

Bæredygtig trafik i marken

af

seniorforskerne Per Schjønning og Mathieu Lamandé, Aarhus Universitet, Inst. f. Agroøkologi, Foulum, samt specialkonsulent Janne Aalborg Nielsen, Videncenteret for Landbrug

Titlen kan lyde som en vittighed: jorden skal bære trafikken, - den skal være bæredygtig. Men driftsmetoder, der skader jorden vedvarende er ikke bæredygtige. Og nutidens maskiner giver skader. Man kunne også stille spørgsmålet, om man kan tale om "økologisk trafik"? Økologerne har været foregangsmænd/-kvinder hvad angår udfasning af pesticider og mineralsk gødning. Budskabet i denne artikel er, at der ligger en tilsvarende udfordring og venter mht vores trafik i marken.

Hvordan pakkes jorden?

Et af kendetegnene for økologisk dyrkning er bevarelse af jordressourcen. Meget tyder på, at vi i dag skader jorden meget langvarigt om ikke permanent ved de dyrknings-systemer, vi har fået indført. Det er først og fremmest dæktrykket, der bestemmer, om jorden pakkes i overfladen. Derfor har generationer af landmænd noteret, at plantevæksten kan skades i et hjulspor. Både teorien og nye målinger viser, at det til gengæld først og fremmest er vægten, der ligger på hjulet, som bestemmer, hvor store kræfter, der går til stor dybde i jorden. Da maskinernes vægt er steget markant gennem de seneste årtier, er der et problem at forholde sig til.

Hvad er effekten af jordpakning?

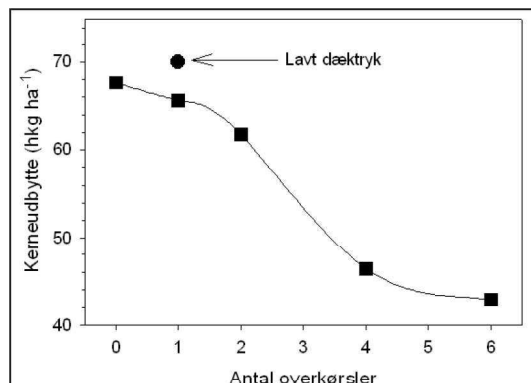
Den biologiske aktivitet, herunder omsætning af organisk gødning samt mængden af planterødder er markant størst øverst i jorden. Det betyder, at pakning af overjorden kan give betydelig nedgang i udbyttet. Norske forsøg har vist, at pakning i økologisk dyrkede marker kan være specielt skadelig pga en nedsat omsætning af husdyrgødning.

En serie af langvarige forsøg beliggende i det nordlige Europa og det nordlige Amerika (USA og Canada) viste, at fire gange overkørsel med hjullaster over 5 tons et enkelt år gav et udbyttetab på gennemsnitligt ca. 3% mange år efter, denne ene pakning fandt sted. Det er udtryk for, at pakning af underjorden også skader afgrøden og at skaden er langvarig.

Pakning har også en række uheldige virkninger på miljøet. En pakket jord har en dårligere evne til at bortlede overskudsnedbør. Det kan give erosion men også såkaldt bypass strømning af vandet i regnormegange. Derved kan fx fosfor blive ført til drænvandet bundet til lerpartikler. Luftsiftet i jorden mindskes også i en pakket jord. Den allerede nævnte hæmning af omsætning af organisk stof kan som bivirkning øge mængden af drivhusgassen lattergas, der forsvinder fra jorden op i atmosfæren. Nye målinger viser, at pakning af jorden under ca. 50 cm dybde er meget langvarig (årtier til århundreder) og absolut bør undgås.

Hvordan passer vi på overjorden (0-50 cm, især pløjelaget)?

Pløjelaget kan faktisk være for løst/porøst for nogle afgrøder. I Sverige er der lavet en del undersøgelser af, hvilken pakningsgrad, forskellige afgrøder foretrækker. Det vil føre for vidt at gå i detaljer om dette her. Men en furepakning eller tromling vil ofte være gavnlige for de fleste afgrøder. Figur 1 viser,



Figur 1. Udbytte i vinterhvede på en sandblandet lerjord i Skotland. Markforsøgets parceller blev overkørt et stigende antal gange med en let traktor (hjullast max ca. 1 ton). De firkantede symboler og linien viser pakningseffekten på udbyttet ved 0,8 bar tryk i baghjulene, mens cirklen (én gang overkørsel) viser resultatet ved en halvering af dæktrykket (0,4 bar). Kilde: Campbell m.fl. (1986).



