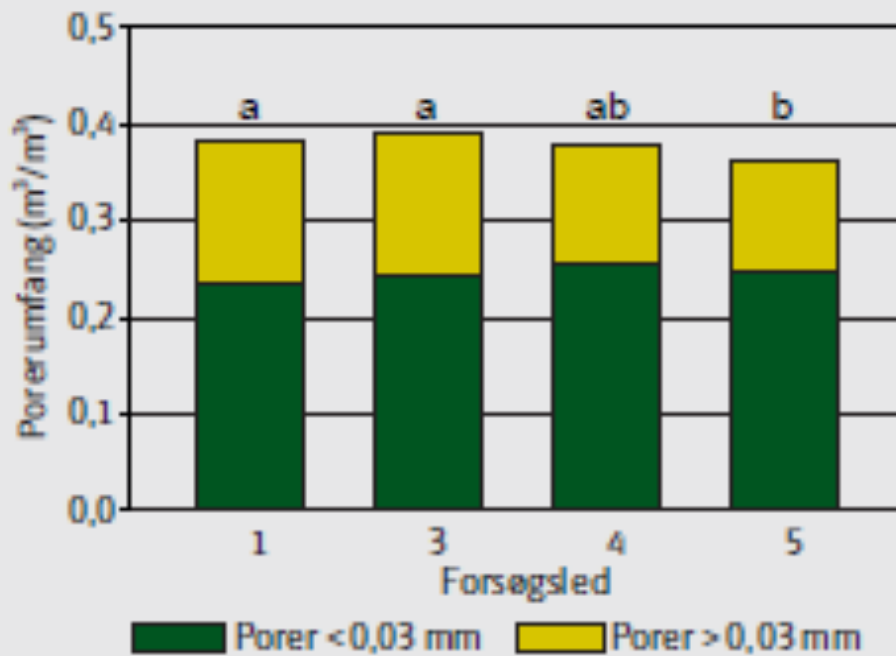
Pakningseffekt på tværs af et hjulspor



Trafik giver både pakning og forskydning af jorden

Nye danske pakningsforsøg, Aarhus Universitet
Oversigten over Landsforsøgene 2011

