

OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2019

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
LANDBRUG & FØDEVARER, PLANTEPRODUKTION
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Froafgiftsfonden

Fonden for **økologisk landbrug**

Innovationsfonden

Kartoffelafgiftsfonden



The project has received funding
from the European Union's Horizon
2020 research and innovation
programme under agreement No.
727284



TABEL 4. Relative udbytter i jordpakkingsforsøgene for 2010-2019 og 2014-2019.

Vinterhvede og vårbyg	Fht. udbytte 2010-2019		Fht. udbytte 2014-2019, effekt af efterafgrøde			
	Taastrup	Flakkebjerg	Taastrup		Flakkebjerg	
	Uden olieræddike	Uden olieræddike	Uden olieræddike	Med olieræddike	Uden olieræddike	Med olieræddike
1. Ingen kørsel	100	100	100	105	100	101
2. 8 t hjullast, 1. år	99	99	101	104	102	106
3. 3 t hjullast, 3 år	96	98	100	105	100	100
4. 6 t hjullast, 3 år	92	89	98	100	95	97
5. 8 t hjullast, 3 år		88			96	94

Som gennemsnit af årene 2010-2018 er der i Årslev registreret et udbyttetab på henholdsvis 4 og 6 procent årligt ved kørsel med 6 og 8 ton hjullast i 2010-2013, mens en enkelt overkørsel med 12 ton, 3 ton hjullast og overkørsel et enkelt år med 8 ton hjullast ikke har givet et gennemsnitligt udbyttetab (led 2, 3 og 6: fremgår ikke af tabellen). Der var signifikant merudbytte af efterafgrøden i 2014 og 2015 og et signifikant tab i 2017 og 2018.

Effekter på jord og afgrøde i Taastrup

> **LEKTOR CARSTEN PETERSEN,**
 INSTITUT FOR PLANTE- OG MILJØVIDENSKAB, KU,
PROFESSOR LARS J. MUNKHOLM, AU OG
POSTDOC MANSONIA PULIDO-MONCADA,
 INSTITUT FOR AGROØKOLOGI, AU

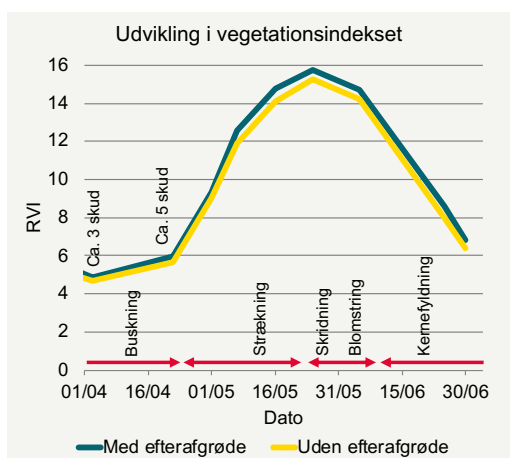
For at få en bedre forståelse af planters og jords reaktion på jordpakning med tunge køretøjer i årene efter pakkningens ophør er det nødvendigt at undersøge eftervirkningen gennem en årrække, fordi strukturen af den pakkede jord under pløjelaget kan ændre sig, og fordi effekterne på planter forventes at være vejrafhængige. Forsøgsarealet er ikke behandlet med tunge køretøjer efter 2013.

Forsøgsdesign og forsøgsbehandlinger er beskrevet i foranstående afsnit.

Den 21. september 2018 er der pløjet i ca. 25 cm dybde, og sået vinterhvede efter rotorharvning.

Plantevækst og jordvand

Væksten begynder sidst i marts, og plantebestanden vurderes da at være jævn og passende tæt. Relativt vegetationsindeks er målt med afgrødeskanner ni gange under gode betingelser i perioden fra 3. april til 30. juni.



