

Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur

Lena Holm¹, Johan Arvidsson², Louice Lejon, Marie Andersson

¹*Institutionen för biosystem och teknologi, SLU Alnarp*

²*Institutionen för mark och miljö, SLU Ultuna*

Bakgrund

Idag finns ett stort intresse av att minimera effekterna av packning genom att begränsa all trafik till fasta körspår (CTF; Controlled traffic farming). Av denna anledning startades 2010 ett projekt, finansierat av i första hand SLF, för att studera effekter på mark och gröda under svenska förhållanden.

Material och metoder

Projektet genomförs med två typer av försök med fasta körspår (CTF): traditionella fältförsök utlagda som randomiserade blockförsök, samt storruteförsök utlagda hos en lantbrukare som tillämpar fasta körspår. Försöken lades ut hösten 2010 och skördades första gången 2011.

De traditionella fältförsöken innehåller följande led:

A=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), slumpmässig körning (RTF)

B=grund plöjningsfri odling (5-10 cm), slumpmässig körning (RTF)

C=direktsådd, slumpmässig körning (RTF)

D=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), CTF

E= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF

F= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF, efter djupluckring

G= direktsådd, CTF

H=plöjning, slumpmässig körning (RTF)

Plöjning (led H) ingick inte i den ursprungliga försöksplanen, eftersom plöjning knappast kan kombineras med ett CTF-system. Vi har dock valt att lägga till plöjning i planen, framförallt för att få en ökad spännvidd vid bestämning av markens fysikaliska egenskaper.

Ett försök har lagts ut på Ultuna egendom (styv lera) och ett på Lönnstorps försöksstation (moränlättilera). I båda dessa försök användes traktorer med totalvikter på 5 till 7 ton. Fasta körspår genomfördes i 3-metersmoduler. Såmaskin, tallriksredskap och kultivatoren var 3 m breda och såbäddsharven 6 m bred. Rutbredd var 9 m, utom för led A, B och H som var 12 m för att tillåta diagonalkörning. Tröskan hade något större spårvidd än traktorerna, tröskning i led med fasta körspår gjorde därför med ett hjulspår samma som för traktorn och ett hjulspår utanför. Sprutning och övergödning gjordes vinkelrätt mot parcellriktningen.

I systemet med fasta körspår gjordes alla körningar med enkla hjul för att minimera spårbredden. I system med slumpmässig körning användes dubbelmontage vid vårbearbetning och vårsådd på Ultuna, medan enkla hjul användes på Lönnstorp.

Jordbearbetning gjordes på diagonalen och tröskning och sådd gjordes inte i samma spår.

Försök med storrutor genomförs på Lydinge gård utanför Helsingborg. Storrutor med respektive utan CTF har lagts ut på fem fält. Jordbearbetning i dessa led utfördes med en bandtraktor med en totalvikt på ca 25 ton. Modulbredd var 8 meter.

Mätningar

Försöksmässig skörd gjordes för hand. I led med fasta körspår skördades dels i spår, dels mellan spår i mitten av rutan. I led utan körspår gjordes slumpmässig utläggning av skörderutor. Även i storrutorna på Lydinge har det gjorts planträkning och handskörd i och mellan spår. Storrutorna har dessutom skördekarterats med skördeetröska.

För att mäta packning har mätningar med penetrometer gjorts, både i de traditionella fältförsöken och i storrutorna på Lydinge.

