

Johan Arvidsson ▪ Fredrik Sörensson



Figur 1. Exempel på kultivator med stela pinnar avsedd för djup bearbetning. Foto: Johan Arvidsson

Hur djupt ska vi bearbeta i plöjningsfri odling?

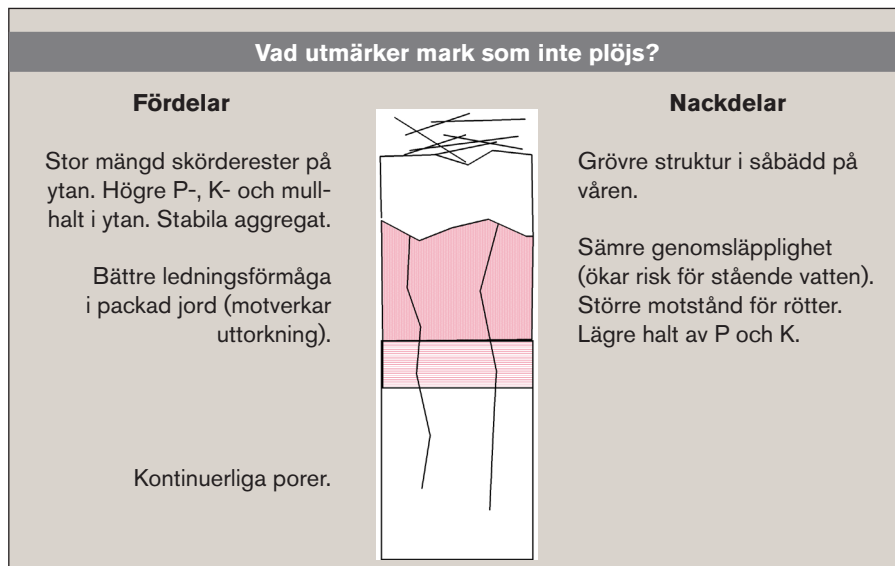
- Effekter av bearbetningsdjup på mark och gröda har undersökts i försök med sammanlagt över 100 försöksår under åren 2006–2011.
- Plöjningsfri odling och *grund* bearbetning leder normalt till en mer packad matjord, med högre penetrationsmotstånd och lägre genomsläpplighet för vatten.
- Trots detta var den genomsnittliga skörden inte högre efter en djupare bearbetning med kultivator.
- Dessutom medförde ett ökat bearbetningsdjup en mer än fördubblad bränsleförbrukning.
- Sammanfattningsvis bör bearbetningsdjupet i plöjningsfri odling i första hand anpassas för att ge goda förutsättningar för sådd och etablering, genom att ge en tillräckligt jämn markyta och en tillräcklig inblandning av skörderester. Att öka bearbetningsdjupet med kultivator för att öka luckringen av marken är sällan motiverat, särskilt inte på styva jordar.

Plöjning är den dominerande metoden för grundbearbetning inför sådd i Sverige, men plöjningsfri odling blir gradvis allt vanligare och tillämpas nu på nära 25 procent av den besädda arealen (SCB, 2011). Några generella effekter av plöjningsfri odling är väl kända – dessa beskrivs i faktarutan nedan och visas schematiskt i figur 2. I den internationella litteraturen har det dock funnits få studier som särskilt belyst bearbetningsdjupets betydelse vid plöjningsfri odling.

I Sverige används plöjningsfri odling främst för att spara tid och pengar. Energiåtgången bestäms dock framförallt av bearbetningsdjupet. Två överfarter med en kultivator till 15–20 cm kan t.ex. medföra betydligt högre bränsleförbrukning än plöjning. Idag används till stor del kultivatorer med stela pinnar vilket medger en ökning av bearbetningsdjupet jämfört med mera fjäderande pinnar (figur 1, framsidan). Djup bearbetning kräver stor dragkraft vilket också kräver tunga traktorer, som i sin tur ökar risken för jordpackning. Som grundregel bör bearbetningsdjupet därför vara så litet som möjligt, men tillräckligt för att ge bra förhållanden för etablering och tillväxt.

Analys av över 100 försöksår

För en rationell och energieffektiv odling är det alltså viktigt att använda rätt bearbetningsdjup. Detta faktablad sammanfattar vad SLU:s omfattande försöksverksamhet under de senaste åren har lärt oss i denna fråga, både när det gäller markegenskaper och skörd. Redan 1974 startades ett försök på Ultuna med olika bearbetningsdjup i plöjningsfri odling, och under åren 2006–2011 genomfördes i Sverige ett stort antal försök, med sammanlagt över 100 för-



Figur 2. För- och nackdelar med plöjningsfri odling.

söksår. Under 2010 genomfördes också omfattande undersökningar av markegenskaper på ett antal försöksplatser.

