

Reducerad jordbearbetning på rätt sätt – en vinst för miljön!



- Ett lyckat resultat av reducerad jordbearbetning kräver kunskap och intresse hos lantbrukaren.
- För att nå en hög miljönytta bör skörden inte bli påtagligt mindre än vid konventionell bearbetning, eftersom en hög skörd är viktigt för att det ska bli liten miljöpåverkan per mängd skördad produkt.
- Ett högt ogräs- eller sjukdomstryck kan vid reducerad jordbearbetning leda till skördeminskning eller ökad kemisk bekämpning.

Förord

Ett stort tack till alla lantbrukare som har tagit sig mycket tid till att svara på enkäten och dela med sig av sina erfarenheter, trots vårbrukstider. Många analyserande och reflekterande svar och kommentarer på frågorna gav ett intressant underlag till att besvara frågeställningarna i undersökningen.

Tack till Robert Paulsson, Jordbruksverket, som initierade studien.

Tack till Miljömålsrådet som möjliggjorde studien.

Tack till Cecilia Linge, Greppa näringen och Jordbruksverket, som tillhandahöll e-postadresser till alla lantbrukare som jag kontaktade. Tack också till Johan Lagerholm, Lantmännen Växtråd, som bad några av sina kunder att svara på enkäten så att fler lantbrukare från Mellansverige fick möjlighet att svara på enkäten.

Skara november 2010

Maria Stenberg

SLU, Institutionen för mark och miljö
Precisionsodling och pedometri
Box 234
532 23 Skara

0511-67274, 070-299 7274
Maria.Stenberg@slu.se
www.slu.se/mark

Omslagsbilden: Jordbearbetning med kultivatorredskap. Foto Emma Eriksson,
Hushållningssällskapet Skaraborg

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Innehållsförteckning.....	5
Sammanfattning.....	7
Inledning.....	9
Mål och genomförande.....	9
Definition av reducerad jordbearbetning.....	10
Vilka miljömål påverkas av reducerad jordbearbetning?.....	11
Ingen övergödning.....	11
Begränsad klimatpåverkan.....	11
Giffri miljö.....	12
Ett rikt odlingslandskap.....	12
Avgränsningar.....	12
Bakgrund.....	13
Jordbearbetning.....	13
Reducerad jordbearbetning.....	13
På hur stora arealer tillämpas reducerad bearbetning i Sverige?.....	15
Vad vet vi om skördar och miljöpåverkan vid reducerad bearbetning?.....	16
Skördar.....	16
Växtnäringsförluster.....	17
Bekämpningsmedelsanvändning.....	20
Energiåtgång.....	23
Klimatpåverkan.....	23
Vilka erfarenheter finns hos lantbrukare?.....	24
Genomförande.....	24
Enkät svar.....	25
Vid vilka situationer uppstår miljömålskonflikter?.....	32
Hur kvantifiera miljömålskonflikterna?.....	33
Referenser.....	36
Bilaga 1. Enkät till lantbrukare.....	41
Bilaga 2. Enkät svar – Citat fördelar med reducerad jordbearbetning.....	44
Bilaga 3. Enkät svar – Citat nackdelar med reducerad jordbearbetning.....	46

Sammanfattning

Om reducerad bearbetning tillämpas utifrån platsgivna förutsättningar med väl valda metoder och behovsanpassning av övriga åtgärder så är reducerad bearbetning ett sätt att minska olika miljömålskonflikter. Men tillämpas reducerad bearbetning som en kostnadsbesparande och extensiv åtgärd i odlingen är det en större risk för att konflikter mellan miljökvalitetsmålen uppstår särskilt om ogräsbekämpningen utförs med totalbekämpningsmedel årligen oavsett behov eller ej. Om brukaren också misslyckas med resultatet av bearbetningen och får sämre markstruktur och sämre avkastning på grödorna kan även andra effekter på miljön bli negativa. En stor osäkerhet ligger fortfarande i hur påverkan blir på de miljöeffekter som avgör hur målet ”Begränsad klimatpåverkan” uppnås.

Reducerad jordbearbetning tillämpas i jordbruket eftersom det sparar arbets- och maskinkostnader jämfört med konventionell jordbearbetning. Reducerad bearbetning innebär icke-vändande bearbetning, färre körningar, mindre intensitet, mindre djup bearbetning eller ingen bearbetning alls. Det finns också två miljöskäl att reducera jordbearbetningen - att minska utlakning av växtnäringsämnen och jordbrukets klimatpåverkan. När jordbearbetningen reduceras så begränsas mineraliseringen av näringsämnen från organiskt material och då även risken för utlakning av kväve. Klimatpåverkan reduceras genom att bränsleförbrukningen vid jordbearbetning går ner, och därigenom sänks nivån på koldioxidutsläppen. Den minskade mineraliseringen kan också leda till att storleken på markens kollager ökar, om reducerad jordbearbetning tillämpas långsiktigt. Reducerad jordbearbetning kan därmed vara positivt för miljökvalitetsmålen ”Begränsad klimatpåverkan” och ”Ingen övergödning”. Samtidigt finns en potentiell konflikt med miljökvalitetsmålet ”Giftfri miljö”. Jordbearbetning och framförallt plöjning har en växtskyddsfunktion i jordbruket, genom att plojen vänder ner ogräs som kan konkurrera med grödan. Även växtrester på markytan som kan överföra sjukdomar till nästkommande gröda vänds ner med plojen. När jordbearbetningen reduceras så kan det minskade växtskyddet från plöjningen kompenseras med ökad kemisk bekämpning. Det finns även erfarenheter från jordbrukare att det genom en noggrant planerad växtföljd går att undvika en ökad kemisk bekämpning, även vid reducerad jordbearbetning. Syftet med sammanställningen var att utifrån kunskapssammanställningen identifiera möjliga vägar att minska miljömålskonflikterna samt även kunskapsluckor. Förutom kunskapssammanställningen baserad på publicerad litteratur utfördes även en enkätundersökning

Jordart, klimat, växtföljd och lantbrukarens engagemang är faktorer som spelar stor roll. Detta gör att det är svårt att göra generella kvantifieringar av hur miljömålen uppnås och av vilka miljömålskonflikter som uppstår. Dessa beräkningar behöver göras på basis av specifika platsegenskaper. Man kan konstatera att många av dem som svarade på enkäten nämner att en bra växtföljd och behovsanpassad jordbearbetning och bekämpning är förutsättningar för att lyckas med reducerad jordbearbetning. Lyckas man med dessa uppkommer inte några ökade behov av bekämpning av ogräs och skadegörare och man kan också nå den kostnadsbesparing som oftast var den starkaste drivkraften till att övergå till reducerad bearbetning enligt enkätsvaren.

Vid vilka situationer uppstår miljömålskonflikter? Så länge avkastningen inte blir lägre vid reducerad bearbetning än om man plöjer och inte behovet av kvävegödsling eller andra växtnäringsämnen ökar blir utnyttjande av växtnäring detsamma eller bättre och risken för utlakning eller emissioner ökar inte. Om man däremot får lägre skördar vid samma gödsling ökar risken för mer nitrat i marken vid fel tillfälle och därmed ökar också risken för miljö-

påverkande förluster. Forskning och praktik visar på att ett lyckat system för jordbearbetning innebär bra grödor som utnyttjar tillförd växtnäring och platsgivna resurser bättre. På grund av detta blir utlakning av kväve mindre och energieffektiviteten bättre. Det uppstår inga ökade behov av bekämpningsmedel och därmed blir det ingen ökad risk för utlakning av pesticider. Den ekonomiska hållbarheten blir också högre. Miljömålskonflikterna uppstår om man misslyckas med någon av åtgärderna.

Inledning

Reducerad jordbearbetning tillämpas i jordbruket eftersom det sparar arbets- och maskinkostnader jämfört med konventionell jordbearbetning. Det finns också två miljöskäl att reducera jordbearbetningen - att minska utlakning av växtnäringsämnen och jordbrukets klimatpåverkan. När jordbearbetningen reduceras så begränsas mineraliseringen av näringsämnen från organiskt material och då även risken för utlakning av kväve. Klimatpåverkan reduceras genom att bränsleförbrukningen vid jordbearbetning går ner, och därigenom sänks nivån på koldioxidutsläppen. Den minskade mineraliseringen kan också leda till att storleken på markens kollager ökar, om reducerad jordbearbetning tillämpas långsiktigt. Reducerad jordbearbetning kan därmed vara positivt för miljö kvalitetsmålen **Begränsad klimatpåverkan** och **Ingen övergödning**.

Samtidigt finns en potentiell konflikt med miljö kvalitetsmålet **Giftfri miljö**. Jordbearbetning och framförallt plöjning har en växtskyddsfunktion i jordbruket, genom att plogen vänder ner ogräs som kan konkurrera med grödan. Även växtrester på markytan som kan överföra sjukdomar till nästkommande gröda vänds ner med plogen. När jordbearbetningen reduceras så kan det minskade växtskyddet från plöjningen kompenseras med ökad kemisk bekämpning. Det finns även erfarenheter från jordbrukare att det genom en noggrant planerad växtföljd går att undvika en ökad kemisk bekämpning, även vid reducerad jordbearbetning.