FIGUR 7. Relativt vegetationsindeks (RVI, gennemsnitsværdier for alle pakkingsniveauer hhv. med og uden olieræddike) samt indikation af udviklingsforløb. Hvert enkelt målepunkt er baseret på 128 observationer dækkende hver ca. 1 m², og de små effekter som tilskrives efterafgrøden er ved alle målinger statistisk sikre. Med det anvendte måleudstyr er RVI ca. 1,52 for en bar og tør jordoverflade efter såbedsharvning og ca. 2,4 for en helt moden og tæt kornafgrøde.

Der er ikke på noget tidspunkt i vækstsæsonen fundet statistisk sikre effekter af behandlingerne på RVI. Derimod måles gennem hele perioden små, men sikre, positive effekter af efterafgrøden (se figur 7). Der er altså gennemgående lidt mere grøn top, hvor der i årene 2013-16 har været en efterafgrøde, som er tilført ekstra 30 kg N pr. ha ved såning. Næsten tilsvarende resultater er opnået i 2017 og 2018. Det er overraskende, at man kan måle en sikker eftervirkning af efterafgrøden så længe efter dyrkningen. Kun ved måling under kernefyldningen sidst i juni er effekten så tydelig, at den også kan erkendes rent visuelt.

Efter 1. maj er efterafgrødens positive effekt på RVI særligt høj i det upakkede forsøgsled. Dette ses af en statistisk sikker vekselvirkning mellem pakkingsbehandlinger og efterafgrøden. RVI-indekset når et maksimum på ca. 15,7. Dette er næsten dobbelt så højt som maksimumværdien i tørkeåret 2018.

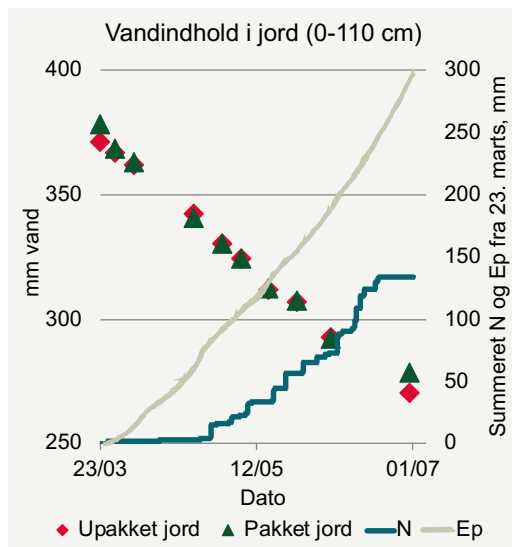
RVI-målingerne afspejles i nogen grad i høstudbytterne (tabel 3). Der er i lighed med 2017 og 2018 ingen sikker eftervirkning af jordpakning på kerneudbyttet. Der er tendens til lidt højere udbytte, hvor der i 2013-16 har været en efterafgrøde, men effekten er ikke statistisk sikker, selvom der måles sikkert udslag på RVI gennem hele

sæsonen. Endvidere er der tendens til vekselvirkning med størst positiv eftervirkningseffekt af efterafgrøden i det upakkede forsøgsled. I overensstemmelse med resultater fra tidligere år, men i modstrid med de oprindelige forventninger, er det altså ikke særligt fordelagtigt at have efterafgrøden i de pakkede forsøgsled, i 2019 er det snarere omvendt. Gennemsnitsudbyttet på 95,2 hkg kerne pr. ha ligger i normalområdet, og er 35 procent højere end i tørkeåret 2018.

Det kan forventes, at forsøgsbehandlingerne har indflydelse på jordens vandindhold og på planternes vandoptagelse til fordampning. Jordprofilens vandindhold er målt i 8 dybder i alle forsøgspaceller uden tung trafik samt i alle parceller pakket med 6 ton hjullast, og vandindholdet er opsummeret for hele dybdeintervallet 0-110 cm. Profilens gennemsnitlige vandindhold er vist selvstændigt for pakkede og upakkede parceller (se figur 8). Vandindholdet falder gennem hele perioden. Det sker hovedsageligt som følge af vandforbrug til fordampning, men specielt lige i starten kan der også forekomme nogen afdræning til dybere jordlag.

