

Organisk stof og jordstruktur i forsøg med pløjefri dyrkning

Hvordan påvirkes jordens organiske stofpulje, jordstrukturen og regnormeaktiviteten af pløjefri dyrkning. Artiklen opsummerer forsøgsresultater fra Landsforsøgene de seneste år.



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

Promilleafgiftsfonden for landbrug

[Konklusion/resume](#)

[Undersøgelser i 2009](#)

[Hvilke regnorme og hvor mange?](#)

[Undersøgelser i 2011](#)

[Litteratur](#)

2009:

Tre forsøg med og uden pløjning, som har ligget på samme lokaliteter i 9 til 10 år, viser, at

- der er sket en omfordeling af organisk stof ved pløjefri dyrkning med. Der er mere organisk stof i det øvre jordlag ved pløjefri dyrkning end ved pløjning,
- mængden af organisk stof pr. ha i de øverste 20 cm jordlag var den samme uanset jordbearbejdning
- der var en markant formindskelse i jordens porøsitet ved reduceret jordbearbejdning
- jord uden pløjning havde forøget tæthed og større modstand
- mængden af sammenhængende makroporer i jorden ikke var øget ved pløjefri dyrkning
- mange års undladelse af pløjning ikke påvirkede pløjesaalen
- pløjning overordnet set havde en signifikant, positiv effekt på antallet af regnorme
- der var en tendens til færre store regnorm ved pløjning.

2011:

Tre demonstrationsarealer med og uden pløjning i 9 til 13 år viser, at

- der på to ud af tre lokaliteter ikke var signifikant forskel i koncentrationen af organisk stof mellem de forskellige jordlag og behandlinger
- der på den ene lokalitet var et signifikant højere indhold af organisk stof i det øverste bearbejdede jordlag sammenlignet med det underliggende lag
- der ikke for nogen af de tre demonstrationer var signifikante forskelle på den samlede mængde organisk stof i jord, med hhv. pløjning og reduceret jordbearbejdning
- reduceret jordbearbejdning inden for denne tidshorisont kun i ringe grad havde påvirket jorden på disse demonstrationsarealer, både med hensyn til indhold af organisk stof og jordstrukturelle egenskaber.

I et samarbejdsprojekt mellem Videncentret for Landbrug, Aarhus Universitet og en række Landboforeninger blev der i 2009 og 2011 gennemført undersøgelser til belysning af, hvad reduceret jordbearbejdning betyder for indhold af organisk stof, jordstruktur og regnormebestand. Forsøgene blev gennemført i eksisterende markforsøg, hvor hhv. reduceret jordbearbejdning og pløjning havde været praktiseret gennem en årrække.

I de anvendte forsøg var jordtype, sædskifte og håndtering af afgrøderester således identiske for de to jordbearbejdningsstrategier, hvilket giver en stor sikkerhed i bestemmelsen af effekt på jorden.

[Til top](#)

Undersøgelser i 2009

I 2009 blev der foretaget undersøgelser i tre fastliggende forsøg ved hhv. Bygholm Landbrugsskole (JB 6), Forskningscenter Bygholm (JB 6) og Lund (JB 4). På tidspunktet for udtagning af jordprøver havde de sammenlignende forsøg med pløjning og reduceret jordbearbejdning været gennemført i 9-10 år. Se også: [Oversigten 2009, kulturteknik](#)

I tabel 1 ses resultater fra målinger af jordens indhold af organisk stof efter de to forskellige jordbearbejdningsmetoder. I forsøgene blev bearbejdningsdybden i forsøgsleddene uden pløjning målt til cirka 6 cm. I alle tre forsøg var der et signifikant højere indhold af organisk stof i det øvre, bearbejdede lag i forsøgsleddene uden pløjning sammenlignet med det pløjede forsøgsled.

Derimod var indholdet af organisk stof i dybden fra 6 cm og ned til den tidligere pløjedybde (cirka 20 cm) ved pløjefri dyrkning lavere end i både det overliggende jordlag og i den pløjede jord. Når mængden af organisk stof pr. ha blev beregnet for de øverste 20 cm jordlag og korrigeret med hensyn til volumenvægt, var der samlet set ikke forskel i indhold af organisk stof mellem de to bearbejdningsmetoder.