Mål och genomförande

Det övergripande målet med den här sammanställningen var att kvantifiera omfattningen av möjliga miljömålskonflikter vid tillämpning av reducerad jordbearbetning. I första hand avsågs de miljömålskonflikter som uppstår vid ett ökat behov av att använda herbicider. Sammanställningen av befintlig kunskap gjordes genom en genomgång av äldre och nyare internationell och svensk litteratur för att kartlägga användningen och behovet av bekämpningsmedel vid reducerad jordbearbetning och jämföra den med användningen av bekämpningsmedel när konventionell jordbearbetning tillämpas.

Syftet med sammanställningen var att utifrån kunskapssammanställningen identifiera möjliga vägar att minska miljömålskonflikterna samt även kunskapsluckor. Olika faktorer relaterade till reducerad bearbetning som påverkar möjligheterna att uppnå de olika miljö kvalitetsmålen (Ingen övergödning, Begränsad klimatpåverkan och Giftfri miljö) skulle specificeras och vägas mot varandra.

Förutom kunskapssammanställningen baserad på publicerad litteratur och tillgängliga publikationer på webben utfördes även en enkätundersökning vänd till lantbrukare inom Greppa näringen för att få ett aktuellt underlag över hur reducerad jordbearbetning tillämpas idag och vilka erfarenheter lantbrukare har av reducerad bearbetning.

Definition av reducerad jordbearbetning

Phillips et al. (1980) definierade konventionell jordbearbetning som bearbetning med plog följt av en eller två harvningar. I Sverige är definitionen traditionellt densamma och reducerad bearbetning definieras oftast som ett bearbetningssystem där man frångår plöjning med vändskiveplog till 20-25 cm djup och ersätter det med ett system som innebär icke-vändande bearbetning, färre körningar, mindre intensitet, mindre djup bearbetning eller ingen bearbetning alls (se t.ex. Gustafsson & Johansson, 2008). Man kan också betrakta grundplöjning som en form av reducerad bearbetning.

Reducerad jordbearbetning har tillämpats i ökande grad i världen sedan 1940-talet då herbicider blev tillgängliga och jordbearbetning inte längre var den enda metoden att reglera ogräsfloran på åkermarken (se t.ex. Phillips et al., 1980). I många områden globalt tillämpas systemen som ”conservation tillage”, på svenska kan man översätta det med markvårdande bearbetning, för att hushålla med vatten och för att minska problem med erosion för att öka produktiviteten genom att välja säkrare metoder för växtodlingen, men också för att minska kostnader och energiåtgång vid bearbetning.

Jordbearbetningsstrategier för att gynna markvård definieras ofta som icke-vändande jordbearbetning (se t.ex. Morris et al., 2010), vilket också begreppet reducerad bearbetning kan definieras som (Van den Putte et al., 2010). Dock definieras även grundplöjning med vändskiva som reducerad bearbetning ibland (se t.ex. Westlin, 2007). Inom olika system för reducerad och markvårdande bearbetning eftersträvas rikligt med växtrester i markytan och minst 30 % marktäckning med växtrester kan man hitta som en definition av ”conservation tillage” och system som ”no-till”, ”mulch-till”, ”strip-till” och andra system med minimerad bearbetning inkluderas ofta. Riklig mängd växtrester i markytan minskar risken för erosion vilket är av stor vikt i många områden globalt och gör att olika bearbetningssystem med så lite jordbearbetning som möjligt ökar i omfattning för att säkerställa en långsiktig produktion (Lahmar, 2010; Morris et al., 2010).

Begreppet reducerad bearbetning används inte bara i Sverige utan kan definieras som system med bearbetning med kultivatorer som lämnar en del växtrester i markytan men inte i samma utsträckning som vid ”conservation tillage”. Olika metoder för reducerad bearbetning kan tillämpas. Den metod som väljs skall ge tillräckliga förutsättningar för att etablera en gröda på ett tillfredställande sätt, t.ex. förhållanden för groningen och rottillväxt. I Sverige inkluderar vi dock oftast alla system som innebär reducering av bearbetningsintensiteten jämfört med plöjning (Gustafsson & Johansson, 2008) men förknippas ofta i första hand med så kallad plöjningsfri odling. I stället för att plöja med vändskiveplog till cirka 20-25 cm djup använder man pinnkultivator eller tallriksredskap för att luckra jorden, bekämpa roto-gräs mekaniskt, stimulera spillsäd att gro och blanda in växtrester inför etablering av nästa gröda.

Idag finns många olika kultivatorer som ger mer eller mindre grunda bearbetningar och olika grad av intensitet i bearbetningen. Direktsådd utan någon bearbetning innan sådd och minimal jordomblandning vid sådd är den mest ”extrema” varianten av reducerad bearbetning. Såmaskinerna har utvecklats idag så att det finns maskiner anpassade för direktsådd på olika jordar och olika förhållanden. På många såmaskiner finns även förredskap som ger viss bearbetning för att skapa en såbädd för inblandning av växtrester. Globalt är direktsådd (no-till) en metod som används i många områden där erosion och vattentillgång är begränsande faktorer i växtodlingen.

Vilka miljömål påverkas av reducerad jordbearbetning?

Riksdagen beslutade 1999 om 15 miljö kvalitetsmål. År 2005 blev antalet mål 16. Målen skall uppnås inom en generation (år 2020) och följs regelbundet upp under ansvar av Miljömålsrådet genom ett antal indikatorer (<http://www.miljomal.se/Alla-indikatorer/>). En halvtidsuppföljning finns publicerad av Miljömålsrådet (Miljömålsrådet, 2009). Det är tydligt att effekterna av reducerad bearbetning kan påverka möjligheterna att nå de olika miljömålen på flera sätt och att konflikter mellan målen därmed kan uppstå.

Ingen övergödning

Definitionen av målet ”Ingen övergödning” är att ”Halterna av gödande ämnen i mark och vatten skall inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningar för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten” (www.miljomal.se).

Reducerad jordbearbetning kan direkt påverka hur målet ”Ingen övergödning” uppnås genom att orsaka ökad eller minskad utlakning av växtnäringsämnen, främst kväve (N) och fosfor (P), dels genom påverkan på markstrukturen vilket har betydelse för vattnets rörelse i marken och dels genom påverkan av innehållet av lösliga former av N och P i marken av själva bearbetningen. Kväve mineraliseras från det organiska materialet i marken och mineraliseringen kan stimuleras av en bearbetning. Det finns också en risk för lakning av växtnäringsämnen från växtmaterial som lämnats på markytan. Om skörden påverkas av bearbetningssystemet medför det effekter på effektiviteten i upptag av växtnäringsämnen vilket också har betydelse för hur mycket som utlakas.

Begränsad klimatpåverkan

Definitionen av målet ”Begränsad klimatpåverkan” är att ”Halten av växthusgaser i atmosfären skall i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig” (www.miljomal.se).

Skälen till att övergå till reducerad jordbearbetning kan vara många. På en del jordar påverkas markstrukturen positivt så att odlings säkerheten ökar väsentligt vilket ger en bättre produktion och ett mer gynnsamt ekonomiskt utfall. Ett annat skäl att övergå till reducerad jordbearbetning är minskade kostnader för arbete och drivmedel jämfört med plöjning med vändskiveplog. Vid reducerad jordbearbetning åtgår generellt mindre mängder drivmedel. Minskad bearbetningsintensitet ger minskad stimulans av mineraliseringen av det organiska materialet i marken vilket kan ge ökad kolinlagring i marken. Detta är förutsatt att växtrester lämnas efter skörd vilket ibland inte är fallet då stora mängder växtrester kan ge problem i system med reducerad bearbetning. Reducerad bearbetning kan också innebära ett ökat behov av överfarter vilket ger ökad klimatpåverkan genom ökad energiförbrukning. Ökad användning av bekämpningsmedel ger också ökad klimatpåverkan.

Giftfri miljö

Definitionen av målet ”Giftfri miljö” är att ”miljön skall vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden” (www.miljomal.se).

Användningen av bekämpningsmedel i jordbruket men även risken för utlakning av bekämpningsmedel är två faktorer som berör detta miljömål. Vid tillämpning av reducerad jordbearbetning kan behovet av bekämpningsmedel öka. Rotogräs kan uppförökas och fröförrådet i marken kan öka vilket kan medföra ett ökat behov av herbicider i odlingen. Den ökade mängden växtrester i markytan som blir fallet vid reducerad bearbetning kan också ge ett ökat sjukdomstryck, speciellt svampsjukdomar vid ensidiga växtföljder, vilket ger ökat behov av fungicider för att säkerställa skörden. Ökade mängder växtrester och ökad mullhalt kan ge en ökad nedbrytning och bindning av pesticider och därmed minskad risk för utlakning. Risken för utlakning av pesticider från mark som brukas med reducerad jordbearbetning kan också bli större än med plöjning.

Inom miljöövervakningen följs halter av olika bekämpningsmedel i yt- och grundvatten samt i sediment på ett antal platser i Sverige (Adielsson et al., 2009). Glyfosat är den aktiva substans som används mest i Sverige och den, tillsammans med nedbrytningsprodukten AMPA, hittas nästan alltid i ytvattenprover och i sediment. I rapporten redovisas ingen koppling till reducerad jordbearbetning. Även i Norge återfinns glyfosat ofta i yt- och grundvatten vid provtagningar (Stenrød et al., 2007). Långsam nedbrytning av glyfosat vid låga temperaturer ses som en orsak till att det ofta återfinns förutom att det är en substans som används i stor utsträckning.