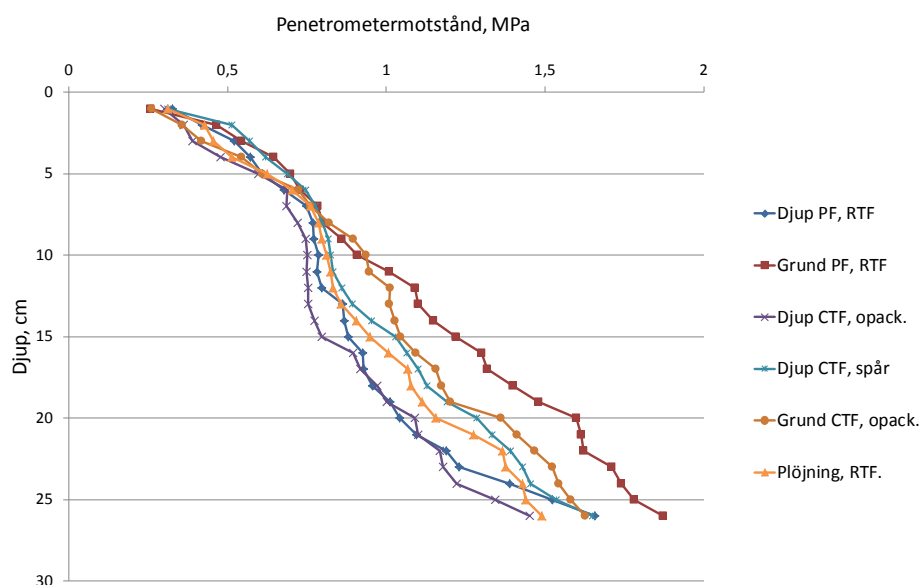
Under 2013 gjordes också mätning av skrymdensitet och genomsläpplighet på Ultuna och Lönnstorp. En del av cylinderproverna från Ultuna scannades också i en datortomograf (skiktröntgen) för att bestämma makroporositet. Metoden ger en tredimensionell bild av porsystemet.

Resultat

Här redovisas endast ett urval av resultaten. Fullständiga resultat finns i LTV-slutrapporten, se länk i publikationslistan.

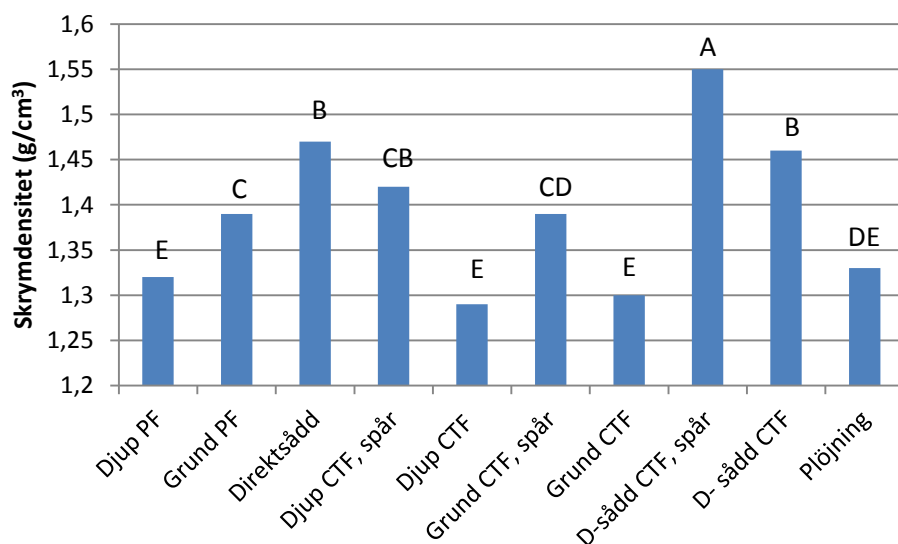
Penetrationsmotstånd, skrymdensitet och genomsläpplighet, Lönnstorp

Mätning av penetrationsmotstånd på Lönnstorp visas i Figur 1. Penetrationsmotståndet var klart lägre mellan spår än för slumpmässig körning.