De försök som togs med i analysen skulle innehålla följande led:

- Plöjning (led A)
- Djup ickevändande bearbetning (15–20 cm) (led B)
- Grund ickevändande bearbetning med kultivator (5–10 cm) (led C) och/eller
- Grund ickevändande bearbetning med tallrikskultivator (oftast) eller tallriksredskap (5–10 cm) (led D)

Med tallrikskultivator avses ett tallriksredskap för grund bearbetning (3–7 cm) med packarvält; i försöken användes Väderstad Carrier.

Penetrationsmotstånd och genomsläpplighet

Markens hårdhet mäts med penetrometer: man mäter den kraft som behövs

för att trycka ner en stång i marken. Ett högt penetrationsmotstånd kan indikera sämre möjligheter för rottillväxt.

Ett typiskt exempel visas i figur 4, i ett försök på en lättlera på Ultuna. Penetrationsmotståndet i matjorden var i regel lägst efter plöjning och högst efter grund bearbetning med tallriksredskap. Under plöjningsdjup går kurvorna oftast ihop igen. *Ett förhöjt penetrationsmotstånd i den gamla plogsulan försvinner alltså inte när man börjar tillämpa plöjningsfri odling.*

Markens genomsläpplighet för vatten varierade ganska stort i försöken. Ett medeltal för tre försök med alla led A–D visas i figur 5. Rent generellt så stämmer bilden ganska väl med penetrationsmotståndet – genomsläppligheten i centrala matjorden var lägst efter körning med tallriksredskap och högst efter plöjning, med kultivatorleden däremellan. I de flesta av de försök som undersöktes var dock genomsläppligheten acceptabel även i led med grund bearbetning (som gränsvärde brukar anges 1 cm/tim).

Generella effekter av plöjningsfri odling

Under det bearbetade lagret har jorden normalt högre skrymdensitet och penetrationsmotstånd än i plöjd mark. Effekten på markens **genomsläpplighet** är inte lika entydig. Minskad porositet kan minska genomsläppligheten, men i jordskikt som inte bearbetas kan det också bildas mer kontinuerliga porer, exempelvis maskgångar, som ökar genomsläppligheten. I Skandinavien har dock de flesta studier pekat på sänkt genomsläpplighet i matjorden vid plöjningsfri odling, i jämförelse med plöjning.

En anledning att bearbeta är att luckra jorden, vilket minskar markens hållfasthet och syftet är att förbättra förhållandena för **rottillväxt**. Hur en minskad bearbetning påverkar rötternas tillväxt kan dock bero på lokala förhållanden. Det finns flera studier där direktsådd lett till ökad rottillväxt, men då har det främst handlat om torra klimat där direktsådd kan ha

förbättrat vattenhushållningen. I humida och tempererade klimat, som de nordiska, finns däremot uppgifter om minskad rottillväxt vid reducerad bearbetning.

En ökad täthet i centrala matjorden behöver dock inte vara enbart negativ: **ledningsförmågan för vatten och näringsämnen** kan vara bättre än i en lucker jord. Försök med olika packningsgrad har visat att en viss återpackning ofta höjer skörden, medan skörden sjunker igen vid alltför stark packning.

Bearbetning påverkar **skörden**, genom luckring och effekter på etablering, ogräs och skörderester (figur 3). I svenska försök har skörden i plöjningsfri odling i genomsnitt varit ca 2 procent lägre än då jorden plöjs, i övriga Europa och Skandinavien uppges skörden ofta bli 3–5 procent lägre.



Figur 3. Bearbetningsdjupet bestäms främst av behovet att blanda in skörderester för att kunna genomföra sådden på ett bra sätt. Foto: Johan Arvidsson.

Tabell 1. Relativ skörd (plöjning=100) för plöjningsfri odling till olika djup, samtliga försöksår. Standardavvikelse anges inom parentes. I en del försök jämfördes plöjning med tre andra bearbetningar, i andra försök med två.

Bearbetning	Antal försöksår		
	55	77	93
Kultivator 15–20 cm	98,8 (8,9)	98,9 (11,2)	98,0 (8,5)
Kultivator 5–10 cm	99,2 (9,2)		99,5 (8,8)
Tallrik 5–10 cm	96,8 (10,7)*	97,2 (12,0)*	

*= signifikant skild från 100 (P<0,05)

Tabell 2. Relativ skörd (plöjning=100) för djup och grund plöjningsfri odling, medeltal för samtliga försök, för olika jordarter. Standardavvikelse inom parentes.