Tabel 1. Jordens indhold af organisk stof i procent og i totale mængder i en jordmasse svarende til vægten af jord ved reduceret jordbearbejdning ned til tidligere pløjedybde (2009).

Lokalitet	Jordlag	Organisk stof, pct. ¹⁾		Organisk stof, ton pr. ha ¹⁾	
		Reduceret	Pløjet	Reduceret	Pløjet
Bygholm Landbrugsskole	Øvre	3,61a ²⁾	3,00b ²⁾	81,7a	81,7a
	Nedre	2,78c ²⁾			
Forskningscenter Bygholm	Øvre	3,32a	2,80b	78,6a	79,8a
	Nedre	2,56c			
Lund	Øvre	3,83a	3,24b	81,4a	85,1a
	Nedre	2,56c			

	Nedre	2,86b			
1) Jordens indhold af organisk stof er angivet dels som målte koncentrationer i de respektive jordlag, dels som ton pr. ha for de øverste 20 cm jord.					
2) Tal, efterfulgt med samme bogstav inden for samme forsøgssted, er ikke statistisk signifikant forskellige. (P = 0,05).					

Tabel 2 viser resultater for jordfysiske parametre for jordlaget i 14 til 18 cm jorddybde, dvs. i pløjet jord og i det lag, der gennem årene ikke havde været bearbejdet ved reduceret jordbearbejdning. På alle tre forsøgssteder var der ved reduceret jordbearbejdning en markant formindskelse i jordens porøsitet. Den forøgede tæthed gav anledning til en mekanisk meget stærkere jord, hvilket blev bekræftet med penetreringsmålinger. En penetreringsmodstand på over 1,5 MPa kan virke begrænsende på rodvæksten, hvilket gør reduceret jordbearbejdning problematisk på en række danske jorde.

Der var tendens til et mindsket rumfang af luftfyldte porer ved begge metoder. Normalt betragtes et luftindhold på over 0,1 m³ pr. m³ at være over den kritiske grænse for iltforsyningen til mikroorganismer og planterødder. En høj luftpermeabilitet og især poreorganisationen, beregnet som luftpermeabilitet divideret med luftfyldt porerumfang, er udtryk for mange sammenhængende store porer. Ofte anføres en forøget sammenhæng mellem jordens makroporer som en positiv gevinst ved overgangen til reduceret bearbejdningsdybde, men det kunne ikke bekræftes ved de aktuelle målinger (Tabel 2). Det skal bemærkes, at de foretagne undersøgelser ikke kan sige noget om for eksempel bortledning af overskudsnedbør, hvor lodrette grovporer i en større skala, end der her er undersøgt, kommer i spil.

Tabel 2. Udvalgte egenskaber ved jordstrukturen i 14 til 18 cm dybde1) (2009).

Lokalitet	Bearbejdning	Vand	Luft	Porøsitet	Luft-permeabilitet	Pore-organisation	Penetreringsmodstand
		m ³ /m ³			μm ²		MPa
Bygholm Landbrugsskole	Pløjet	0,273a ²⁾	0,196a	0,47a	14,6a	75,9a	0,93b
	Reduceret	0,270a	0,160a	0,420b ²⁾	8,9a	56,8a	2,64a
Forskningscenter Bygholm	Pløjet	0,270a	0,189a	0,460a	23,8a	136,8a	0,99b
	Reduceret	0,255a	0,137a	0,392b	15,0a	114,8a	2,71a
Lund	Pløjet	0,268a	0,247a	0,515a	29,6a	121,7a	ikke målt
	Reduceret	0,266a	0,187b	0,452b	9,4a	50,7a	ikke målt

1) Udvalgte egenskaber ved jordstrukturen i 14 til 18 cm jorddybde, målt i laboratoriet efter udtagning af jordprøver ved forårets vandindhold.
En undtagelse er penetreringsmodstanden, der er målt i september ved et ensartet, men lavere vandindhold for begge bearbejdninger.