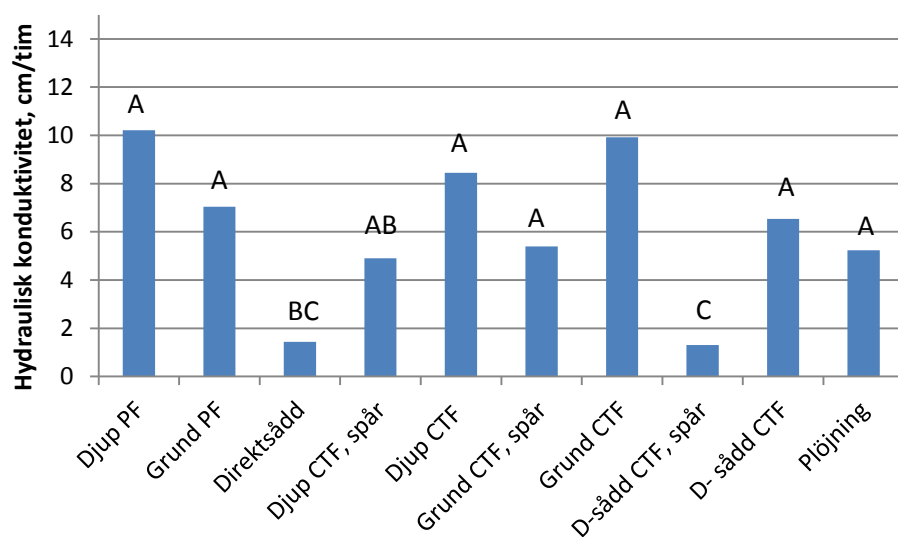


Figur 1. Penetrationsmotstånd på Lönnstorp mätt i oktober 2012, efter sådd av tredje försöksårets gröda. För tydlighet visas endast vissa led.

Skrymdensiteten på Lönnstorp redovisas i Figur 2. De opackade delarna av fältet hade betydligt lägre skrymdensitet än spår. Det fanns också en mycket stark koppling till bearbetningssystem, grund bearbetning medförde högre skrymdensitet. Mättad genomsläpplighet mätt på samma cylindrar visas i Figur 3. Led med hög skrymdensitet hade i regel låg genomsläpplighet.



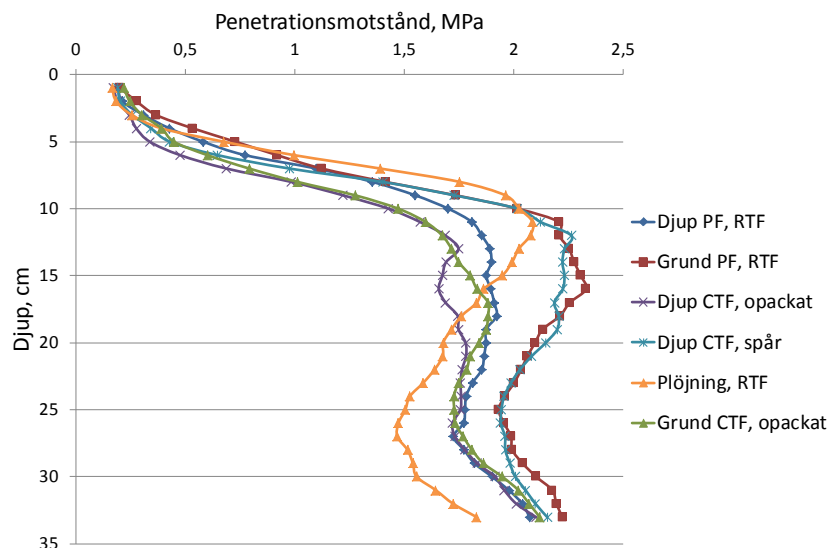
Figur 2. Skrymdensitet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda.



Figur 3. Genomsläpplighet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda.

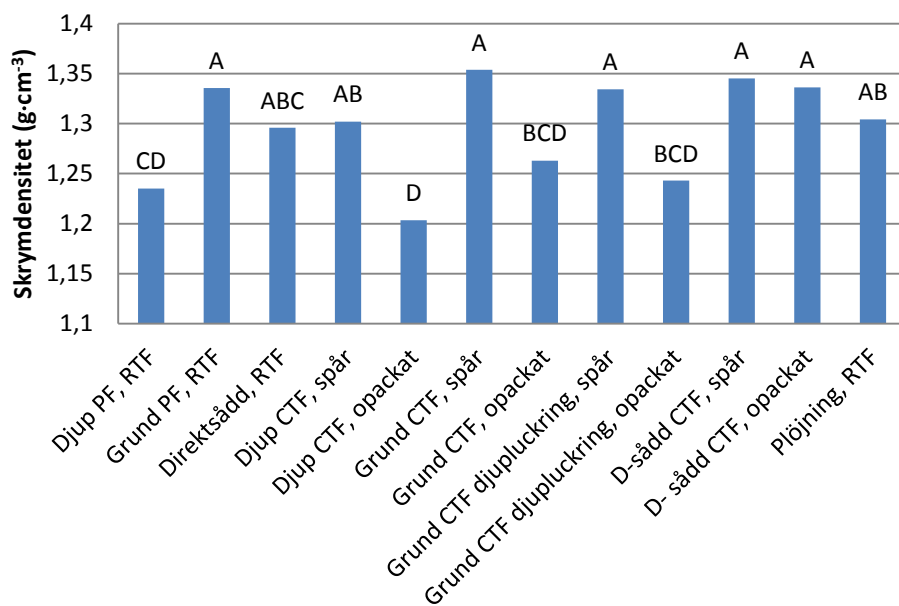
Penetrationsmotstånd, skrymdensitet och genomsläpplighet, Ultuna