Ett rikt odlingslandskap

Definitionen av målet ”Ett rikt odlingslandskap” är att ”Odlingslandskapets och jordbruksmarkens värde för biologisk produktion och livsmedelsproduktion skall skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden och kulturmiljövärdena bevaras och stärks” (www.miljomal.se).

Den biologiska mångfalden i jordbrukslandskapet kan gynnas av reducerad bearbetning. Antalet växtarter kan stimuleras och öka om andra arter än kulturväxterna gynnas. Det i sin tur kan gynna insekter, fåglar och djur som lever av frön och växter. Gynnas insekter gynnar det i sin tur fåglar och olika djurarter. Mer spillsäd och växtrester i markytan gynnar också djurlivet men också det biologiska livet i marken. Ökad användning av bekämpningsmedel kan dock påverka mångfalden negativt.

Avgränsningar

I den här sammanställningen analyseras reducerad bearbetning i relation till ett antal av Sveriges miljökvalitetsmål (www.miljomal.se). I huvudsak behandlas målen ”Minskad klimatpåverkan” (mål nummer 1), ”Giftfri miljö” (4) och ”Ingen övergödning” (7). I viss mån

berörs även mål 13, ”Ett rikt odlingslandskap”. Litteratursammanställningen greppar över både internationella och svenska publikationer men i huvudsak de som är relevanta för de jordbearbetningssystem och grödor som vi har i Sverige.

Bakgrund

Jordbearbetning

Luckring av jorden inför etablering av en ny gröda behövs i många fall. Lerjordar är strukturerade, d.v.s. de har en mer eller mindre stabil struktur bestående av större eller mindre aggregat och sprickor. Lermineralerna tillsammans med olika oxider och organiskt material gör att strukturen stabiliseras. Markstruktur är något som utvecklats med tiden, en process som startar när leran för första gången torkar. När leran fryser fungerar isbildningen som en uttorkande process och har samma verkan på markens struktur. Den årliga tjälbildningen på våra breddgrader gör att lerjordarna utsätts för processer som i sig luckrar jorden i viss mån.

Marken kompakteras dels genom naturlig sättning men också av den trafik som sker på markytan vid sådd, skörd och andra åtgärder i fält. Beroende av däcksbredd och vikt på fordon och redskap packas marken i olika grad och till olika djup. Denna packning innebär att marken behöver luckras för att en ny gröda skall kunna etablera sina rötter i marken till tillräckligt djup. Ju stabilare struktur en mark har desto mindre packas jorden och mindre luckring behövs. Markpackning kan till viss del lindras genom val av maskiner och planering av åtgärderna samt att undvika körning på marken när bärigheten är dålig t.ex. vid blöta förhållanden.

Jordar som domineras av sand och mo kallas för enkelkornjordar och saknar lerjordarnas struktur. Dessa jordar har inga djupgående sprickor gynnsamma för rottillväxt utan sätter sig mer och mer med tiden. Rotdjupet på enkelkornjordar är därför begränsat och dessa jordar behöver luckras mekaniskt för att rottillväxt och därmed etablerade grödor skall gynnas. Man brukar säga att dessa jordar behöver luckring av hela matjorden vilket uppnås med plöjning med vändskiveplog och att jordbearbetning endast av ytligare jordlager eller direktsådd ofta kan leda till försämrad tillväxt av grödorna.

I Sverige är plöjning med vändskiveplog den vanliga metoden för luckring av jorden. Plöjningen görs ned till cirka 20-25 cm djup och innebär att det jordlager som bearbetas vänds. I och med att jordlagret vänds får man en kraftig luckring, växtrester vänds ner och även ogräsfrön och ytliga delar av perenna ogräs hamnar i den djupare delen av matjorden. Plöjning är en mycket effektiv metod för att minska problemen med många ogräs, både fröogräs och rotoogräs. Plöjning kräver dock stort dragkraftsbehov och förbrukar stora bränslemängder. Det är dessutom tidskrävande jämfört med många andra åtgärder i jordbruket. Därför går många över till mindre kostnadskrävande bearbetningssätt.

Reducerad jordbearbetning

Plöjning av hela matjorden kan ersättas av en grundare plöjning eller av kultivering, så kallad plöjningsfri odling eller reducerad bearbetning. Kultivering görs oftast till maximalt cirka 10-12 cm djup med pinnkultivator eller tallriksredskap. Dessa redskap vänder inte jorden utan det

bearbetade jordlagret luckras och blandas om. En viss effekt mot rotoogräs uppnås men inte som vid plöjning eller upprepade kultiveringar. Oogräsfrön vänds inte ner i marken som vid plöjning utan blir kvar relativt grunt och kan därmed gro redan nästa år och medföra ökat behov av ogräsbekämpning. Endast en grund bearbetning kan också stimulera groningen av vissa ogräsarter vilket kan ge minskat ogrässtryck året efter om dessa plantor dör under vintern.

Växtrester blandas ner i jorden även vid reducerad bearbetning men är det mycket växtrester kan det innebära att det blir relativt mycket växtrester kvar i och på markytan. Jämfört med plöjning brukas växtresterna in i en mindre jordvolym vilket på sikt ger högre mullhalt i detta jordlager om reducerad bearbetning tillämpas årligen. Om man däremot plöjer vissa år spås detta återigen ut. Studier har visat på både ökad kolinlagring i jorden vid årlig reducerad bearbetning och på minskad inlagring. Riklig förekomst av växtrester i markytan kan innebära problem vid sådd av nästa gröda genom att det fastnar i såmaskinen och kan påverka groningen negativt. De kan också öka risken för högre sjukdomstryck i växtföljden främst från olika svampsjukdomar när de inte vänds ner djup och huvudsakligen bryts ner.

Traditionellt har marken stubbearbetats före plöjning för att blanda in växtrester i matjorden, ett sätt att undvika att halmen, vilket kan förekomma vid stora halmmängder på markytan efter skörd, hamnar i hög koncentration ovanpå plogsulan där förhållandena för nedbrytning inte alltid är så gynnsamma. Speciellt ett så kolrikt material som halm bryts ned långsamt. En stubbearbetning kan också locka fröogräs att gro vilket reducerar fröförrådet i marken.

Önskan om ökad mullhalt i markytan är något som kan vara en orsak till att man går över till reducerad jordbearbetning. Markens strukturabilitet ökar med ökande mullhalt. Marken blir mindre benägen att slamma och när den torkar så blir risken för bildning av en hård skorpa mindre när mullhalten är högre. Risken för jorderosion minskar och vattenhushållning förbättras då markens porositet ofta ökar med ökande mullhalt vilket ger ett större magasin för växttillgängligt vatten i marken.

Vid bearbetning av jorden bildas ofta förtätade lager omedelbart under bearbetningsdjup, så kallade bearbetningssulor. Vid plöjning kallas det plogsula och orsakas av ältning och tryck från traktorns hjul som går i plogfåran. Bearbetningssulor skapas ofta vid upprepade harvning för såbäddsberedning. Vid kultivering bildas inte ett lika utpräglat förtätat lager i samband med bearbetningen men jorden närmast under kultivatordjup är ofta kraftigt förtätad då den påverkas och packas av trafiken på markytan men luckras inte av någon bearbetning och inte heller av tjälprocessen i lika stor omfattning som det ytligaste jordlagret.

När plöjningen utelämnas bildas på sikt stabila sprickor i marken under bearbetningsdjup när den inte längre vänds varje år. Dessa kompenserar den uteblivna luckringen avseende möjlighet för rötterna att växa och för transport av luft och vatten i profilen. Det är dock viktigt att packning av jorden undviks och att bearbetning sker vid gynnsamma tillfällen annars kan dessa sprickor inte bildas utan blir för täta vilket kan leda till dålig rottillväxt, dålig infiltration av vatten och därmed problem med långsam upptorkning och ökade slammingsproblem samt dålig luftning av marken. Detta leder till försämrad avkastning. Markstrukturen är viktig för vattentransporten genom markprofilen. Vattenlösliga ämnen i marken kan transporteras med vattnet genom profilen och nå yt- och grundvatten. Den ökade förekomsten av sprickor, som ofta är kontinuerliga genom profilen och klassas som makroporer, kan svara för en stor del av vattenflödet genom marken. Via dessa porer kan utlakning av växtnäring och pesticider lätt ske. Även markpartiklar riskerar att transporteras genom porerna om förhållan-

dena i markytan är sådana att partiklar slammas i vattnet. Med dessa partiklar kan stora mängder fosfor, och också pesticider adsorberade till partiklar, transporteras. Förutom yterrosion kan det även ske inre erosion i makroporerna.

Upprepade stubbearbetningar har visat sig vara en verksam metod för att minska problem med kvickrot i odlingen. Kvickrotens utlöpare lockas att rota sig och tömma näringsförrådet. Det förutsätter dock att man återkommer med en ny bearbetning, ytterligare stubbearbetning eller en plöjning, innan den nya plantan växt till sig så pass mycket att den börjar lagra in näring.

