

## Langtidseffekter af skadelig jordpakning, simuleret i Daisy

I COMMIT, arbejdsplanke 3, har Københavns Universitet anvendt målinger og resultater fra det langvarige jordpakkingsforsøg i Taastrup til at beregne langtidseffekter (100 år) af skadelig jordpakning i Daisy, med hhv. nuværende og ændret klima. Nedenstående gengives resume af hovedresultaterne i rapporten: "Predicting effects of soil compaction on crop yield and nitrogen dynamics", af Carsten Tilbæk Petersen og Per Abrahamsen, KU.

### Indledning

Resultater fra et 10-årigt markforsøg med studier af eftervirkningsskader af jordpakning på lerjord, hvor der i otte år blev dyrket vårbyg og i to år vinterhvede, er anvendt til at parametrisere jordplante-atmosfære-modellen Daisy, og modellen er derpå brugt til at simulere forventede langtidseffekter af færdsel med tunge maskiner på høstudbytter i vårbyg (med og uden efterafgrøde) samt vinterhvede, på kvælstofhusholdningen og på miljøet.

### Resultater

Målingerne viste tydelige og langvarige pakningseffekter på jorden, og de giver derved grundlag for simuleringsarbejdet. Overkørsel hjul ved hjul med 6 ton hjullast om foråret i årene 2010-2013 gav således ved målinger i 2014 signifikant forøget volumenvægt samt reduceret luftpermeabilitet i underjorden ned til 70 cm dybde, og der var ikke sket nogen målbar ændring af dette i 2017, heller ikke i forsøgsled, hvor der blev anvendt olieræddike som efterafgrøde (2013-2016). Pakningen ændrede de hydrauliske egenskaber og resulterede i, at der i årene 2017-2019 blev målt ringere afdræning af såvel den årligt løsnede overjord som af den fortsat pakkede underjord. Der var tendens til fortsat, om end lille udbyttenedgang som følge af pakning i årene efter pakningens ophør, men effekten var generelt ikke statistisk signifikant i de enkelte år.

### UDBYTTEEFFEKT

Det var muligt at anvende de mange målinger fra forsøget til at parametrisere jorden og vårbygafgrøden og på det grundlag opnå god overensstemmelse mellem målte udbytter og udbytter simuleret ud fra årenes dyrkningsaktiviteter og vejrregistreringer. Det samme var ikke tilfældet for vinterhvede, formentlig fordi datagrundlaget var for sparsomt og specielt. Langtidsberegningerne for vårbyg bygger derfor på en specifik afgrødekalibrering, mens der for vinterhvede er anvendt en erfaringsmæssigt god og relativt ny afgrødekalibrering fra Daisy-biblioteket. Udbyttet begrænses af manglende fotosyntese, vand- eller kvælstofstress. Langtidseffekterne er beregnet for en 100-års periode drevet af to forskellige vejrmonstre, der er repræsentative for hhv. det "nugældende" østdanske klima (registreringer gennemført i perioden 1983-2012) og for et forventet fremtidigt klima i årene 2030-2059.

De gennemsnitligt simulerede effekter af pakning med 6 ton hjullast på tørstofudbyttet i kerner var altid negative, om end relativt små på årsbasis (0,1-0,2 t tørstof/ha/år i det nugældende klima, eller op til 3 pct.). Dette er i god overensstemmelse med måleresultater fra den meget kortere årække i forsøget og beror alene på pakningens påvirkning af jorden.

Der blev heller ikke simuleret meget stor udbyttenedgang som følge af pakning i de 10 pct. af årene, hvor udbyttet var lavest pga. uheldige vejrforhold, om end spændet var større end i gennemsnit (0,0-0,3 t tørstof/ha/år eller op til 5 pct.). Tabet af tørstofudbytte på dårligt drænet jord som følge af pakning var større i det forventede fremtidige klima end i det nugældende (i gennemsnit op til 5 pct.).

De simulerede pakningseffekter var følsomme over for, hvordan rodfordelingen i underjorden blev parametriseret. Effekterne blev markant mere negative ved en ændring fra homogen til heterogen rodfordeling, primært pga. hyppigere forekomst af vandstress. Resultater af simuleringer på data fra 2 blokke i forsøget, ved hhv. 10 og 100 pct. rod homogenitet er gengivet i nedenstående tabel fra rapporten. Tabellen viser, at væksten af vinterhvede er kvælstofbegrænset og at denne effekt øges i pakket jord. For begge afgrøder ser effekten af en ringe rodfordeling ud til at overstige effekten af pakning, specielt for manglende vækstdage på grund af vandstress.

