

Kan mekanisk jordløsning løse opp pakkeskader under plogsjiktet?

Till Seehusen

NIBIO Korn og frøvekster
till.seehusen@nibio.no

Innledning

Stadig større maskiner i landbruket og kjøring under lite optimale forhold fører til en økende grad av jordpakking under ploglaget. Dette kan gi negative konsekvenser som erosjon, redusert jordfruktbarhet og jordhelse samt avlingstap. Mens pakkeskader i det øverste jordlaget ofte kan repareres gjennom jordarbeiding, er en prisgitt de naturlige klimaprosesene og dype planterøtter for å rette opp skader under plogsjiktet siden vi ikke når ned til dem med normale redskaper. De kan derfor være problematiske i årevis etter at skadene har oppstått.

I praksis kan det være utfordrende å unngå jordpakking og det er derfor økende interesse for strategier for å løse opp dypt pakket jord via mekanisk jordløsning. I regi av prosjektet «Optikorn» ble det anlagt en rekke flerårige forsøk for å undersøke effekten av jordpakking, samt ulike strategier for å løse opp pakkeskader (mekanisk og biologisk), på avling og kostnader.

I dette arbeidet presenteres hvordan pakking om våren har påvirket jordstrukturen, i hvilken grad mekanisk jordløsning påfølgende høst har påvirket pakkeskadene under plogsjiktet (30 cm dybde) og hvilke avlingseffekter dette har hatt. Her vises det resultater fra et flerårig forsøksfelt på Øsaker nær Sarpsborg.

Materiale og metoder

Forsøksfeltet ligger på leirjord (Stagnosol, 46 % leire i 30 cm dybde) på Øsaker. Denne type jord er representativ for mye av kornarealene rundt Oslofjorden. Halvparten av feltet ble pakket våren 2018 ved å kjøre 4x med traktor, påmontert plog og frontvekt (totalvekt 7,5 t, hjullast ca. 2,6 t) under våte forhold (jord fuktigere enn feltkapasitet). Denne kjøringen påførte jorda pakkeskader ned til 50 cm dybde (data ikke vist). På grunn av tett jord etter pakking og svært tørre forhold våren 2018 (tabell 1) ble ikke

feltet sådd det året. Om våren 2019 og 2020 ble det sådd bygg i regi av NLR Øst. Såmengde, plantevern og gjødsling ble gjort som åkeren rundt. Feltene ble høstet med forsøkestresker og avlingene ble analysert for kvalitetsparametere hos NIBIO på Apelsvoll.

Løsningen ble gjennomført høsten 2018 med to ulike typer redskap. Noen av de pakket rutene ble løsnet med jordløsner/grubb (Kverneland CLG II) ned til 35 cm dybde (bilde 1). Denne er forventet å ha både en løsne og en blandende effekt. Noen ruter ble løsnet med plog påmontert sålebryter der pløgen gikk ned til 25 cm og sålebryteren ned til 35 cm dybde. Alle rutene i forsøket ble deretter pløyd om høsten (Kverneland ES 85 med plogkropp 28, forplog og rulleskjær) med 25 cm arbeidsdybde. Om våren ble feltet kun harvet (6 cm) i to omganger før såing.



Bilde 1. Kverneland jordløsner. Foto: Till Seehusen.

Redskap:

- a) Jordløsning ble gjennomført med jordløsner med tinder (bilde 1). Denne type jordløsning er basert på to separate arbeidsoperasjoner, jordløsningen og påfølgende pløying. En må altså ut med to ulike redskap, noe som gjør operasjonen forholdsvis tidskrevende. Det kreves en lengre periode med lagelige forhold som poengtert tidligere (Seehusen 2017).
- b) Jordløsning ble gjennomført med en sålebryter montert i Salen på ploget som gikk ytterligere 10 cm dypere. På denne måten gjøres både jordløsningen og pløying i samme arbeidsoperasjon. Løsnetindene kan enkelt koples inn og ut etter som det er pakket jord eller ikke. Dermed sparer man tid og maskinkostnad.

Jordparametere:

Pakking fører til at jorda komprimeres på bekostningen av porene i jorda, noe som fører til at jordtettheten øker. Økt jordtetthet kan bl.a. føre til redusert rotvekst og dårlige vekstvilkår for plantene.

Luftfylt porevolum gjenspeiler andelen store porer i jorda og er et av de viktigste kriterier for å bedømme jordstrukturen. Reduksjon i luftfylt porevolum og dermed redusert lufttilgang kan føre til problemer for planterøttene, det biologiske livet i jorda og mineralisering av det organiske materialet.