Lerhalt	Försöksår	Djup (15–20 cm)	Grund (5–10 cm)
15–25%	31	99,8 (7,1)	98,5 (8,5)
25–40%	37	98,6 (8,0)	96,6 (11,6)
>40%	41	96,5 (13,9)	98,5 (13,3)

Dragkraftsbehov

Dragkraftsbehovet, omräknat till bränsleförbrukning, mättes i tre av försöken, och resultatet visas i figur 6. Bearbetningsdjupet har här haft en avgörande betydelse; två körningar djupt med kultivator har krävt mer energi än plöjning, medan grund körning med kultivator eller tallriksredskap har inneburit en besparing. Vid höstsådd krävs ofta också mindre såbäddsberedning då marken inte plöjts, vilket då ger ytterligare en besparing i ett plöjningsfritt system.

Skörd

Skörden var i genomsnitt något lägre i plöjningsfria led än i plöjda, och skillnaden mellan grund och djup kultivering var mycket liten. Lägst skörd erhöles efter körning med tallriksredskap. Den relativa skörden (plöjning=100) i led

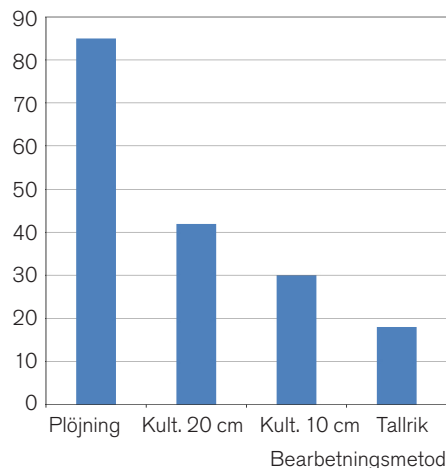
B–D i samtliga försök visas i tabell 1. I undersökningen ingick några ettåriga försök, men de flesta var fastliggande och pågick under minst tre år.

Det äldsta av de försök som ingick startade 1974, och låg på en styv lera på Ultuna. I detta försök har avkastningen i medeltal för 36 år varit 3 procent högre vid både djup och grund plöjningsfri odling jämfört med plöjda led. Det är mycket intressant att konstatera att ett system med enbart grund bearbetning alltså kan fungera även på lång sikt.

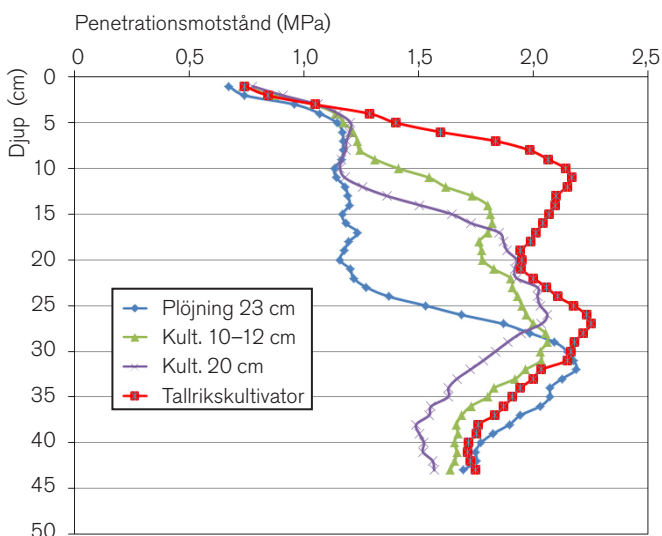
Plöjningsfri odling gav i medeltal något lägre skörd än plöjning oavsett jordart (tabell 2). Det fanns en svag trend att ökat bearbetningsdjup höjde skörden på jordar med lägre lerhalt än 40 procent och sänkte skörden vid lerhalter över 40 procent.

För de flesta av de grödor som ingick

Genomsläpplighet (mm/h)

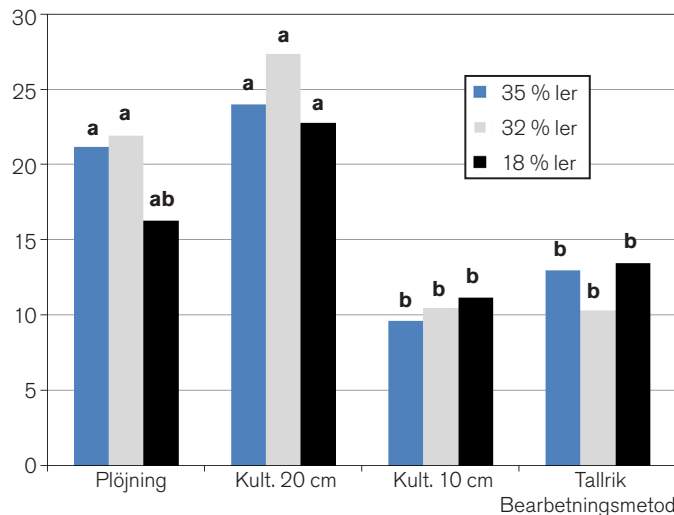


Figur 5. Genomsläpplighet i försök med olika bearbetningsdjup, medeltal för tre försök.