Mätning av penetrationsmotstånd på Ultuna visas i Figur 4. Skillnaderna mellan leden var tydliga, med lägst penetrationsmotstånd i de opackade ytorna i leden grund CTF samt djup CTF ner till drygt 15 cm djup, därunder var motståndet lägst i plöjt led.

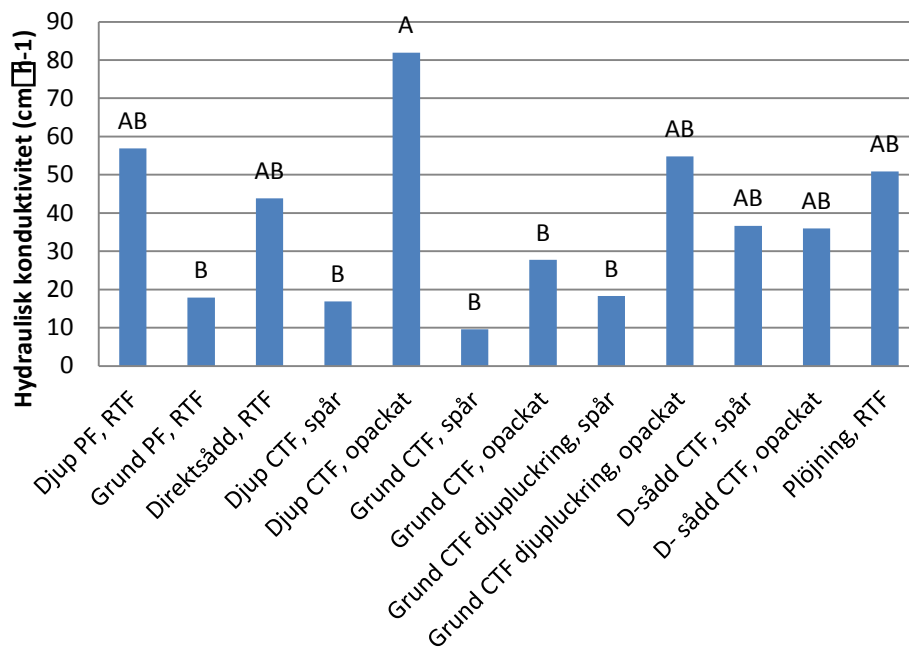


Figur 4. Penetrationsmotstånd på Ultuna mätt i maj 2013, efter sådd av tredje försöksårets gröda. För tydlighet visas endast vissa led.

Skrymdensitet i olika led på Ultuna visas i Figur 5, genomsläpplighet i Figur 6. Det fanns en stark koppling till bearbetningssystem, med låg skrymdensitet och hög genomsläpplighet för djup bearbetning.



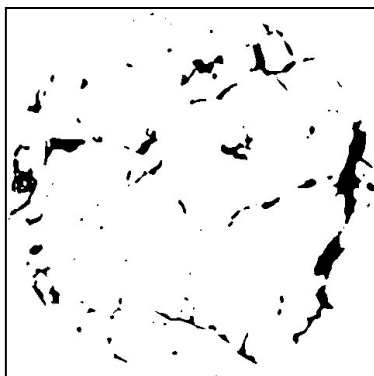
Figur 5. Torr skrymdensitet för Ultuna, 2013. Led med olika bokstäver skiljer sig signifikant ($p < 0,05$) från varandra.