Effekterne af jordpakning på profilens samlede vandindhold er generelt små og usikre, men der er tendens til lidt højere gennemsnitligt vandindhold i pakket jord ved periodens start og slutning. Den 23. marts måles nogle få procent højere vandindhold (ringere afdræning) i pakkede parceller end i upakkede parceller i dybderne 10, 20, 30 og 40 cm (ikke vist). Også i 2017 og 2018 blev der fundet ringere afdræning af pakket jord i pløjelaget og lige under pløjelaget, men pakningseffekten afhænger meget af, hvornår der måles, set i forhold til grundvandsstand og periodens nedbør. De målte tendenser til ringere afdræning i de pakkede parceller stemmer overens med andre jordfysiske målinger (Oversigten over Landsforsøgene 2018, side 250-251). Med gennemsnitligt ca. 275 mm vand i jorden ned til 110 cm dybde er vandindholdet sidst i juni ca. 63 mm højere i 2019 end i tørkeåret 2018.

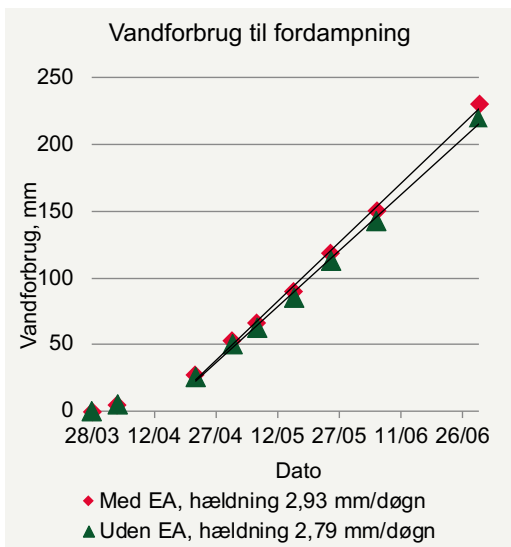
Der er kun registreret 1,7 mm regn mellem 23. og 28. marts, hvorefter der følger en længere periode med tørvejr (figur 8). Nogen væsentlig afdræning efter 28. marts er usandsynlig, og vandindholdet målt denne dag bruges derfor som reference ved beregning af vandforbrug til fordampning hentet fra vegetationen og i 0-110 cm jordlag (se figur 9).



FIGUR 8. Gennemsnitligt vandindhold i jordlaget 0-110 cm målt 10 gange i perioden 23. marts - 30. juni samt opsummeret nedbør (N) og potentiel fordampning (Ep) i perioden fra 23. marts. Hvert målepunkt er baseret på vandindholdsmålinger i 8 dybder på 16 lokaliteter ligeligt fordelt på forsøgspaceller med og uden efterafgrøde gennemført hhv. i upakket jord og i jord pakket med 6 ton hjullast.

På god jord anses dybdeintervallet 0-110 cm normalt for at svare nogenlunde til hvedens rodzone, selvom det er velkendt, at der ofte sker nogen optagelse af vand og næringsstoffer fra jorden under 110 cm. Vandforbruget bestemmes som nedgang i profilens vandindhold efter 28. marts plus periodens nedbør (se figur 9), og fordampningshastigheder findes som kurvehældninger i figuren. Vandforbruget er opgjort separat for parceller med og uden forudgående efterafgrøde. Forbrugshastigheden er lavest ved ufuldstændigt plantedække sidst i marts og begyndelsen af april. I en periode på 69 døgn med højt plantedække fra 22. april til 30. juni (se figur 7) er hastigheden stort set konstant, og den gennemsnitlige fordampning fra laget bestemmes til henholdsvis 2,9 og 2,8 mm pr. døgn for parceller med og uden forudgående efterafgrøde (se figur 9). Forskellen er ikke statistisk sikker, men tendensen til lidt højere fordampning, hvor der har været en efterafgrøde, kan bero på lidt større mængder af grøn top, og resultatet harmonerer også med tendensen til lidt højere udbytte.