Vannmettet hydraulisk ledningsevne viser muligheten for at vann kan infiltreres gjennom vannmettet jord. Redusert infiltrasjon og redusert vanntransport nedover i jorda kan føre til problemer med opptørring, reduserer antall dager som er lagelig for feltarbeid og gi redusert lengde på vekstsesongen. Jordas infiltrasjonsevne er en av de viktigste jordegenskapene og blir enda viktigere i sammenheng med klimaendring og større nedbørsmengder.

Værdata i forsøksperioden

Temperaturen i 2018 lå høyere enn normalen i store deler av forsøksperioden. Nedbøren var mindre enn normalt hele vekstsesongen 2018, men fuktigere enn normalt i 2019. Sesongen 2020 var preget av to tørre perioder, men mye nedbør i juni (tabell 1).

Resultater

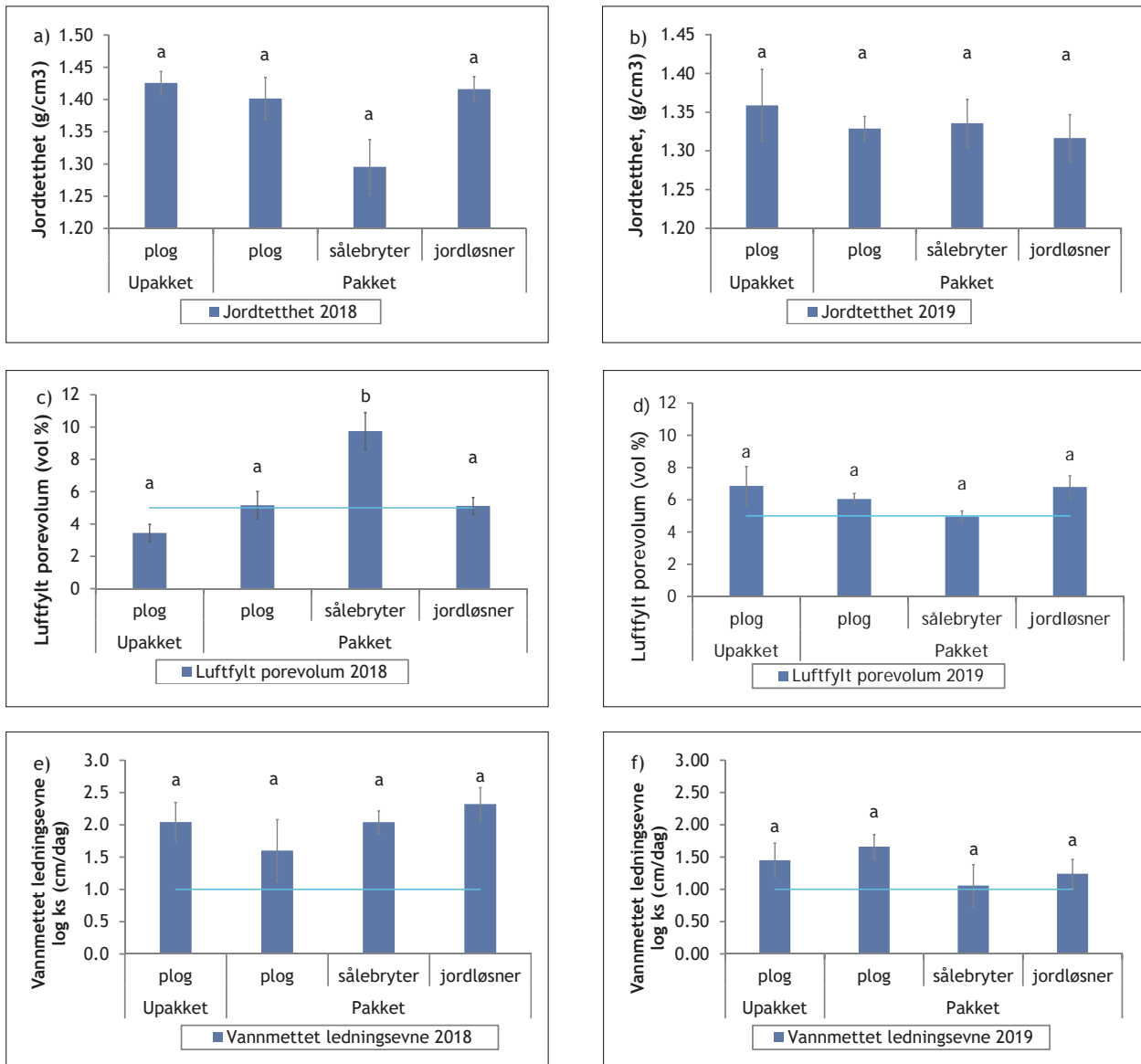
Jordstruktur

Det ble ikke funnet signifikante effekter av hverken pakking eller jordløsning på jordtettheten i 30 cm dybde i forsøksperioden (fig 1a, b), men plog med sålebryteren så ut til å redusere jordtettheten i 2018. Bruk av plog med sålebryter ga en signifikant økning av det luftfylte porevolumet i 2018. I 2019 ble det ikke funnet signifikante effekter av hverken pakking eller jordløsning på luftfylt porevolum (fig 1c, d).