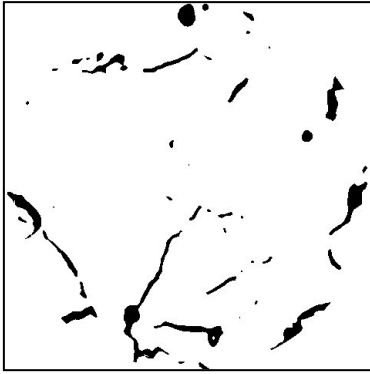
Figur 6. Mättad hydraulisk konduktivitet, Ultuna 2013. Led med olika bokstäver skiljer sig signifikant ($p < 0,05$) från varandra.

Datortomografi, Ultuna

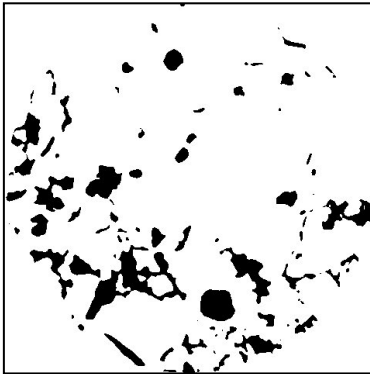
De cylinderprover som togs på Ultuna 2013 scannades också med s.k. datortomografi. Detta innebär att provet röntgas, och gör det möjligt att skilja mellan porer och fast material. Exempel på de bilder som erhöles visas i Figur 7-12. Av bilderna framgår hur de stora porerna minskar i spår, och att porerna var mer runda i opackade led.



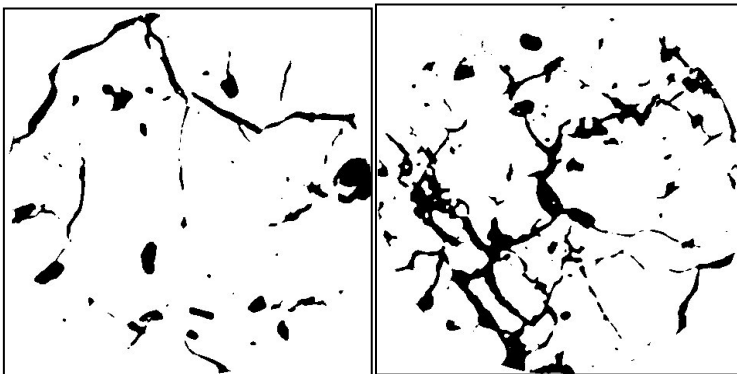
Figur 7. Led B, grund plöjningsfri odling RTF, Ultuna 2013.



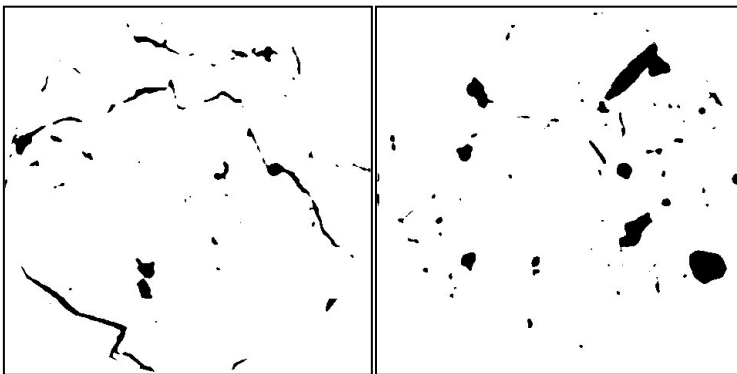
Figur 8. Lid C, direktsådd RTF, Ultuna 2013.



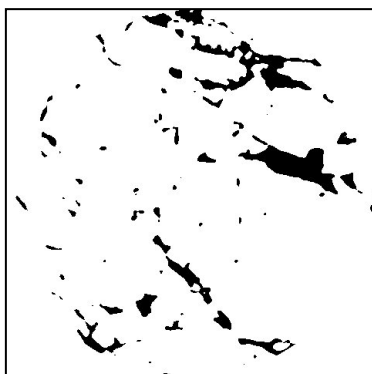
Figur 9. Lid D, djup CTF, opackad yta, Ultuna 2013.