Figur 4. Penetrationsmotstånd i ett försök på lättlera på Ultuna. Mätning gjord fyra år efter försökets start.

Bränsleförbrukning (l/ha)



Figur 6. Dragkraftsbehov i tre försök med olika bearbetningsdjup på olika jordarter. I plöjningsfria led gjordes två körningar med redskapen. När staplar inom samma jord har olika bokstav är skillnaden statistiskt säker.

Hur djupt ska vi bearbeta i plöjningsfri odling?

fanns inga tydliga skillnader i skörd beroende på bearbetningsdjup (tabell 3). Skörden av höstvetete, havre, oljeväxter och sockerbetor var i genomsnitt något lägre i plöjningsfria led än i plöjda, medan resultatet var omvänt för korn. För ärter var skörden högre vid djup bearbetning. Ärter ingick dock endast i fyra försök och skillnaden var ej signifikant.

Hur djupt ska man bearbeta?

Vilka slutsatser kan man då dra av de undersökningar som har gjorts? Till viss del kan det anses förvånande att ett ökat bearbetningsdjup sällan givit några skördehöjningar. Luckring är ju en av anledningarna till att vi bearbetar, och förväntas bland annat leda till ökad rottillväxt genom att markens mekaniska motstånd minskar. I våra försök visar mätningarna regelmässigt ett högre mekaniskt motstånd vid minskat bearbetningsdjup, men trots detta ser vi små skillnader i skörd. Det verkar därför som att vi generellt inte har så stort luckringsbehov på svenska åkerjordar. Grundbearbetning med tallriksredskap gav dock i medeltal något lägre skörd än körning med kultivator, oavsett om denna utförts grunt eller djupt.

Negativa effekter av packning verkar alltså till största delen uppvägas av de fördelar som kan finnas med en bättre

ledningsförmåga. I ett av försöken som låg på styv lera kunde vissa år tydligt observeras en ”randighet” och sämre tillväxt kopplat till den djupa bearbetningen med kultivator.

De lättaste jordarna anses generellt ha störst luckringsbehov, och en sådan tendens finns också i dessa försök. Djup bearbetning gav i medeltal högre skörd på lättleror, och lägre skörd på styv lera. Det fanns ingen tydlig skillnad i hur bearbetningsdjupet påverkade olika grödor.

Andra skäl kan tala för djupare bearbetning

Luckring är en av anledningarna till att vi bearbetar; andra är bland annat att blanda in växtrester och att bekämpa ogräs. Ett ökat bearbetningsdjup kan i vissa fall antagligen öka effekten mot perenna ogräs, t.ex. kvickrot och tistel, men detta har inte undersökts i de försök som presenteras här.

I praktiskt jordbruk används tyngre skördetröskor än i fältförsök, vilket ibland kan leda till kraftig spårbildning. Ett ökat bearbetningsdjup kan då vara nödvändigt för att underlätta såbäddsbereidning och sådd i spåren, även om fältet i stort inte är i behov av kraftig luckring.

Ett annat problem i plöjningsfri odling kan vara sådd i stora mängder

skörderester. Bearbetningsdjupet måste då anpassas för att ge tillräcklig inblandning av skörderesterna.

Sammanfattningsvis bör bearbetningsdjupet i plöjningsfri odling i första hand anpassas för att ge goda förutsättningar för sådd och etablering, genom att ge en tillräckligt jämn markyta och tillräcklig inblandning av skörderester. Ökat bearbetningsdjup med kultivator för att öka luckringen av marken är sällan motiverat, särskilt inte på styva jordar.

Läs mer

Arvidsson, J. & Sörensson, F. 2013. Bearbetningsdjup i plöjningsfri odling. Inst. för mark och miljö, *Rapporter från Jordbearbetningen*, Nr 126.

Arvidsson, J., Westlin, A., & Sörensson, F. 2013. Working depth in non-inversion tillage—Effects on soil physical properties and crop yield in Swedish field experiments. *Soil & Tillage Research* 126, 259–266.

Författare



JOHAN ARVIDSSON

Professor i jordbearbetning vid inst. för mark och miljö, 018-67 12 10
Johan.Arvidsson@slu.se

Tabell 3. Relativ skörd (plöjning=100) för djup och grund plöjningsfri odling, uppdelat efter grödor. Standardavvikelse anges inom parentes.

Gröda	Antal försök	Djup (15–20 cm)	Grund (5–10 cm)
Höstvetete	49	95,5 (10,1)*	96,1 (9,8)*
Korn	20	103,8 (12,7)	104,2 (15,1)
Havre	9	97,7 (7,4)	94,3 (12,0)
Ärter	4	105,0 (8,0)	97,3 (7,5)
Oljeväxter	19	97,0 (7,3)	96,2 (9,2)
Sockerbetor	5	96,5 (5,3)	96,4 (6,7)

*= signifikant skild från 100 (P<0,05)