Hjullasteffekt på jordens porer



Effekt af 2 års pakning på porer og luftledningsevne i 30 cm dybde

Forsøgsled 1: uden trafik

Forsøgsled 3: ~3 tons hjullast

Forsøgsled 4: ~6 tons hjullast

Forsøgsled 5: ~8 tons hjullast

**Det var pløjelag og den øvre underjord,-
hvad med de dybere lag?**



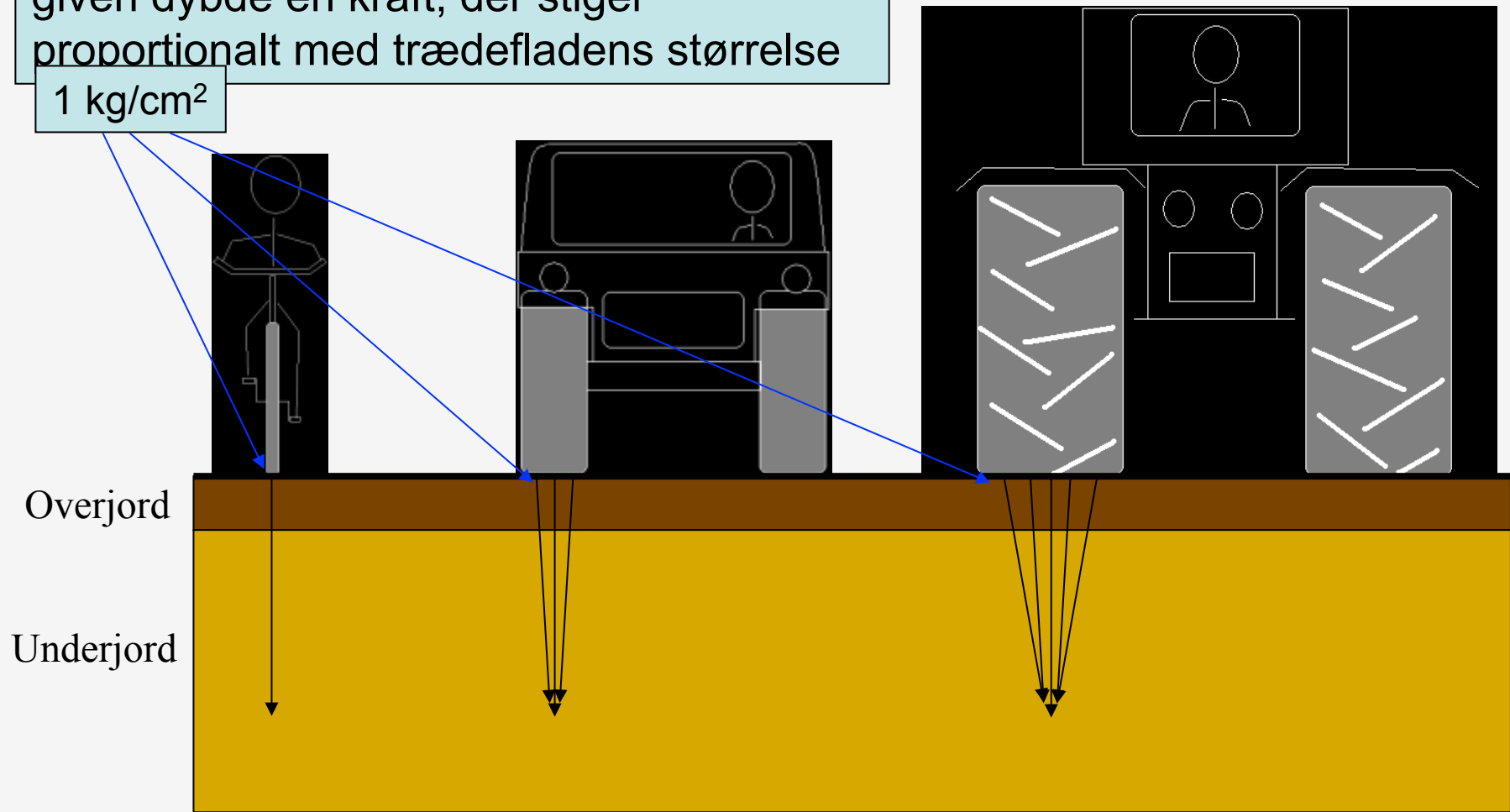
AARHUS
UNIVERSITET

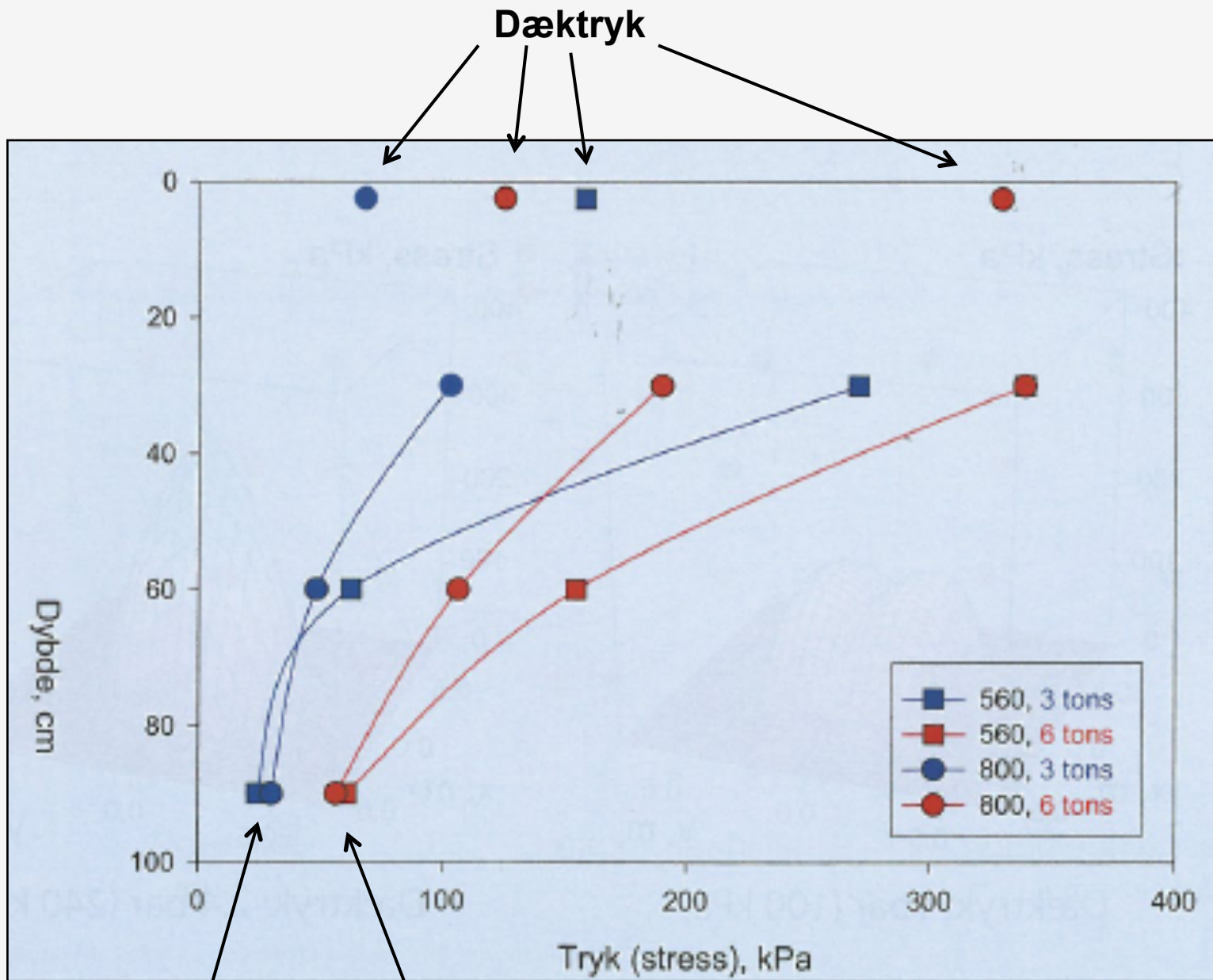
INSTITUT FOR AGROØKOLOGI

Kraften i et punkt i underjorden er summen af en række delkræfter