Figur 10. Lid E, grund CTF. Till vänster spår, till höger opackad yta. Ultuna 2013.



Figur 11. Lid G, direktsådd CTF. Till vänster spår, till höger opackad yta. Ultuna 2013



Figur 12. Led H, plöjning RTF, Ultuna 2013.

Skörd

Skörd i försöken på Ultuna och Lönnstorp visas i tabell 1 och 2. Grund plöjningsfri odling har i medeltal givit högre skörd än djup kultivering. Direktsådden fungerade bra 2011 och 2012 men gav mycket låg skörd i höstraps på Lönnstorp 2013. Detta berodde både på dålig etablering och snigelskador. Fasta körspår har i medeltal inte haft någon skördehöjande effekt. Skörden i körspåren har varit förvånansvärt hög, i flera fall högre än för konventionell bearbetning.

Tabell 1. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013, kg/ha och relativtal. Kärnskörd, utom Lönnstorp 2011 där skörden är kärna + halm.

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	Medel
Plats	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	
Gröda	Korn	H-vete	Vårraps	Korn	Korn	Höstraps	
A=djup PF, RTF, kg/ha	4180	13530	2990	10180	4420	4400	100
B=grund PF, RTF	107	96	115	97	109	110	105
C=direktsådd, RTF	100	95	109	98	85	29	86
D0=djup PF, CTF, opack.	100	102	102	100	89	103	99
D1=djup PF, CTF, spår	112	99	121	94	91	101	103
E0=grund PF, CTF, op.	99	102	92	92	83	99	94
E1=grund PF, CTF, spår	110	97	104	100	101	102	102
F0=CTF, djupl., opackat	92	103	103	94	86	110	98
F1=CTF, djupl., spår	111	98	105	92	99	103	101
G0=direkts., CTF, opack.	93	96	101	90	89	75	91
G1=direkts., CTF, spår	110	92	100	87	89	22	83
H=plöjning, RTF.	124	97	108	100	104	112	107
Probvärde	0,02	0,12	0,89	0,007	0,01	0,001	

Tabell 2. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013. Medeltal för led med och utan CTF

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	Medel
Plats	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	
Gröda	Korn	H-vete	Vårraps	Korn	Korn	Höstraps	
Medel RTF	100	100	100	100	100	100	100
Medel CTF, opack.	95	103	91	96	90	115	98
Medel CTF, spår	108	99	100	95	96	92	98

Skörd i de olika leden på Lydinge, medeltal för de enskilda åren 2011-2013, visas i Tabell 3. I de handskördade rutorna fanns en tendens till högre skörd i opackat CTF-led jämfört med slumpmässig körning, skillnaden var dock inte signifikant. Skörden var i genomsnitt ca 13 % lägre i, jämfört med mellan spår, skillnaden var störst i de vårsådda grödorna. I de skördekarterade rutorna var skörden i genomsnitt 1 % högre för fasta körspår än för slumpmässig körning.

Tabell 3. Skörd på Lydinge 2011-2013, kg/ha och relativtal.

	2011	2012	2013	Medel
<i>Handskördat</i>				
Konventionell bearb. (RTF)=100	7657.5	4750	7527	6645
CTF i spår	82	98	92	90
CTF mellan spår	104	109	98	103
<i>Skördekarterat</i>				
Konventionell bearbetning=100	7050	4415	6938	6135
CTF	100	103	100	101

Diskussion

Hypotes vid försökens start var att minskad packning i CTF skulle leda till högre skörd. Metoden testades i olika system med reducerad bearbetning, i t.ex. den grunda plöjningsfria odlingen är luckringen mycket begränsad. Med fasta körspår skulle man kunna hantera packningsproblemen i dessa system. De markfysikaliska mätningarna har också visat att CTF hade avsedd effekt, med lägre skrymdensitet, lägre penetrationsmotstånd och högre genomsläpplighet då marken inte överfarits av hjul. Trots detta var skörden i genomsnitt inte högre i den opackade marken, i vissa fall uppmättes t.o.m högre skörd i spår än i opackad mark. Vi vet sedan tidigare att det i plöjd mark finns ett visst återpackningsbehov för att få maximal skörd. Dessa försök