Billede 1. Korrekt dæktryk i marken medfører, at et dæk 'arbejder' / flader ud. Her et dæk af typen 1050/50 R32 (bredde 105 cm, højde 190 cm). Slangen til navet tillader ændring af dæktryk, når der køres fra vej ind på mark. Foto: Janne Aa. Nielsen.

at en overkørsel af pløjet jord med et hjul med lavt dæktryk faktisk kan øge udbyttet. Overkørsel med et bredt lavtryksdæk kan altså opfylde furepakkingsfunktionen. Fx kan et Michelin Megaxbib 1050/50R32 dæk ved kørsel i marken bære næsten 5 tons ved 0,5 bar og ca. 3,7 tons ved 0,4 bar dæktryk (billede 1). Til gengæld bekræfter figur 1 også, at trafik med højt dæktryk mindsker udbyttet, - især ved flere overkørsler.

Tabel 1 viser to års resultater fra et nyt landssforsøg anlagt på en JB6-jord ved Forskningscenter Årslev på Fyn. Forsøget er egentlig anlagt for at afdække, om der er en

Vidste du at:

Du kan se hvad dæktrykket betyder på: www.soilcompaction.dk, faneblad 'Terranimo', 'Model interface'

langvarig skade af høje hjullaster. Forsøgsparcellerne er blevet overkørt med forskellige maskintyper i foråret 2010, 2011, 2012 og vil blive trafikeret forsøgsmæssigt sidste gang i foråret 2013. Dernæst vil der ikke ske yderligere tung trafik, og udbytterne vil efterfølgende sige mest om, hvorvidt pakning dybere i jorden skader afgrøden. Men indtil videre er udbytteresultaterne mest udtryk for den direkte skade på overjorden af det enkelte års kørsel.

Det fremgår, at brug af en selvkørende Vervaet gyllespreder har givet det mindste udbyttetaf. Dette på trods af, at hjullasten var højest. Vervaet-sprederen er udstyret med meget brede dæk, der tillader et lavt dæktryk på trods af en stor hjullast (billede 2). I 2011 blev der kørt med kun 1,5 bar i dækkene, hvilket er under det af dækfabrikanten anbefalede. Det er sandsynligvis kombinationen af kun én gangs overkørsel (ingen efterløbende hjul i samme spor) og det lave dæktryk, der gør, at skaden på afgrøden er beskeden (tabel 1).

Tabel 1. Effekt på udbyttet af vårbyg på JB6-jord ved én gang årlig overkørsel med gylleudbringningsudstyr enten som traktor efterspændt 3-akslet gyllevogn (3, 6 og 8 tons hjullast) eller som selvkørende trehjulet maskine (12 tons hjullast). Kilde: Janne Aa. Nielsen (2011).

Hjullast ¹ , ton	Antal hjul- overkørs- ler	Dæktryk ³ , bar		Udbytte og merudbytte, hkg		
		2010	2011	2010	2011	Gns. 2010-2011
-	0	-	-	58,0	63,4	60,7
3	5	3,1	3,0	-2,9	-2,4	-2,7
6	5	3,1	3,0	-6,6	-4,9	-5,8
8	4 ²	3,1	3,0	-10,0	-9,0	-9,5
12	1	2,5	1,5	-3,9	-0,5	-2,2
LSD				ns ⁴	2,9	3,1

¹Gyllevogns-hjul og traktor-baghjul,- traktorforhjul havde mindre last

²Forreste hjulpar på gyllevognen var hævet

³Gyllevognens dæktryk, som var højere end trykket i traktorens dæk

⁴ns=ikke statistisk sikkert



Billede 2. 3-hjulet Vervaet selvkørende gyllespreder med 105 cm brede dæk. Konceptet er lovende, hvis hjullasten begrænses. Foto: Janne Aa. Nielsen.

Hvordan passer vi på underjorden (større end 50 cm dybde)?