Det ble ikke funnet signifikante effekter av hverken pakking eller jordløsning i forsøksperioden på den vannmettede ledningsevnen i jorda (fig 1e, f).

Tabell 1. Temperatur (°C) og nedbør (mm) i vekstperioden på Øsaker, normalverdier og avvik fra normalen (1961- 1991)

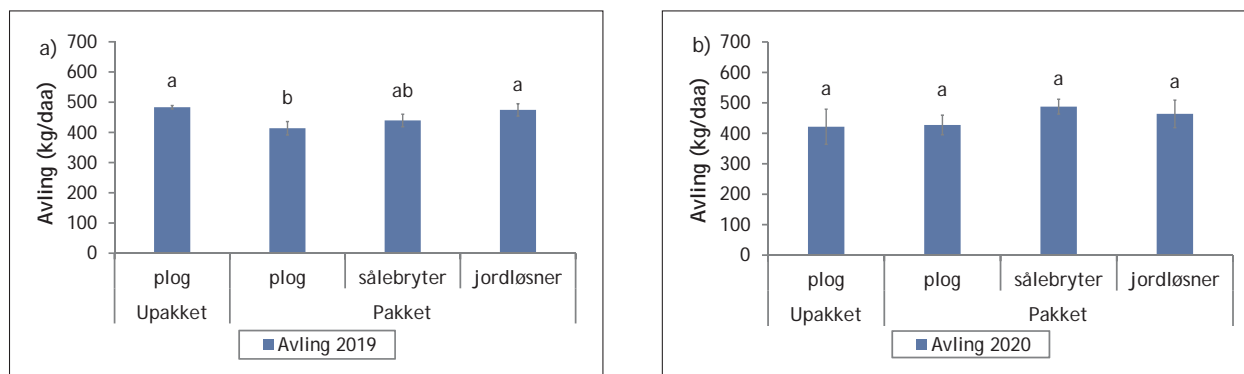
	Temperatur (°C)				Nedbør (mm)			
	normal	2018	2019	2020	normal	2018	2019	2020
April	4,6	+0,9	+3,7	+2,5	42	+7,3	-26,7	-12,9
Mai	10,4	+4,6	+0,0	-0,2	58	-35	+83,4	-24,7
Juni	14,6	+2,1	+0,5	+3,5	72	-37,2	+54,4	+74,3
Juli	16,7	+3,6	+0,8	-1,8	73	-58,6	-17,8	-34,1
August	15,6	+0,2	+1,1	+1,4	83	-38	+90,9	-59,3
September	11,4	+1,3	+0,6	+1,5	94	+55	+122,2	-46,9



Figur 1. Resultatene for jordtetthet (a, b) luftfylt porevolum (c, d) og vanntetnet ledningsevne (e, f) i 30 cm dybde for 2018 og 2019 med standardfeil. De blå strekene viser grenseverdier for god plantevekst (Lebert et al. 2007). Ulike bokstaver viser signifikante forskjeller.

Avling

Jordpakking ga signifikant avlingsnedgang i 2019 på 70 kg/daa sammenliknet med referanseleddet som var upakket (fig 2a). Jordløsning etter pakking førte til en liten avlingsøkning sammenliknet med leddene som ikke ble løsnet. I 2020 ble det ikke funnet signifikante avlingsforskjeller mellom behandlingene (fig 2b).



Figur 2. Bygg avling (kg/daa), med standardfeil. Ulike bokstaver viser signifikante forskjeller.

Diskusjon

Pakking

Rett etter at pakkingen var gjennomført om våren 2018, ble det målt med penetrometer (data ikke vist) og det ble påvist effekt av pakkingen. Likevel viste resultatene ikke noe signifikant effekt av pakking i 30 cm dybde om høsten 2018 (figur 1). Tidligere undersøkelser på leirjord på Øsaker har vist at klimatiske faktorer, særlig opptørking og sprekkdannelse kan ha løsnende effekt på pakkeskader over tid (Seehusen *et al.* 2020 under publisering). Det er derfor sannsynlig at «tørkesesongen» 2018 (tabell 1) allerede hadde gitt positiv effekt på jorda som var pakket tidlig på våren 2018.

Jordstruktur

Det har tidligere vært rapportert varierende effekter av mekanisk jordløsning på løsning av pakket jord, også i Norge (Terjesønn Hansen 2016, Seehusen 2017). Resultatene fra dette forsøket (figur 1) viste at jordløsning kan ha en viss effekt på luftfylt porevolum og jordtetthet. Disse effektene var for det meste ikke signifikante. Det ble ikke funnet signifikant effekt av jordløsning på de valgte jordparametrene det andre året etter at pakkingen ble gjennomført (2019). Dette viste at effektene var kortvarige, noe som også er vist tidligere (Spoor 2006).