På hur stora arealer tillämpas reducerad bearbetning i Sverige?

Statistisk centralbyrån sammanställer data om odlingsåtgärder i jordbruket via enkätundersökningar. I undersökningen av grödorna 2006 och 2008 (SCB, 2007b; SCB, 2009b) inkluderades frågor om jordbearbetningsmetod innan etablering av höstspannmål, vårkorn respektive havre.

Tabell 1. Andel av förfruktsarealen (%) som bearbetades med enbart stubbearbetning eller direktsådd 2006 och 2008 (SCB, 2007b; SCB, 2009b)

	2006			2008		
	Medel riket	Götalands södra slättbygder	Svealands slättbygder	Medel riket	Götalands södra slättbygder	Svealands slättbygder
Enbart stubbearbetning vid etablering av höstspannmål	28	34	37	32	41	43
Enbart stubbearbetning vid etablering av vårkorn	11	9	22	12	8	23
Enbart stubbearbetning vid etablering av havre	10	15	15	9	15	15
Direktsådd som etablering av höstspannmål	3	1	7	2	0	5
Direktsådd som etablering av vårkorn	1	1	0	1	2	1
Direktsådd som etablering av havre	2	2	1	2	7	0

Vid etablering av höstsäd så tillämpades enbart stubbearbetning på 28 % av arealen beräknat på hela riket 2006 jämfört med 32 % 2008 (tabell 1). I södra Götalands och Svealands slättbygder var det vanligare att utesluta plöjning än i andra områden, 41 % respektive 43 % av arealen stubbearbetades 2008. Vid etablering av vårsådd spannmål var det en betydligt mindre areal som endast stubbearbetades. Även där var det vanligast att utesluta plöjningen i södra

Götalands och Svealands slättbygder. Direktsådd tillämpades i liten utsträckning både 2006 och 2008, bara på några få procent av arealen.

Vad vet vi om skördar och miljöpåverkan vid reducerad bearbetning?

Skördar

Att få så stort utbyte av insatta medel som möjligt är en ekonomisk fråga för lantbrukaren men också en fråga om att utnyttja insatsmedlen så väl som möjligt för att undvika förluster till omgivande miljö. Det kan också vara fråga om att eftersträva så liten användning av insatsmedel som möjligt. En väletablerad gröda med välutvecklat rotsystem och bladmassa är en förutsättning för att ta upp lättlöslig växtnäring från marken, och därigenom för att få en bra tillväxt.

Avkastningen vid plöjningsfri odling i Sverige har i långliggande fältförsök varit i nivå med avkastningen efter plöjning i de flesta grödor som odlats i försöken (Arvidsson, 2004; Arvidsson et al., 2009). Sammanställningen av de långliggande försöken visade på lågt behov av luckring på många svenska jordar då man också jämfört olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling utan att se några större effekter på skördarna. Lätta jordar behöver ofta mer luckring än leriga jordar. I de långliggande försöken som redovisas i sammanställningen har detta dock inte alltid varit entydigt utan det beror troligen mycket på platsens förutsättningar, växtföljdens sammansättning och hur mycket jorden packas i växtföljden.

Rasmussen (1999) sammanställde effekter av plöjningsfri odling på skördar och markegenskaper i Skandinavien. Grödval, marktyp och klimat är faktorer som är viktiga för att lyckas med plöjningsfri odling enligt författaren. Plöjningsfri odling passar bäst på styvare jordar, utlakningen av kväve minskar vid mindre intensiv bearbetning samt att det inte går att kompensera grödan med mer kväve vid underoptimal jordbearbetning är andra slutsatser som dras. Stenberg et al. (2000) fann att markstrukturen var stabilare efter reducerad bearbetning på en mjälajord jämfört med plöjd mark.

Van den Putte et al. (2010) studerade resultat från 47 olika Europeiska studier och kom fram till att växtföljden har stor betydelse för skördarna i olika reducerade system. I växtföljder med enbart spannmål sjunker skördarna med tiden. Bearbetningsdjupet visade sig också ha stor betydelse för avkastningen.

Förutsättningarna för olika system för jordbearbetning är ofta annorlunda utanför Europa. Där är den huvudsakliga orsaken att anamma system för reducerad bearbetning att öka odlings-säkerheten, minska erosionen och öka vattenhushållningen Och system med direktsådd och reducerad bearbetning ger ofta större odlings-säkerhet och därmed högre avkastning än system med intensiv bearbetning (se t.ex. Carter, 1994; Cannell & Hawes, 1994).

Växtnäringsförluster

Olesen et al. (2002) och Olesen (2006) sammanfattade olika miljöeffekter av icke-värdande bearbetning och konstaterade att i de flesta studier över reducerade bearbetningssystem jämförs avkastningen i olika system. De flesta studier av miljöeffekter är utförda i system med direktsådd. Ju lägre intensitet i bearbetningen jämfört med plöjning desto större förändringar kan man förvänta sig. Direktsådd är den form av reducerade system som skiljer sig mest från plöjning. Positiva miljöeffekter är förknippade med energiförbrukning, kolinlagring i marken, nitratutlakning, erosion och biologisk mångfald enligt författaren. Negativa effekter som man kan förvänta sig är förknippade med användning av bekämpningsmedel och lustgasemissioner. De totala växthusgasemissionerna borde dock bli mindre med system där jorden inte vänds konstaterar Olesen.

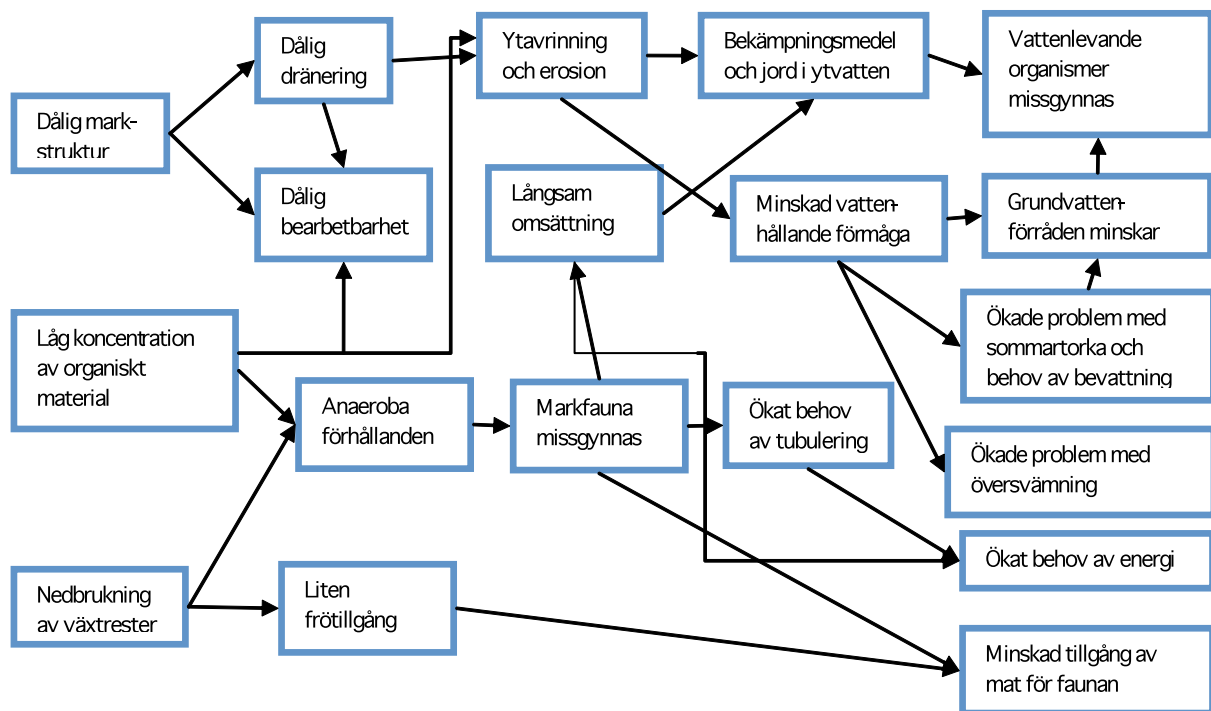
Däremot ansåg Olesen et al. (2002) att effekter på pesticid- och fosforutlakning är osäkra. Ökad pesticidanvändning kan öka risken för utlakning. Ökad halt organiskt material i markytan kan försämra effektiviteten av en del pesticider men vilket också kan ge minskad risk då större andel bryts ned. Mer växtrester i markytan kan gynna sjukdomar. Utlakning av partikelbunden fosfor kan minska men ökande koncentrationer av fosfor i markytan kan öka risken för utlakning. De flesta av effekterna på miljön beror på förändrade fysikaliska, kemiska och biologiska egenskaper i marken. Markfaktorer som ändras mycket är ökade mängder växtrester i ytliga lager, ökad biologisk omsättning i ytlagret beroende av ökad mängd växtrester, ökad aggregatstabilitet och därmed ökad mängd skyddat organiskt material samt ökad skrymdensitet i tidigare bearbetade jordlager vilket påverkar infiltration och luftning av marken. Tidigare plogsulor kan också med tiden försvinna och andelen kontinuerliga porer öka vilket kan ge ökat makroporflöde. Vattenhalten i marken ökar ofta och marktemperaturen blir generellt lägre.