Hvis trykket i trædefladen er ens, fås i en given dybde en kraft, der stiger proportionalt med trædefladens størrelse

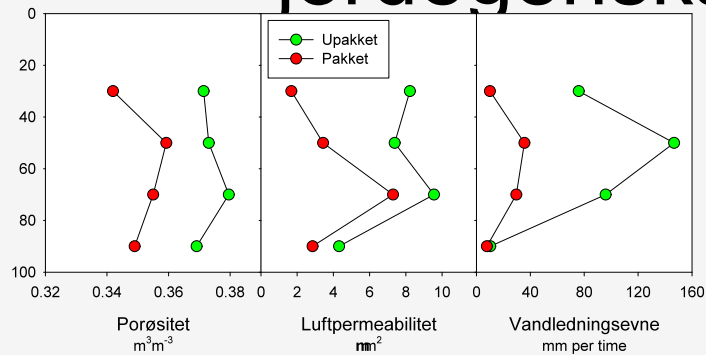
1 kg/cm²



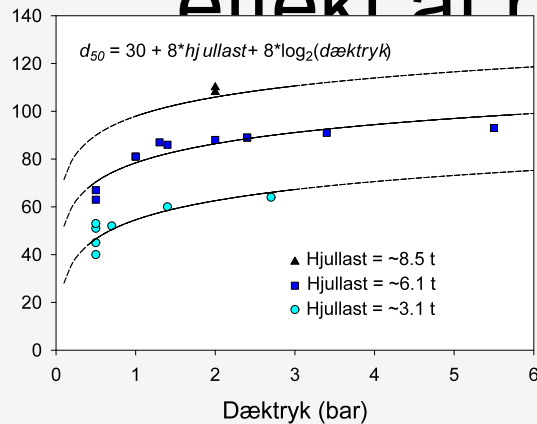


3 tons **6 tons**
Hjullast

Forsøg med selvkørende roeoptager - jordegenskaber 14 år efter pakning



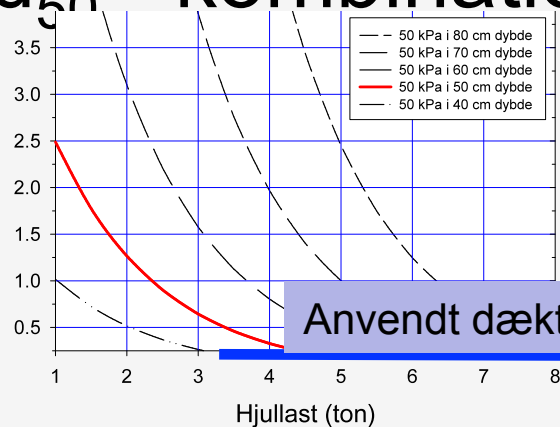
Hvor dybt går 50 kPa trykket – effekt af hjullast og dæktryk



8-8 regelen:

Dybden for maksimal tilrådelig stress (50 kPa) øges med 8 cm for hver ton ekstra hjullast og med 8 cm for hver fordobling af dæktrykket

d_{50} - kombinationer af hjullast og dæktryk



Anvendt dæktryk

$d_{50} \sim 87$ cm

Anbefalet dæktryk

$d_{50} \sim 75$ cm

**Forårsvåd jord: hjullast max 3½ tons
Større last kræver bæltter**

Konklusioner

- **Gode sædskifter giver mere humus end husdyrgødning**
- **Forholdet ler/humus skal være lavere end 6**
- **Pas på rotorharven,- især under våde forhold**
- **Dæktrykket koster udbytte!**
- **Pakning i dybden er stort set permanent**
- **Lavt dæktryk og hjullast max ca. 3½ tons**

Ekstra

Rodvækst gennem pakket 20-40 cm lag (foto fra dansk jord, 'spadeprøven')

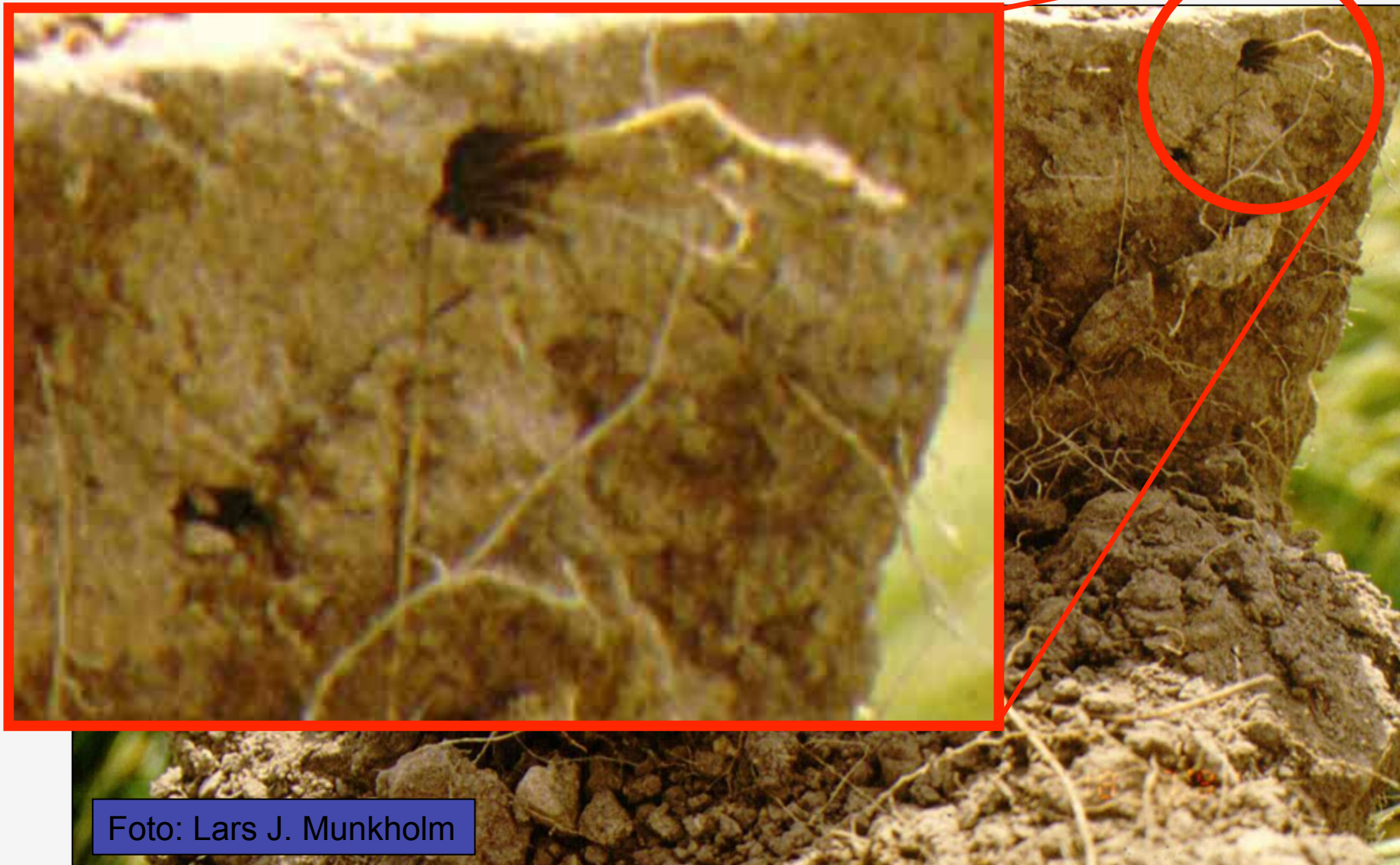


Foto: Lars J. Munkholm