I gennemsnit for alle parceller i perioden er den målte fordampning 2,9 mm pr. døgn. Denne værdi kan sammenlignes med periodens gennemsnitlige potentielle



FIGUR 9. Opsumeret gennemsnitligt vandforbrug til fordampning fra jordlaget 0-110 cm i perioden 28. marts - 30. juni. Vandforbruget er beregnet som periodens nedbør plus nedgang i jordens vandindhold. Hvert målepunkt baseres på vandindholdsmålinger gennemført i 8 dybder og på 16 lokaliteter i forsøgsled hhv. med og uden efterafgrøde (EA). Efter den 22. april er det gennemsnitlige vandforbrug angivet som konstante kurvehældninger.

fordampning (Ep; se også figur 8) på 3,4 mm pr. døgn. Ep er den maksimale fordampning fra kortklippet græs beregnet ud fra vejrobservationer efter Penmans metode. Sammenligningen viser, at hveden i perioden må hente ca. $(3,4-2,9)/3,4 = 15$ pct. af den samlede vandmængde

Årets målinger af plantevækst og jordvand i pakningsforsøget viser sammenfattende:

- > Tendens til ringere afdræning i pakket jord.
- > Fortsat ingen eftervirkningseffekt af jordpakning på hverken topmængde eller kerneudbytte
- > Lille, men sikker positiv eftervirkning af olieræddike på RVI. Effekten er størst i det upakkede forsøgsled
- > Mens hveden bruger meget vand midt i sæsonen hentes ca. 85 procent af den potentielle fordampning i området over 110 cm jorddybde. Dette resultat påvirkes ikke af forsøgsbehandlingerne

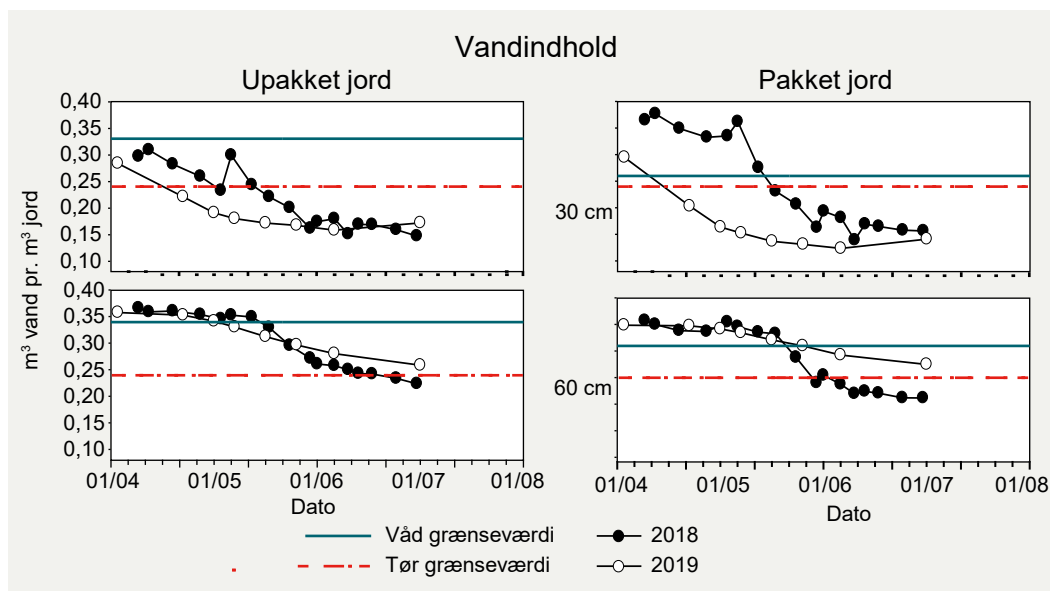
til fordampning fra jordlag under 110 cm dybde, hvis den har samme vandforbrug som kortklippet og velvandet græs. Det forventes, at hvedens vandforbrug i perioden er noget højere end den potentielle fordampning, hvorfor vandoptagelsen fra dybe jordlag er tilsvarende højere end 15 procent. Uanset forsøgsbehandlingerne henter hveden altså i 2019 betydelige vandmængder fra jorden under 110 cm dybde, uden at tømme vandlageret i 0-110 cm dybde. Vandoptagelse fra jorden under 110 cm kan være delvist baseret på dyb rodudvikling og delvist på kapillær vandhævning til området over 110 cm.