Stenberg et al. (2005a) fann att utnyttjandet av tillfört kväve på en lerjord inte var lägre i ett led med plöjningsfri odling jämfört med plöjda led utan snarare något högre. Ackumulerat mineralkväve under hösten var cirka 6 kg N ha^{-1} lägre i november än i ett led som plöjdes snart efter skörd, samtidigt som kultivering utfördes. I december fanns inte denna skillnad längre men denna skillnad kan bero på att nitrat utlakats från det plöjda ledet i högre grad än det plöjningsfria. I ett sent plöjt led var det ännu mindre ackumulering av mineralkväve. Torra höstar ackumulerades mer kväve i marken än fuktigare höstar vilket indikerar att en del av förlusterna av kväve från lerjordar sker genom emissioner av kväve som lustgas (N_2O) eller i form av kvävgas (N_2), båda produkter från den mikrobiologiska processen denitrifikation. I det nämnda försöket görs mätningar av lustgasemissioner 2009-2010.

Hansen et al. (2010) kunde inte visa på att reducerad bearbetningsintensitet i form av icke-värdande jordbearbetning i stället för plöjning reducerade utlakningen av kväve. Olika växtföljder tillämpades dock så att effekterna kunde ha suddats ut av användning av fånggrödor och ärter i växtföljderna. Man trycker på att det viktigaste är att tillämpa odlingsåtgärder som ger bra grödor som utnyttjar växtnäringsen så bra som möjligt under en så stor del av året som möjligt för att kunna minska riskerna för oönskade förluster. Myrbeck & Stenberg (2008) fann dock att mineralkvävemängden i marken under hösten berodde mer på tidpunkten för bearbetning än till vilket djup marken bearbetades. Även i direktsådda led ökade mineraliseringen av kväve under hösten. Engström et al. (2008) noterade en viss minskning av nitratutlakning efter direktsådd av höstveten efter höstraps jämfört med om marken plöjdes.

Silgram & Shepherd (1999) menar, i en sammanställning med fokus på förhållanden i Storbritannien, att risken för kväveutlakning under höst och vinter minskar med reducerad bearbetning, då kvävemineriseringen ökar direkt efter en bearbetning. Detta dock förutsatt att skördenivån bibehålls. Även Morris et al. (2010) visade i en sammanställning på olika aspekter under förhållande som i Storbritannien av olika system med jordbearbetning som inte vänder jorden som vid plöjning. De lyfter bl.a. fram anpassning till jordart då lätta jordar behöver mer luckring än leriga jordar, hantering av växtrester och ogräs. Lyckas man med dessa kan man utnyttja fördelarna med dessa jordbearbetningssystem som minskad bränslekostnad och tidsåtgång samt förbättrad kontroll av erosion och få bibehållna eller förbättrade förutsättningar för grödorna.

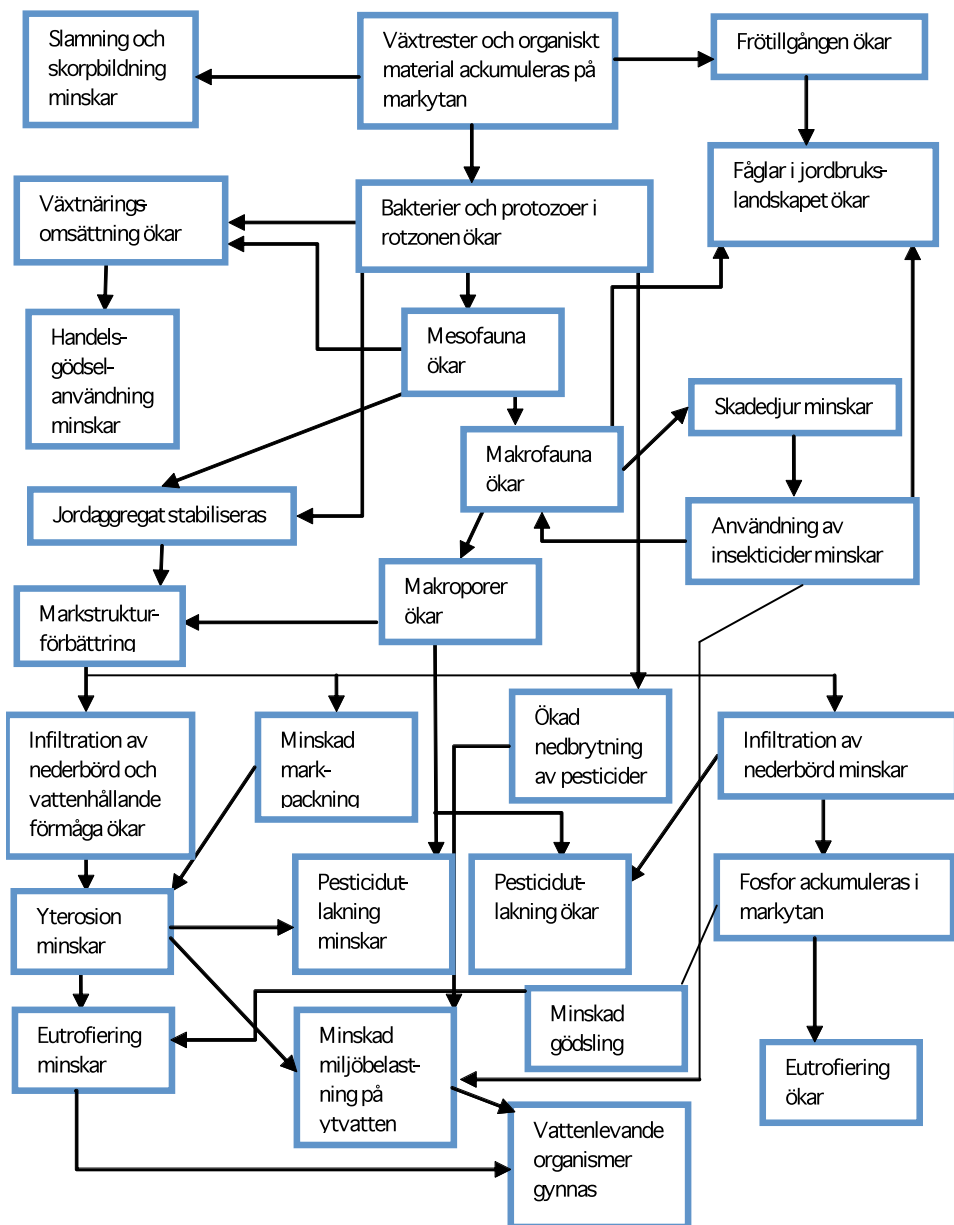
Yterrosion från åkermark till omgivande miljö och därmed även förluster av partikelbunden fosfor kan vara betydande i en del områden. I Norge har man visat att reducerad bearbetning kan minska erosionsförlusterna jämfört med plöjning, speciellt om man tillämpar vårbearbetning (Lundekvam & Skøien, 1998). Reducerad bearbetning kan medföra ökad fosforutlakning genom ökad risk för transport genom kontinuerliga makroporer vilka utvecklas med tiden om plöjningsfri odling tillämpas konsekvent (Ulén et al. 2010).



Figur 1. Jordar med förstörd struktur kan påverka miljön negativt genom olika processer som visas i figuren (från Holland, 2004).

Holland (2004) sammanställde överskådligt olika konsekvenser för miljön av effekter på markstrukturen som jordbearbetning har (figur 1) och processer som påverkas av bearbetning och kan ha en positiv effekt på miljön (figur 2). Holland framhöll markens organiska material och hur det påverkas av jordbearbetning som en av de viktigaste faktorerna för olika processer som påverkas av jordbearbetning och som har effekter på miljön. Misslyckas man med att genomföra jordbearbetningen på ett önskat sätt kan man dock få en effekt som är negativ för miljön. Figurerna åskådliggör exempel på hur olika miljömålskonflikter kan uppstå. Mark-

strukturen och olika processer beroende av strukturen är viktiga faktorer för att reducerad bearbetning skall kunna ge positiva miljöeffekter och kan förstärka negativa effekter som motverkar positiva effekter som minskad energiåtgång vid bearbetning och minskade förluster av växtnäring.



Figur 2. Processer genom vilka markvårdande jordbearbetning kan ge positiva effekter på miljön (från Holland, 2004).

I Sverige har man visat att odlingsåtgärder som fånggröda och vårplöjning minskar utlakningen av kväve betydligt på lätta jordar (Aronsson & Torstensson, 1998; Stenberg et al., 1999) och idag finns ett regelsystem för fånggrödor och vårbearbetning i södra Sverige med syftet att minska kväveutlakningen. Kombinationen fånggrödor och plöjningsfri odling kan dock kräva mer frekvent användning av totalbekämpning än när fånggrödan plöjs ner. Etana (2006) undersökte etablering av vårraps efter vårbearbetning av fånggröda med olika bear-

betningssystem med och utan glyfosatbehandling och konstaterade att på jordar med upp till 30 % ler kan man avdöda fånggrödan även med en grund bearbetning på våren utan att få skördesänkningar.