2) Tal, efterfulgt med samme bogstav inden for samme forsøgssted, er ikke statistisk signifikant forskellige (P = 0,05).

Tabel 3 viser de samme jordegenskaber som i tabel 2, men for jordlaget i 28 til 32 cm dybde. Det anføres af og til, at reduceret jordbearbejdning, der fjerner traktorhjulets tryk fra plovfuren, medfører en udbedning af jordstrukturen for dette lag. Noget sådant kunne dog ikke spores i de her undersøgte forsøg.

Tabel 3. Udvalgte egenskaber ved jordstrukturen i 28 til 32 cm dybde1) (2009).

Lokalitet	Bearbejdning	Vand	Luft	Porøsitet	Luft-permeabilitet	Pore-organisation	Penetreringsmodstand
		m ³ /m ³			μm ²		MPa
Bygholm Landbrugsskole	Pløjet	0,262	0,168	0,431	6,8	41,4	2,42
	Reduceret	0,269	0,159	0,428	10,8	68,8	2,41
Forskningscenter Bygholm	Pløjet	0,267	0,143	0,410	21,2	159,4	2,37
	Reduceret	0,257	0,141	0,398	18,5	141,7	2,73
Lund	Pløjet	0,281	0,181	0,462	14,6	83,2	ikke målt
	Reduceret	0,260	0,184	0,444	26,2	146,5	ikke målt

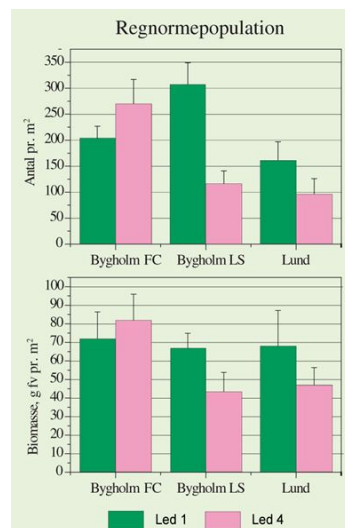
1) Udvalgte egenskaber ved jordstrukturen i 28 til 32 cm jorddybde målt i laboratoriet efter udtagning af jordprøver ved forårets vandindhold.
En undtagelse er penetreringsmodstanden, der er målt i september ved et ensartet, men lavere vandindhold for begge bearbejdninger.
For ingen af de anførte egenskaber har der været statistisk signifikant forskel (P = 0,05) mellem jordbearbejdningerne.

[Til top](#)

Hvilke regnorme og hvor mange?

I 2009 undersøgte man, i de samme tre forsøg, også mængden af regnorme. De to forskellige jordbearbejdningsmetoder havde signifikant betydning på det samlede antal regnorme på de tre lokaliteter, men ikke for den samlede regnormebiomasse. Ligeledes havde regnormene ikke reageret ens på jordbearbejdningsmetoderne på de tre lokaliteter. Pløjning hæmmede antallet af regnorme i forsøget på Forskningscenter Bygholm, mens det modsatte gjorde sig gældende på de to andre lokaliteter. Se figur 1. Overordnet set havde pløjning dog haft en signifikant positiv effekt på antallet af regnorme (224 mod 161 pr. m² i de øverligt bearbejdede parceller).

Mange undersøgelser har vist, at arter som stor regnorm (*L. terrestris*), der etablerer og bebor et permanent, lodret gående gangsystem, som regel bliver negativt påvirket af pløjning og anden dybtgående, mekanisk forstyrrelse af jorden. Forsøgene i 2009 viste samme tendens, idet der var væsentligt færre og mindre biomasse af stor regnorm i de pløjede parceller (forsøgsled 1) end i de mere øverligt bearbejdede parceller (forsøgsled 4). De øvrige arter, som ikke er afhængige af permanente gangsystemer, og som fortrinsvis findes i de øverste 10 til 20 cm af jorden, havde tilsyneladende haft bedre betingelser i de pløjede parceller.