pekar på att det finns ett återpackningsbehov också vid grund bearbetning. Djup kultivering har i medeltal heller inte höjt skörden jämfört med grund bearbetning. Detta stämmer med tidigare erfarenheter och pekar på att särskilt spannmål klarar ganska stora variationer i packningstillstånd i matjorden. Det kan ändå vara motiverat att i vissa fall koncentrera spår. Det gäller framförallt för att begränsa den mest skadliga packningen, av t.ex. tröskor och tunga stallgödselspridare. Det kan naturligtvis inte heller uteslutas att effekter av CTF på skörd skulle ha kunnat vara mer positiv på andra jordar än de som testades här.

Publikationer

Lejon, L (2014). Effekt på mark och gröda av olika bearbetningssystem, med och utan CTF. Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU Uppsala 2014. Nr 2014:05. [http://stud.epsilon.slu.se/6958/1/lejon_1_140701.pdf]

Andersson, M. (2014). Fasta körspår till framtiden: markstruktureffekter i CTF-odlingssystem. Examensarbete, Lantmästar-kandidatprogram, SLU Alnarp [http://stud.epsilon.slu.se/6612/1/andersson_m_140412.pdf]

Arvidsson, J., Holm, L., Lejon, L., Andersson, M. (2014). Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur. I: Arvidsson, J. (red). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2013, nr 128. s. 57-64. SLU, Uppsala. [<http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/mark-och-miljo/jbhy/rapport128.pdf>]

Arvidsson, J. och Holm, L. (2013). Fasta körspår - skördepotential och effekt på markstruktur. I: Arvidsson, J. (red). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2012, nr 125. s. 50-53. SLU Uppsala. [[http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/mark-och-miljo/jbhy/dokument/rapport125\(2\).pdf](http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/mark-och-miljo/jbhy/dokument/rapport125(2).pdf)]

Arvidsson, J. och Holm, L. (2012). Fasta körspår - skördepotential och effekt på markstruktur. I: Arvidsson, J. (red). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2011, nr 121. s. 57-61. SLU Uppsala. [<http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/mark-och-miljo/jbhy/dokument/rapport121.pdf>]

Slutsatser

- Det var tydliga skillnader i packningstillstånd mellan leden
- Fasta körspår har i medeltal inte haft någon skördehöjande effekt.
- Skörden i körspåren har varit förvånansvärt hög, i vissa fall högre än för konventionell bearbetning.
- Grund plöjningsfri odling har i medeltal gett högre skörd än djup kultivering.
- I storrutorna på Lydinge fanns en tendens till högre skörd för CTF än för slumpmässig körning. I de handtröskade rutorna motsvarade skördesänkningen i spåren ungefär skördehöjningen mellan spår
- Sammantaget pekade alltså inte resultaten på CTF som en metod för kraftigt höjda skördar på dessa jordar. Det kan ändå vara motiverat att i vissa fall

koncentrera spår. Det gäller framförallt för att begränsa den mest skadliga packningen, av t.ex. tröskor och tunga stallgödselspridare.

Resultatförmedling till näringen

Resultat från projektet har presenterats årligen i Årsrapport från jordbearbetningen 2011, 2012 och 2013.

Lantbrukarmöte

Resultat från projektet har presenterats tillsammans med andra data vid ett stort antal möten med lantbrukare, ca 10 om året under 2012 och 2013. De har också visats vid fältvandringar både på Lönnstorp och Ultuna

Konferenser

Resultat har presenterats vid flera konferenser, bl.a.

- 24-25 maj 2012 - presentation av försöksresultat på CTF Europé konferens "CTF, NoTill and Strip Tillage", ca 90 personer
- Sep 2013. ISTRO-konferens, Montevideo, Uruguay
- 7 oktober 2013. HIR-konferens för rådgivare, Lund
- 13 mars 2014. Jordbearbetningsseminarium med bl.a. Väderstadverken

Kommande publikationer:

Vetenskaplig artikel i Soil and Tillage Research
Rapport i LTV-fakultetens rapportserie,
<http://www.slu.se/sv/bibliotek/soka/sok-epsilon/>
Partnerskap Alnarp faktablad
Artiklar i Lantmannen och Arvensis