Bekämpningsmedelsanvändning

Många studier vittnar om större problem med ogräs och därmed ökat bekämpningsbehov när reducerad jordbearbetning tillämpas. Ofta är försök i fält ettåriga och då fångar man inte ackumulerade effekter av flerårig tillämpning av reducerade bearbetningssystem. Man konstaterar ofta att det var mer ogräs i direktsådda led innan en behandling men att skillnaden sedan inte finns kvar efter en herbicidbehandling eller att man inte sett några skillnader och att skillnader inte heller var förväntade (se t.ex. Olofsson, 1993; Myrbeck & Stenberg, 2008).

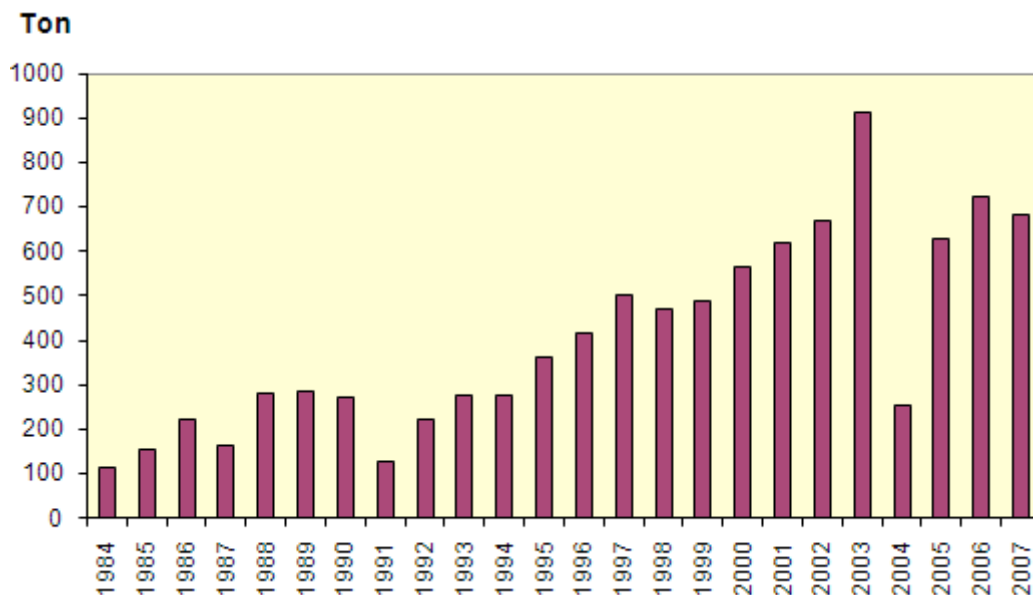
Myrbeck & Stenberg (2008) studerade ogräsmängder efter direktsådd av höstvetete efter höst-oljevaxter i ett projekt med ettåriga försök med huvudsyftet att följa kvävedynamiken på hösten. Mängden tistlar, roto­gräs och örtogräs visade att framförallt örtogräsen var fler efter direktsådd och efter en ytlig bearbetning (Väderstad Carrier) jämfört med plöjning men efter en normal herbicidbehandling på våren fanns inga ledskillnader. Effekten av stubbearbetning med kultivator var något sämre än plöjning. Stenberg et al. (2005b) konstaterade att ogräsmängden efter skörd, baserat på kväveinnehåll i grönt material ovan jord, i medel var större i ett led utan plöjning än i plöjda led i ett långliggande fältförsök. Senare på hösten efter bearbetningar fanns inte denna skillnad.

Arter av tvåhjärtbladiga ogräs med frön som lever kort tid i marken gynnas i högre grad i system med reducerad bearbetning vilket gör att artfördelningen kan ändras på sikt, vilket har visats t.ex. av Ball (1992), och i sin tur kräva en förändring i val av herbicid vid behandling men inte nödvändigtvis ett ökat behov av herbicider. Det finns också en risk att gräsogräsen ökar vilket framförallt kan ge större behov av glyfosat i växtföljden. Risken för kvickrot och andra roto­gräs ökar markant vid direktsådd och också med ökande andel höstsådd spannmål. Tillämpning av reducerad bearbetning kan ge upphov till ökat behov av att bekämpa roto­gräs och då framförallt kvickrot. Håkansson et al. (1998) visade i försök att ett reducerat plöjningsdjup ökade behovet av åtgärder mot förekomst av kvickrot.

Ogräsmängden blir större ju mindre intensiv bearbetning som tillämpas. Tørresen et al. (2003) följde ogräsmängden i led med plöjning, kultivering och direktsådd och fann att roto­gräsen ökade speciellt i direktsådda led. Herbicidbehandling av led med reducerad bearbetning gav samma mängd ogräs som plöjda led. I direktsådda led var glyfosat nödvändigt för att kontrollera roto­gräs och då främst kvickrot.

Olesen et al. (2002) framhöll att reducerad bearbetning kan resultera i ökat makroporflöde genom större andel kontinuerliga porer och att detta kan ge ökad risk för utlakning av pesticider och fosfor. Utlakningen av pesticider skulle också kunna minska genom högre nedbrytning och fastläggning i ytliga markskikt med högre halt organiskt material. Larsbo et al. (2009) visade att fastläggningen av pesticider kan öka vid reducerad bearbetning vilket kan minska risken för utlakning men detta kan motverkas av större risk för makroporflöden vilket kan ge ökad utlakningsrisk. Stenberg et al. (2009) observerade högre koncentrationer av kvinmerak, ett verksamt ämne i herbicider, under höst och vinter från plöjd mark än från en kultiverad vilket skulle kunna tyda på snabbare transport genom den luckra, plöjda matjorden

än genom matjord som endast kultiverats. Olesen konstaterade vidare att användningen av pesticider troligen behöver ändras vid övergång till reducerade bearbetningssystem men i vilken grad beror av vilken växtföljd man väljer.



Figur 3. Mängden glyfosat som såldes 1984-2007 (Källa: KemI från www.kemi.se/statistik). Den sålda mängden speglar inte användningen 2003-2004 då en punktskatt infördes 2004 vilket medförde hamstring 2003.

Totalbekämpningsmedel, framförallt glyfosat, är de som används i störst utsträckning för att bekämpa kvickrot i växtföljden. Ser man på statistiken över försålda mängder glyfosat (figur 3) så är trenden sedan 20 år ökande (SCB, 2007a; SCB, 2009a; KemI, 2009). Även antalet hektardoser av glyfosat, liksom även andra grupper av bekämpningsmedel, ökade 2008 till nära 828 ton (KemI, 2009) vilket motsvarade drygt 594 000 doser, även det en ökning. Ökningen just 2008 förklaras av SCB med förväntningar på höga spannmålspriser vilket gjorde bekämpning mer lönsam. Den ökade glyfosatanvändningen tidigare år har relaterats bland annat till ökade arealer träda under 1990-talet efter EU-inträdet, vilket kan ge ökade ogräsmängder, samt kraven på höst- och vinterbevuxen mark som minskar möjligheterna till jordbearbetning och mekanisk bekämpning av ogräsen (se t.ex. SCB, 2003).

Jordbruksverket genomförde 2006 landsomfattande intervjuer för få uppgifter om användning och hantering av växtskyddsmedel (SCB, 2008). Den visade på att den totala glyfosatanvändningen 2006 var 499 ton och av dessa användes glyfosat på 190 000 ha stubb och 45 000 ha träda. Av de 190 000 ha stubb som behandlats med glyfosat återfanns nära 56 000 ha i södra Götalands slättbygder och drygt 54 000 ha i Svealands slättbygder vilket var mer än i övriga jordbruksområden. I dessa områden tillämpas reducerad jordbearbetning i högre utsträckning än i de andra områden och det skulle kunna tyda på att tillämpning av reducerad bearbetning också innebär ökad glyfosatanvändning men statistiken är inte utformad så att den visar på hur stubben sedan bearbetats. Övrig glyfosat i jordbruket användes 2006 till vallbrott (drygt 45 000 ha) eller till att bryta fånggröda med miljöersättning (nästan 49 000 ha). Övrig användning på drygt 6 000 ha var bl.a. för att spruta ner växande gröda.

Den ökade användningen av glyfosat 1994-1997 granskades i en sammanställning gjord av Jordbruksverket 1999 inom projektet CAP:s miljöeffekter (Olofsson & Nilsson, 1999). I sammanställningen ansåg man att ökade problem med kvickrot var den huvudsakliga orsaken till ökad användning av glyfosat. Ökade problem med kvickrot kan enligt författarna bero på ändrade grödval vilket kan ha medfört mindre tid till stubbearbetning i växtföljden men också till större andel grödor med sämre konkurrens mot kvickrot. Under tidsperioden togs även en del areal som tidigare varit under omställning åter i bruk och på dessa marker kan kvickrot ha uppförökats. Under dessa år användes fortfarande fånggrödor på en begränsad areal och kan inte ha påverkat användningen av glyfosat. Däremot kan reglerna om grön mark, vilket ofta innebar att höstbearbetningar utelämnades eller försenades, ha gett ökat utrymme för kvickroten att uppförökas och ge ett ökat bekämpningsbehov. Man anser i rapporten att den ökade tillämpningen av reducerad bearbetning pågått under längre tid än den undersökta perioden och inte orsakade den ökade glyfosatanvändningen. Den huvudsakliga orsaken till den ökade användning av glyfosat var att kostnaden för glyfosat blivit förhållandevis billigare än mekanisk bekämpning, både med avseende på kostnad för arbetstid och för diesel, menade författarna. Man ansåg då också att denna ökade användning vägdes upp av minskad kväveutlakning genom den minskade jordbearbetningen.