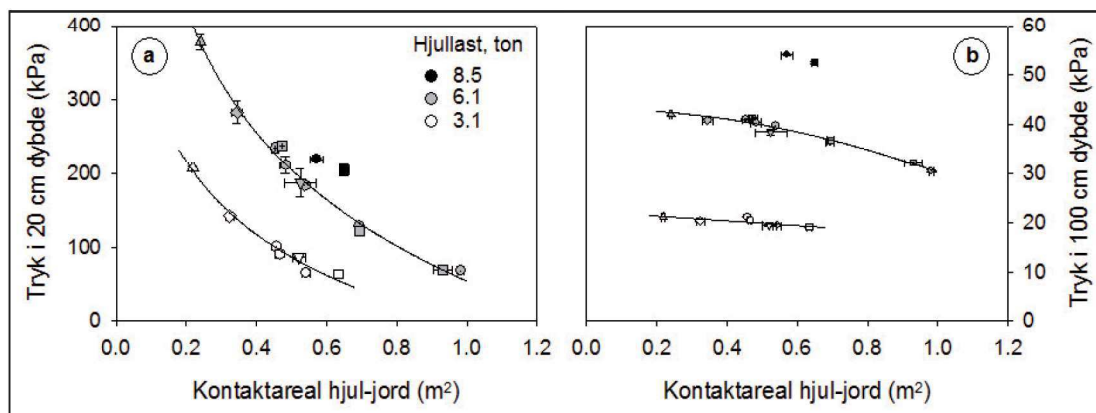
Af det foregående er fremgået, at der er meget, der taler for at bruge gode, brede lavtrykdsdæk. Figur 2 viser resultatet af en stor forsøgsserie gennemført ved Forskningscenter Foulum. Det fremgår, at trykket i jorden påvirkes dels af hjullasten (tre forskellige niveauer bestemt af enten 3,1, 6,1 eller 8,5 tons på hjulet). Men desuden er det tydeligt, at man kan mindske pakningseffekten markant ved at køre med dæk, der

– ved korrekt, lavt dæktryk – giver en stor trædeflade. Effekten af en stor trædeflade er som forventeligt størst for de øvre jordlag (figur 2a), hvor trykket falder meget med forøgelse af trædefladen.

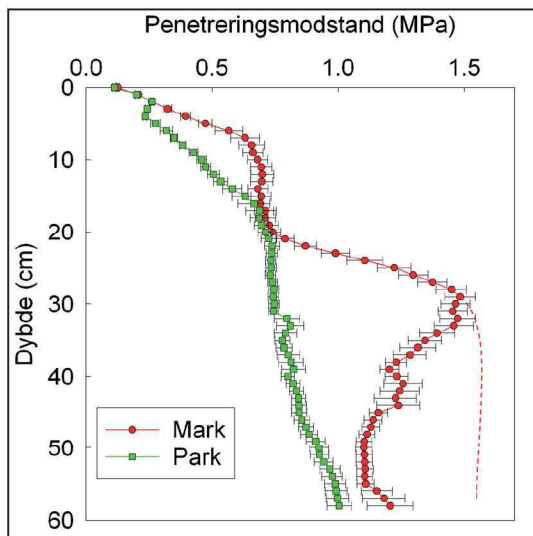
I en meters dybde (figur 2b) er det overvejende hjullasten, der bestemmer, hvor store kræfter, der mærkes fra hjulene (der er større afstand mellem linierne). Det ses dog, at trykket selv i denne dybde mindskes ved stigende trædefladeareal. I forsøgsserien her testede vi trædeflader op til ca. 1 m² (se x-aksen i figuren).

Forestiller vi os, at tendensen med faldende tryk i en meters dybde fortsætter også for endnu større dæk, indikerer vores resultater, at et dæk med fx 1,5 m² trædeflade vil give et tryk på kun ca. 15 kPa (0,15 bar) ved ~6 tons hjullast. Det skal sammenlignes med tryk på over 40 kPa ved ~6 tons hjullast for de mindste dæk i undersøgelsen (figur 2b). En sådan forudsigtelse er absolut usikker, idet vi udtaler os om en situation uden for vores måleområde. Resultatet er dog en indikation af, at brug af rigtig store lavtrykdsdæk formodentlig vil mindske problemet med skade på de dybe jordlag.