Figur 1. Gennemsnitligt antal (øverste del) og biomasse (nederste del) af regnorme i pløjede parceller (forsøgsled 1) og reduceret jordbearbejdning (forsøgsled 4) i 2009. I hvert forsøgsled var der udtaget 5 jordprøver (25 gange 25 cm) til 30 cm dybde. Jordprøverne blev håndsorteret i marken, hvorefter regnormene blev artsbestemt og vejet (friskvægt) i laboratoriet. På figuren er standardafvigelsen markeret med lodrette streger.

[Til top](#)

Undersøgelser i 2011

I 2011 blev der igen gennemført undersøgelser i fastliggende demonstrationsarealer med og uden pløjning. Demonstrationerne (kaldes demonstrationer da der kun er 3 gentagelser) der blev anvendt, var beliggende ved Vipperød (JB 6), Aulum (JB 3) og Jerslev (JB 7). Demonstrationerne i Aulum og Vipperød omfattede desuden et led, hvor der pløjes hvert andet år. Alderen på forsøgene var hhv. 9, 10 og 13 år. Se også [Oversigten 2011](#).

I tabel 4 ses de målte jordbearbejdningsdybder samt det procentvise indhold af organisk stof i de forskellige lag. Det fremgår, at der for Aulum og Jerslev ikke var signifikant forskel i koncentrationen af organisk stof mellem de forskellige jordlag og behandlinger. I Vipperød var der signifikant højere indhold af organisk stof i det øverste bearbejdede jordlag sammenlignet med det underliggende lag. Ligeledes var der ved Vipperød signifikant forskel mellem koncentrationen i pløjet jord og koncentrationen i de to lag med reduceret jordbearbejdning.

Af tabel 4 fremgår, at mængden af organisk stof beregnet for de øverste 20 cm og korrigeret med hensyn til volumenvægt i Aulum og Jerslev var af samme størrelse uanset jordbearbejdning. For Vipperød var der tale om større forskelle mellem de tre jordbearbejdningsmetoder, men på grund af store variationer på denne lokalitet var forskellene ikke signifikante. De forskellige jordbearbejdningsmetoder havde således ikke i nogen af de tre demonstrationer medført signifikante forskelle på den samlede mængde organisk stof.

Tabel 4. Jordens indhold af organisk stof i procent og i totale mængder i en jordmasse svarende til vægten af jord ved reduceret jordbearbejdning ned til tidligere pløjedybde (2011).

Lokalitet	Harvedybde i reduceret, cm	Pløje-dybde, cm	Jordlag	Organisk stof, pct.			Organisk stof, ton pr. ha		
				Reduceret jord-bearbejdning	Pløjet hvert år	Pløjet hvert andet år	Reduceret jord-bearbejdning	Pløjet hvert år	Pløjet hvert andet år
Vipperød	8	23	Øvre	3,14a ¹⁾	2,34c	2,60bc	93,5a	78,5a	87,2a
			Nedre	2,64b					
Aulum	8	21	Øvre	6,56a	6,45a	5,63a	172,2a	172,9a	151,2a
			Nedre	6,36a					
Jerslev	7	24	Øvre	6,68a	5,88a	-	175,9a	170,4a	-
			Nedre	5,96a					

¹⁾ Tal efterfulgt af samme bogstav og fra samme lokalitet er ikke statistisk forskellige (P = 0,05).

Tabel 5 viser en række egenskaber ved jordstrukturen for jordlaget i 14 til 18 cm jorddybde. På alle tre demonstrationsarealer blev der målt den laveste porøsitet i jorden efter reduceret jordbearbejdning, men forskellen var kun signifikant ved Jerslev. I Aulum blev der fundet den signifikant højeste porøsitet ved pløjning hvert andet år, hvilket passer med, at der ved Aulum var pløjet efteråret forud for udtagningerne. Forårets vandindhold (Aulum) og jordens vandholdende evne ved afdræning til pF2 i laboratoriet (Vipperød og Jerslev) var ikke måleligt påvirket af behandlingerne.