Även i Norge har man sett en ökad användning av glyfosat de senaste åren och där ser man ökad tillämpning av reducerad jordbearbetning som en bidragande faktor (Stenrød et al., 2007; Gundersen et al., 2009). I Norge ser man reducerad bearbetning som en viktig åtgärd för att minska jorderosionen från jordbruket vilket är ett stort problem i Norge, men även i Norge är ekonomiska drivkrafter viktiga för val av jordbearbetningsmetod vilket också bidrar till ökade arealer som inte plöjs.

I långliggande försök kan man se ackumulerade effekter av olika bearbetningssystem. Men när ledvisa skillnader uppstår behandlas ofta hela försöksytan då man vill renodla frågeställningarna och då blir det svårt att studera hur behovet av bekämpning skiljer sig mellan de olika ledbehandlingarna. Det är svårt att hitta studier som kvantifierar hur mycket mer herbicider som eventuellt har använts. Man anger ibland att led med direktsådd behandlats mot kvickrot oftare under försöksperioden än led med plöjning men inte i vilken omfattning (Rydberg, 2007).

Behovet av behandling av grödor med fungicider är större i spannmålsdominerade växtföljder än i varierade växtföljder. Paulitz et al. (2010) fann att växtföljden hade större betydelse för avkastningen än om marken plöjdes eller direktsåddes. Även Olofsson (1993) betonar växtföljdens betydelse. En del sjukdomar sprids via växtrester och det kan öka sjukdomstrycket i växtföljden. I system med reducerad bearbetning eftersträvar man att öka halten organiskt material i markytan och gärna även öka mängden växtrester ytligt. Dessa effekter kan motverka varandra och öka behovet av fungicidbehandling. Diversiteten i bakteriesamhällen blir högre när direktsådd tillämpas med kvarlämnade av skörderester än när marken bearbetas (Ceja-Navarro et al., 2010). Detta skulle enligt författarna kunna bidra till en bättre balans mellan växtpatogener och markbakterier som är viktiga för jordbruksproduktionen.

I Norge kvantifierade man behovet av bekämpning av ogräs och svampsjukdomar i olika jordbearbetningssystem med hjälp av en simuleringsmodell, PVNOR (Fykse et al., 2004). Underlag för modellen hämtades från ett forskningsinstitut i Norge och från litteraturen. Man studerade behovet av bekämpning utifrån förhållandena på fyra platser i Norge. På så sätt beräknade man det ekonomiska utfallet i olika bearbetningssystem baserat på skördar och kostnader för bekämpningsmedel över en 22-årsperiod. Man kom fram till att det på större

gårdar lönar sig att gå över till reducerad bearbetning, att gå över till behovsanpassad bekämpning och att minska kvävenivån för att minska behovet av fungicider.

Energiåtgång

Ett vanligt argument för att tillämpa reducerad bearbetning är minskad energiåtgång. Arvidsson (2010) beräknade energieffektiviteten i olika jordbearbetningssystem. I studien mättes dragkraftsbehovet vid primärbearbetning med olika redskap på två lerjordar med 23,3 respektive 43,6 % ler: vändskiveplog, gåsfotskultivator, tallriksredskap samt Carrier, ett kombinationsredskap för ytlig bearbetning. På den styva lerjorden reducerades bränsleåtgången kraftigt vid reducerad bearbetning jämfört med plöjning, från 30 l ha⁻¹ ner till cirka en fjärdedel av denna förbrukning beroende på antal överfarter med kultivator eller tallriksredskap. Även sett på hela systemen, när såbäddsberedning och sådd inkluderades i beräkningarna, var bränsleåtgången betydligt mindre i de reducerade systemen jämfört med det plöjda. Skillnaden mellan olika bearbetningssätt var mindre på lättleran där bränsleförbrukningen vid plöjning var 15 l ha⁻¹ och ungefär hälften vid bearbetning med tallriksredskap med en överfart. Energieffektiviteten beräknades genom att energibalanser gjordes för respektive system utifrån direkt och indirekt förbrukning av bränsle i växtproduktionen. Energiåtgången i proportion till totala energiåtgången för växtproduktionen var 5 % för direktsådd och 25 % för plöjning. Författarens slutsats var att energiåtgången för jordbearbetningen var generellt låg i förhållande till det totala energiinnehållet i skördad gröda och att avkastningen därmed också är viktig för energieffektiviteten. Man kan räkna med en liten energivinst vid plöjningsfri odling i Sverige om förfrukten är god men denna vinst minskar om höstvetete odlas efter höstvetete.

Minskad bekämpningsmedelsanvändning, förutom minskad intensitet i jordbearbetningen, kan ses som ett sätt att minska förbrukningen av fossila bränslen i jordbruket (Khakbazan et al., 2009). Ett ökat behov av bekämpningsmedel kan därför öka energiåtgången.

Klimatpåverkan

Klimatpåverkan av reducerad bearbetning kan vara direkt genom emissioner från markytan av växthusgaser som koldioxid och framför allt lustgas som är en kraftig växthusgas. Dessa kan vara större eller mindre än andra bearbetningssystem. Risker för höjda emissioner jämfört med plöjning skulle kunna vara lägre vid själva bearbetningstillfället då en mindre jordvolym vänds och det blir ett mindre gasutbyte med atmosfären (se t.ex. Olesen et al., 2002).

Under syrefattiga förhållanden kan nitrat i marken denitrifieras till kvävgas (N₂) via lustgas (N₂O). Tillgängligt nitrat och lättomsättbart kol är förutsättningar för att denitrifikationen skall kunna ske. Alla åtgärder som ökar nitratmängden i marken kan ge ökad risk för lustgasemissioner från denitrifikation om anaeroba förhållanden uppstår. Ofta blir infiltrationskapaciteten i matjorden lägre vid reducerad bearbetning jämfört med plöjning då en mindre jordvolym luckras (Roland, 2003). Den nedre delen av matjorden blir också tätare med större andel vattenfyllda porer vilket kan ge större risk för anaeroba förhållanden i marken (Comia et al., 1994; Roland, 2003; Stenberg et al., 2005a).

Ju mindre jordvolym som bearbetas desto mindre blir mineraliseringen i marken totalt och därmed nitratbildningen (Silgram & Shepherd, 1999). Reducerad bearbetning skulle därför kunna minska risken för lustgasemissioner jämfört med plöjning. Om reducerade bearbetningssystem tillämpas långsiktigt så ackumuleras växtrester i det bearbetade ytliga skiktet och halten organiskt material ökar i det skiktet. En skillnad kan uppnås på relativt få år (Stenberg et al., 2005b) men blir mer uttalat med åren. Vid kontinuerlig direktsådd blir det en hög koncentration nära markytan. I områden där direktsådd tillämpas frekvent och där man strävar efter att lämna kvar så mycket växtrester som möjligt för att minska erosionsrisken och öka den vattenhållande förmågan genom så liten omsättning i marken som möjligt hävdas det också att kolinlagringen i marken totalt blir högre genom dessa processer. Även om många påvisat positiva effekter på avkastning och minskad erosion så är det många som hävdar att kolinlagringen i reducerade bearbetningssystem inte ökar jämfört med intensivt bearbetade system (se t.ex. Baker et al., 2007; Govaerts et al., 2009). I Sverige visade Etana et al. (1999) att trots att försök pågått i upp till 20 år kunde man inte påvisa en ökad total kolinlagring i matjordsprofilen i plöjningsfria system jämfört med plöjda. Man kunde alltså inte påvisa någon ökad kolinlagring i de svenska försöken.

Gasutbytet med atmosfären sker vid markytan och om det finns förhållandevis större andel av markens tillgängliga nitrat och kol nära markytan, som är fallet vid reducerad bearbetning jämfört med plöjning, kan man tänka sig att risken för lustgasemissioner ökar under hösten, speciellt i samband med blöta förhållanden. Preliminära resultat av mätningar av lustgasemissioner hösten 2009 från en lerjord på Lanna försöksstation indikerade betydligt högre lustgasemissioner från ett plöjningsfritt jämfört med plöjda led (Stenberg et al., 2010).

Tätare mark med högre koncentration av nitrat och lättomsättbart kol nära markytan en stor del av året skulle alltså kunna ge ökade lustgasemissioner vilket motverkar positiva effekter i klimathänseende av minskad bränsleförbrukning vid reducerad bearbetning.

Vilka erfarenheter finns hos lantbrukare?

För att få ett aktuellt underlag över hur reducerad jordbearbetning tillämpas idag och vilka erfarenheter lantbrukare har av reducerad bearbetning gjordes en enkätundersökning. Sammanfattningsvis kan man konstatera att många av de som svarade på enkäten nämner att en bra växtföljd och behovsanpassad jordbearbetning och bekämpning är förutsättningar för att lyckas med reducerad jordbearbetning. Lyckas man med dessa uppkommer inte några ökade behov av bekämpning av ogräs och skadegörare och man kan också nå den kostnadsbesparing som oftast var den starkaste drivkraften till att övergå till reducerad bearbetning enligt enkätsvaren.