Et av årsakene er at jordløsning med de valgte redskapene ikke løsner hele arbeidsbredden men lager tydelige løsningsspor i jorda (bilde 2) i motsetning til pløying der hele profilet (0–25 cm) løsnes. Dermed er det bare en del av undergrunnsjorda som løsnes, mens resten forblir pakket (Spoor 2006). Planterøttene møter derfor både løse og mer kompakte områder avhengig av vokseplassen. Dette gjenspeiles også i prøveresultatene, med stor variasjon i resultatene



Bilde 2. Verktøyene lager tydelig løsningsspor i jorda. Foto: Till Seehusen.

(store standardfeil) og kan være medvirkende årsak til at effekten av jordløsning ble liten og variabel. Hvorvidt planterøtter kan vokse i løsne-sporene og eventuell forsterke/forlenge løsningseffekten skal undersøkes videre i prosjektet.

Infiltrasjon

Ved økte nedbørsmengder er både infiltrasjon av nedbørsvannet og vannledningen gjennom jorda ned til grøftesystemet av vesentlig betydning. Hverken jordpakking eller jordløsning har hatt effekt på vannmettet ledningsevne i dette forsøket, alle verdiene er over grenseverdien og er derfor ikke forventet å begrense infiltrasjonen (figur 1e, f).

Avling og kostnader

I praksis er avgjørelsen om en skal løsne jorda eller ikke avhengig av lønnsomheten i det. Stor arbeidsdybde gir et høyt trekkraftbehov og videre store

arbeids- og maskinkostnader. Jordløsning er derfor et intensivt og kostbart tiltak. Resultatene fra forsøket viste ingen sikre positive effekter på jordstrukturen ved jordløsning. Avlingsgevinsten det første året var på rundt 15 % ved bruk av jordløsner mens tidligere forsøk (Seehusen 2017) ikke har gitt noe positivt avlingsutslag. Det er derfor tvilsom om mekanisk jordløsning betaler for seg. Dette gjelder særlig hvis effektene er så kortvarige som i dette forsøket. I hvilken grad en forenkling av arbeidsoperasjonen, f.eks. ved bruk av sålebryter kan redusere kostnadene for jordløsning, vil bli undersøkt i neste del av prosjektet.

Generell kommentar

Til tross for synlige pakkeskader, som f.eks. hjulspor, fører jordpakking ofte ikke til noen signifikant avlingsnedgang. Det er i praksis mange faktorer som påvirker avlingen (f.eks. ugras, soppsykdommer) og som kan ha sammenheng med pakking, men dette kan være vanskelig å vise. Liten effekt av pakking kan også ha sammenheng med referansearealet en tester mot. Jordpakking av landbruksareal er svært utbredt og nesten alle areal er berørt (Flowers and Lal 1998). En tester derfor kun effekt av pakking utover det en vanligvis finner og det kan forventes at det generelle avlingsnivået hadde vært høyere uten pakking (Uhlen *et al.* 2017). Erfaringen viser at det er både enklere og billigere å forebygge jordpakking, f.eks. ved å begrense kjøring på fuktig areal, enn å satse på å løse opp skadene etterpå.

Referanser

- Flowers, M. D. and Lal, R. (1998). "Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwest Ohio." *Soil & Tillage Research* 48(1-2): 21-35.
- Lebert, M., Boken, H. and Glante, F. (2007). "Soil compaction – indicators for the assessment of harmful changes to the soil in the context of the German Federal Soil Protection Act." *Journal of Environmental Management* 82(3): 388-397.
- Seehusen, T. (2017). Pakking, løsning og jordarbeiding til vårkorn. Jord- og plantekultur 2017. NIBIO BOK 3 (1): 145-148.
- Spoor, G. (2006). "Alleviation of soil compaction: requirements, equipment and techniques." *Soil use and management* 22: 113-122.
- Terjesønn Hansen, T. O. (2016). Forsøk med ulike jordløsningsmetoder til korn på jord med dårlig plantevekst i Rakkestad og Nannestad- virkning på jordfysiske egenskaper, kornavling og trekraftbehov. Master of science thesis, NMBU.
- Uhlen, A. K., Børresen, T., Kværnø, S., Krogstad, T., Waalen, W., Strand, E., Bleken, M.A., Seehusen, T., Deelstra, J., Sundgren, T., Lillemo, M., Riley, H., Abrahamson, U. & Øygarden, L. (2017). Økt norsk kornproduksjon gjennom forbedret agronomisk praksis. En vurdering av agronomiske tiltak som kan bidra til avlingsøkninger i kornproduksjonen. NIBIO rapport 3(87) 2017.