Af tabel 5 fremgår desuden, at der for de to mest lerholdige jorde, Vipperød og Jerslev ikke blev målt signifikante forskelle i luftpermeabilitet og pore-organisation. For den grovsandede jord ved Aulum blev der målt højest permeabilitet og pore-organisation i den pløjede jord. For denne jordtype uden megen struktur er det dog stort set alene rumfanget af grovporer, der bestemmer permeabiliteten.

Tabel 5. Udvalgte egenskaber ved jordstrukturen i 14 til 18 cm dybde¹⁾ (2011).

Lokalitet	Jord-bearbejdning	Pløjning året forud for udtagning	Vand	Luft	Porøsitet	Luftpermeabilitet	Pore-organisation
			m ³ /m ³			μm ²	
Vipperød	Pløjet hvert år	Ja	0,288a ²⁾	0,112a	0,400a	3,2a	34,9a
	Reduceret	Nej	0,287a	0,105a	0,393a	4,5a	47,6a

	Pløjet hvert andet år	Nej	0,295a	0,100a	0,395a	-	-
Aulum	Pløjet hvert år	Ja	0,323a	0,193b	0,516b	8,6a	45,4a
	Reduceret	Nej	0,311a	0,165b	0,477b	4,0b	24,4b
	Pløjet hvert andet år	Ja	0,300a	0,267a	0,567a	-	-
Jerslev	Pløjet hvert år	Ja	0,363a	0,183a	0,545a	4,7a	31,7a
	Reduceret	Nej	0,367a	0,127a	0,494b	9,1a	72,3a
1) Målt i laboratoriet ved forårets vandindhold (Aulum) eller efter indstilling til pF2 (Jerslev, Vipperød).							
2) Tal efterfulgt af samme bogstav og fra samme lokalitet er ikke statistisk forskellige (P = 0,05).							

Tabel 6 viser resultater fra jordlaget 28 til 32 cm. Det fremgår, at 9 til 13 års forskellig jordbearbejdning ikke havde givet sikre påvirkninger af strukturforholdene i pløjesålen for Vipperød og Jerslev. Ved Aulum var både luftpermeabiliteten og poreorganisationen øget signifikant. Betydningen er dog ikke så stor på denne jordtype, som den ville være på de mere lerholdige jorde.

Tabel 6. Udvalgte egenskaber ved jordstrukturen i 28 til 32 cm dybde1) (2011).

Lokalitet	Jord-bearbejdning	Vand	Luft	Porøsitet	Luftpermeabilitet	Pore-organisation
		m ³ /m ³			µm ²	
Vipperød	Pløjet hvert år	0,292a ²⁾	0,078a	0,370a	3,5a	52,6a
	Reduceret	0,277a	0,095a	0,372a	4,2a	48,1a
	Pløjet hvert andet år	0,272a	0,108a	0,379a	-	-
Aulum	Pløjet hvert år	0,289a	0,182a	0,472a	4,1b	22,5b
	Reduceret	0,285a	0,198a	0,483a	8,8a	46,1a
	Pløjet hvert andet år	0,297a	0,173a	0,470a	-	-
Jerslev	Pløjet hvert år	0,377a	0,100a	0,477a	2,4a	36,5a
	Reduceret	0,348a	0,118a	0,466a	4,1a	25,0a
1) Målt i laboratoriet ved forårets vandindhold (Aulum) eller efter indstilling til pF2 (Jerslev, Vipperød).						
2) Tal efterfulgt af samme bogstav og fra samme lokalitet er ikke statistisk forskellige (P = 0,05).						

[Til top](#)

Litteratur:

Oversigt over Landsforsøgene 2009, s. 262-268.

Seniorforsker Per Schjønning¹⁾, professor Martin Holmstrup²⁾ og forskningskoordinator Ole Green¹⁾, Aarhus Universitet, 1) Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF) og 2) Danmarks Miljøundersøgelser (DMU).

Oversigt over Landsforsøgene 2011, s. 254-256.

Seniorforskere Ingrid K. Thomsen og Per Schjønning, Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi.

[Til top](#)