Når det så er sagt, er det vigtigt at pointere, at hjullaster på 12 tons – som anvendt i dette forsøg – højst sandsynligt VIL give skade på jorden. En visuel vurdering af jordprofilen i forsøgsleddet med den selvkørende gyllespreder viste, at rodvækst og jordstruktur var påvirket til 120 cm dybde. Vi ved fra en række målinger, at trykket fra



Figur 2. Tryk i jorden i 20 cm dybde (a) og i 100 cm dybde (b) ved overkørsel med forskellige dæk og forskellig hjullast. Kilde: Schjønning m.fl. (2006, 2012)



Figur 3. Modstand mod nedpresning af et stålspyd i jorden om foråret, målt på en mark i omdrift og en nærliggende park ved Barritskov gods.

Kilde: Schjønning m.fl. (2000).

landbrugets maskiner gennem tiden allerede har pakket jorden til 40-50 cm dybde. Ved fortsat brug af meget høje hjullaster, er risikoen, at vi pakker jorden til endnu dybere lag (se den stiplede linje i figur 3).

Kontrolleret trafik

Der er stor interesse for brug af kontrolleret trafik. Dvs med kørsel alene i forud bestemte spor. Dette kan imidlertid ikke betragtes som vejen fremad. Det skyldes dels, at ikke alle arbejdsoperationer kan udføres fra disse spor. Dels fordi dette koncept i sig har en indbygget tendens til endnu tungere maskiner (for at opnå stor arbejdsbredde kræves meget stål og mange hestekræfter, hvilket er lig med stor vægt). Derved vil de spor, man udlægger i marken i løbet af få år komme til at ligge som 'ørken-striber' med alvorlig og permanent skade på de dybe jordlag. Et gammelt ord siger, at en landmand skal aflevere jorden til sin søn, som han modtog den fra sin far. Det vil ikke blive overholdt ved indførsel af kontrolleret trafik.

Afslutning

Økologisk dyrkning indebærer, at jordressourcen ikke må skades af dyrkningsmetoderne. Der ligger en stor udfordring i at forhindre, at der sker pakning af især de dybere jordlag, hvor effekten har vist sig at

være meget langvarig. Den gode nyhed er, at brug af gode, brede lavtryksdæk, gerne kombineret med maskiner med få aksler, kan mindske skaden på pløjelaget og de øvre jordlag markant i forhold til mindre dæk med højt dæktryk og flere efterløbende hjul. Det bør undersøges, hvor høje hjullaster, man kan gå op på med brug af sådanne gode dæk. Med traditionelle dæk op til ca. 80 cm bredde, bør hjullasten – selv ved brug af anbefalet dæktryk – holdes under ca. 4 tons. En anden god nyhed er, at maskiner bygget af kompositmaterialer – og dermed langt lettere end traditionelle maskiner af stål – er under udvikling.

Kilder

Campbell, D.J., Dickson, J.W., Ball, B.C. & Hunter, R. 1986. Controlled seedbed traffic after ploughing or direct drilling under winter wheat barley in Scotland, 1980-1984. *Soil & Tillage Research* 8, 3-28.

Håkansson, I. & Reeder, R.C., 1994. Subsoil compaction by vehicles with high axle load - extent, persistence and crop response. *Soil and Tillage Research* 29, 277-304.

Hansen, S., Maehlum J.E. & Bakken L.R. 1993. N₂O and CH₄ fluxes in soil influenced by fertilization and tractor traffic. *Soil Biol. Biochem.* 25, 621-630.

NDI 2010. Databog for traktor, landbrug og industri. Nordisk Dæk Import A-S, 171pp.

Nielsen, J.Aa. 2011. Jordpakning. Oversigten over Landsforsøgene 2011, 257-259.

Schjønning, P., Lamandé, Keller, T., Pedersen, J. & Stettler, M. 2012. Rules of thumb for minimizing the risk of subsoil compaction. *Soil Use & Management* 28, 378-293.

Schjønning, P., Lamandé, M., Tøgersen, F.A., Pedersen, J. & Hansen, P.O.M., 2006. Minimering af jordpakning – Størrelse og fordeling af stress i trædefladen mellem hjul og jord. DJF-Rapport Markbrug 127, Danmarks JordbrugsForskning, Tjele (kan downloades fra Aarhus Universitets hjemmeside)..

Schjønning, P., Munkholm, L.J., Elmholt, S., Debosz, K., Mikkelsen, G.H. & Trautner, A. 2000. Den danske dyrkningsjords tilstand og kvalitet – konsekvenser af trafik og jordbearbejdning. *Tidsskrift for Landøkonomi* 4/00, 293-300.