Ændringer i vandindhold set i forhold til kritiske grænseværdier for rodvækst i 2018 og 2019.

Røddernes vækst kan begrænses af mangel på ilt under våde forhold og af mangel på vand eller for hård jord under tørre forhold. På basis af jordfysiske målinger på prøver udtaget i 2017 (Oversigt over Landsforsøgene 2018 s. 250-251) er der beregnet kritiske grænseværdier i vandindhold i forhold til rodvækst. Den våde grænse er fastlagt som vandindholdet ved kritisk diffusion af ilt i jord (vandlidende forhold), og den tørre grænse er fastsat ved vandindholdet, hvor det mest plantetilgængelige vand er brugt, det vil sige, hvor alvorlig tørkestress begynder (Pulido-Moncada og Munkholm, 2019: Limiting water range: A case study for compacted subsoils. Soil Sci. Soc. of Am. Journ. 83, 982-992).

Ved at sammenholde de målte vandindhold i dyrknings-sæsonen med grænseværdierne kan det fastlægges, hvornår planterne har været i risiko for stress som følge af for meget eller for lidt vand. Figur 10 viser resultater fra tørkeåret 2018 og det mere almindelige år 2019, hvor der i begge år blev dyrket vinterhvede.

Der er væsentlig større forskel mellem grænseværdierne for upakket end for pakket jord – og særligt i 30 cm dybde, hvor pakningseffekten er størst. Det betyder, at der er større risiko for, at den pakkede jord er enten for våd eller for tør til optimal rodvækst. For tørkeåret 2018 bemærkes, at jorden i starten af foråret var meget våd i både 30 og 60 cm dybde. Den pakkede jord var vådere end grænseværdien for vandlidende forhold i begge dybder, mens det kun var tilfældet i 60 cm dybde i upakket jord. Da tørken satte ind i maj måned, skiftede vandindholdet hurtigt fra at være for højt (vandlidende forhold) til at være for lavt (tørkestress) i både 30 og 60 cm dybde. Der var således kun nogle få dage med optimale betingelser i både pakket og upakket jord. Årsagen



FIGUR 10. Ændring i vandindhold i løbet af vækstsæsonerne 2018 og 2019 set i forhold til kritiske våde og tørre grænseværdier for rodvækst.

til det lave udbytte i 2018 er utvivlsomt især tørken, men ikke alene. Den forudgående periode fra etablering til tidligt forår med sen såning og meget våde forhold har formentlig også bidraget betydeligt til det svigtende udbytte.

I 2019 har rodvækstbetingelserne været bedre igennem hele vækstsæsonen. Jorden har været mere tør i 30 cm dybde i det tidlige forår, det vil sige med mindre risiko for vandlidende forhold, og den udtørrede ikke til under den tørre grænseværdi i 60 cm dybde i løbet af vækstsæsonen. Betingelserne for rodvækst har generelt set været bedre i upakket jord i 2019, hvilket dog ikke gav udslag i et merudbytte i forhold til pakket jord.