Det er velkendt at jordpakning kan føre til mere uensartet rodfordeling, hvor planterødderne i højere grad samles i makroporerne og derved bliver mindre effektive til at optage vand og næring, men omfanget er ikke velbelyst.

Tabel 1. Tabte produktionsdage pga. vand- og/eller kvælstof stress. Dagene er gennemsnit af 100 års vejrprædiction for to jordtyper, som er dominerende i forsøgets blok 2 og 3 (Block 2 og Block 3), nuværende og fremtidigt klima og tre afgrødetyper, hhv. vårbyg (SB), vårbyg med efterafgrøde (SB + CC) og vinterhvede (WW). Resultatet gengives for ikke pakket jord og jord pakket med 6 ton hjullast, hhv. med 100% og 10% rodhomogenitet. Værdierne for den pakkede jord udtrykker ekstra stressdage i forhold til resultatet af ikke pakket jord.

Crop	No compaction		6 Mg, 100 % root homogeneity		6 Mg, 10 % root homogeneity	
	Water	Nitrogen	Water	Nitrogen	Water	Nitrogen
	Stress days		Extra stress days relative to no compaction			
<i>Block 3, current climate</i>						
SB	0	0	0	1	3	2
SB+CC	0	0	0	1	3	1
WW	0	40	0	7	1	13
<i>Block 2, current climate</i>						
SB	0	3	1	2	5	2
SB+CC	0	3	1	1	5	1
WW	1	62	1	3	5	7
<i>Block 3, near future climate</i>						
SB	1	0	0	1	6	1
SB+CC	1	1	0	1	6	1
WW	0	43	0	7	2	10
<i>Block 2, near future climate</i>						
SB	0	3	2	2	9	0
SB+CC	1	3	2	1	9	0
WW	1	63	1	3	6	6

Simuleringerne viser endvidere, at der i gennemsnit høstes mindre kvælstof (protein) når jorden er pakket (op til 11 kg N/ha/år, svarende til 9 pct.). Pakning af underjorden forventes dermed at resultere i et langvarigt og stabilt tab af kernekvalitet, størst i vårbyg.

### **KLIMAEFFEKT**

Nedgangen i mængden af høstet kvælstof på pakket jord, ender et andet sted, hovedparten som øgede gasformige tab til atmosfæren (op til gennemsnitligt 11 kg N/ha/år svarende til forøgelse på op til 50 pct.). Beregningerne viser ikke i hvilket omfang disse ekstra tab sker i form af uskadeligt N<sub>2</sub> eller som den meget potente drivhusgas N<sub>2</sub>O, fordi sådanne modelberegninger er meget usikre som følge af mangel på eksperimentelle feltundersøgelser. Langvarige effekter af underjordspakning bør snarere opgøres over en årrække end på årsbasis. Effekterne på tørstofudbytte i kerner, på kernekvalitet samt på udledningen af gasformigt kvælstof til atmosfæren vurderes at fortjene størst opmærksomhed.

### **MILJØEFFEKT**

Der var kun mindre effekter på kvælstofudvaskningen til dræn (øgede tab på gennemsnitligt op til 4 kg N/ha/år) og på oplagring af N i jorden (øget oplagring på gennemsnitligt op til 2 kg N/ha/år). Simuleringerne indikerer, at jordens dræningstilstand og planterødders fordeling i pakket underjord kan have væsentlig betydning for effekterne af færdsel med tung trafik. Effekterne af tung trafik på dårligt drænet og derfor pakningsfølsom jord kan være relativt små fordi jorden allerede inden behandlingen er blevet pakket i forbindelse med den almindelige trafik. Det foreslås at samspillet mellem dræningstilstand og jordpakning samt mere omfattende rodundersøgelser bør indgå i fremtidige pakningsstudier. Endvidere bør det undersøges i hvor stort et omfang tabene af lattergas til atmosfæren påvirkes af pakningen.

Link til hele rapporten fra Københavns Universitet: ["Predicting effects of soil compaction on crop yield and nitrogen dynamics"](#)