Genomförande

En enkät skickades under våren ut till lantbrukare i Sverige som en länk i ett e-postbrev att besvara elektroniskt. Enkäten i sin helhet visas i bilaga 1. De flesta frågorna utformades som flervalsfrågor. Från ”Greppa näringen” erhöles 2397 adresser. Några av dem var uppenbart felaktiga och uteslöts i ett tidigt stadium. I ett utskick 9 april 2010 sändes en länk med enkäten

med 14 frågor till 2390 e-postadresser varav 461 visade sig inte gälla längre. Några av dem kunde rättas till och skickas ut igen. Elva personer svarade personligen att de inte ville svara på enkäten. Totalt gick 1937 e-postbrev ut till adresser som fungerade enligt kriteriet att inget felmeddelande kom tillbaka. Det kan dock vara så att ett antal av dessa inte fungerade eller nådde mottagaren utan att något felmeddelande skickades. Totalt 252 svar hade kommit in 22 april. Den 22 april kl. 17 skickades ytterligare ett erbjudande att svara på enkäten ut vilket direkt resulterade i 27 nya svar. Enkäten var öppen till 29 april och då hade totalt 459 svar kommit in. Enkäten skickades också ut till 20 lantbrukare i Mellansverige, kunder hos Lantmännen Växtråd. I området tillämpas reducerad bearbetning av många lantbrukare men området täcks inte av ”Greppa Näringen”. Ytterligare 6 svar erhöles så totalt kom det in 465 svar på enkäten.

Enkät svar

På frågan om man tillämpar reducerad jordbearbetning svarade 51,6 % nej och 48,4 % ja. Det var alltså ungefär lika många som tillämpade reducerad bearbetning av de lantbrukare som svarade och hälften som plöjde. Drygt hälften av de lantbrukare som svarat brukade 51-200 ha (tabell 2) och lerjordar dominerade (tabell 3). Hälften av de som svarade tillämpade reducerad bearbetning på upp till 25 % av brukad areal och drygt 10 % tillämpade reducerad bearbetning på hela arealen.

Tabell 2. Antal hektar öppen växtodling som brukades fördelade bland de lantbrukare som svarat på enkäten (452 svar)

Antal hektar	Antal svar	Frekvens (%)
1-50 ha	88	19,5
51-100 ha	123	27,2
101-200 ha	118	26,1
201-300 ha	62	13,7
Mer än 300 ha	61	13,5

Tabell 3. Dominerande jordarter på brukningsenheterna hos de lantbrukare som svarade (637 svar). Många enheter hade stor variation i jordarter enligt de kompletterande kommentarerna liksom förekomst av bleke, gytta och morän

Jordart	Antal svar	Frekvens (%)
Styv lera	67	10,5
Mellanlera	163	25,6
Lättlera	113	17,7
Moränlättlera	77	12,1
Mulljord	56	8,8
Mjälajord	28	4,4
Mojord	54	8,5
Sandjord	65	10,2
Annat	14	2,2

Den absoluta majoriteten av de lantbrukare som tillämpade reducerad bearbetning bland dem som svarade bearbetade jorden på något sätt efter skörd och innan etablering av en ny gröda (tabell 4). Endast 9 % praktiserade direktsådd. Av kommentarerna i tabell 5 kan man utläsa att många fler system tillämpas än de som fanns i enkäten (fråga 1.5 i bilaga 1). Man kan också se att anpassning sker till förfrukt, jordart, ogrästryck, markstruktur och väder. Det går också att utläsa att många provar olika strategier. De flesta hackar och lämnar skörderesterna i fält (tabell 6 och 7). I något fall anges att man försöker hantera växtresterna så att de skall hjälpa till att minska ogräsmängden. Skörderesterna förs bort huvudsakligen för att minska problem med att de fastnar i redskapen. Ingen nämner att de har en viss strategi för att minska eventuellt sjukdomstryck.

Tabell 4. Metoder för reducerad jordbearbetning som tillämpas (364 svar)

Metod	Antal svar	Frekvens (%)
Direktsådd	30	8,4
Mullsådd	21	5,9
Direktsådd med förredskap på såmaskinen	30	8,4
Plöjningsfritt med tallrikskultivator	119	33,4
Plöjningsfritt med pinnkultivator	137	38,5
No-till	2	0,6
Annat	17	4,8

På frågan om ökat behov av ogräsbekämpning svarade en tredjedel att de alltid hade större behov av bekämpning vid reducerad bearbetning jämfört med plöjning och nära 70 % svarade att de oftast inte eller aldrig hade större behov (tabell 8). Bland kommentarerna märks ökat behov av glyfosat mot kvickrot och även andra gräsogräs samt problem med spillsäd som de största bekymren vid reducerad bearbetning (tabell 9). Även här nämns växtföljden som viktig för att undvika att få ökade ogräsproblem.

Tabell 5. Kommentarer till val av metod för reducerad jordbearbetning

Carrier

Knivharv Tume

Minimalt med plöjning och harvning. Sådd med Rapid.

Pinnkultivator, förredskap på såmaskin

Plöjningsfritt med Tumes spadrollharv "Starmixer"

Plöjt på hösten + direktsådd med frontharv montera

Redskapskombo med kultivator/lätt tallriksharv

Väderstad Carrier - Vibroflex - Sábáddsharv

Väderstad Cultus

Beroende år från år vilket som blir bäst!

Efter att en tid bearbetat all areal plogfritt har den areal som ska vårsås börjat plöjas igen.

Kultivator endast vid torra förhållanden.

En överfart vardera med pinnar och tallrikar på samma areal

Rapsstubb.

Metod efter årsmån, förfrukt och jordart.

50% efter sockerbetor, direktsådd 50% efter höstraps, plöjningsfritt med pinnkultivator.

Förutsättning för att lyckas är att man har omväxlande växtföljd, exempelvis höstraps efter korn eller innan sådd av höstvetete om förfrukten är bönor, ärter eller raps.

Catros och stubbharv till sådd av höstvetete efter raps. Sås med Såjett Catros till sådd av höstraps efter korn. Sås med Rapid Catros till sådd av höstvetete efter sockerbetor när det är möjligt. Sås antingen med rapid eller såjett.

Dessa åren ökar den plöjningsfria arealen.

Först carrier 7-14 dagar sedan kultivator.

Om vi definierar mullsådd som användning av tallriks- eller pinnkultivator till max 8 cm djup så kan man säga att vi väljer mellan tallrikskultivator och pinnkultivator utifrån aktuella förhållanden och bearbetar så grunt som möjligt med hänsyn till mängd skörderester som skall brukas ned samt ev. spårbildning på fältet. Tallrikskultivator föredras inför höstsådd då halmmängden är begränsad och pinnkultivator om fältet skall vårsås eller behöver bearbetas djupare pga spårbildning eller stor mängd växtrester. Ca 50% bearbetas som mullsådd dvs. max 8cm. Oftast med en kombination av pinn- och tallrikskultivator. Resterande del bearbetas 8-12 cm men också här används båda kultivatortyperna.

Används endast efter skörd av höstraps och potatis för att minska spillraps och potatis i efterföljande gröda.

Provar. En tredjedel plöjer. En tredjedel tallriksharvar. En tredjedel fånggröda med rullande schema. Provar så för att insatsvarorna har högt pris spannmålspriserna lågt pris, men håller landskapet öppet ändå.

Kultivator i kombination med Carrier.

Det är svårt att ange exakta fördelningar då vi är tvungna att vara flexibla och ej låsa sig vid ett enda system pga årsmånsvariationer.

Cultus med biodrill till höstraps, cultus+rapid efter höstraps.

6 m Amazone Catros, 4,2 m Väderstad Cultus, 8 m John-Deere 740 A dubbelskivtallrik.

Vi kör plöjningsfritt efter höstraps och en del efter vårkorn annars plöjer vi.

Direktsådd 10% kultivator + tallrik 90%.

Efter raps direktsådd. Dessutom på hösten (efter vårgöröror) 2 körningar med tallriksredskap och sådd med äldre modell Rapid-såmaskin.

Endast vid sådd av höstvetete efter höstraps.

Kombinerar tallrik och pinnkultivator, 30 resp. 70 %.

Kombinerar oftast med kultivator och Catros (tallrikskultivator).

Reducerad bearbetning endast efter lin och åkerbönor. Någon enstaka gång efter korn.

Plöjningsfritt på ca 5 % av arealen. Endast efter höstraps före höstvetete.

En körning med tallriksredskap, därefter sådd med rapid. På linstubb.

Plöjningsfri brukning tillämpas när det fleråriga ogräset är under kontroll.

Samodling livsmedelsgröda och fodergröda (som fryser bort under vintern och binder kväve och hämmar ogräs under hösten). Harvas eller kultiveras ner på våren.

Använder det sätt som jag ser som fördelaktigt i växtföljden och efter rådande väderlek.

10 % Direktsådd. 20% Plöjningsfritt med pinnkultivator.

Funkar bra vid höstsådd efter raps och lin.

Fånggröda+vårplöjning+tiltpackare alt. vältning+max en harvning-sådd (detta kräver Roundup mot kvickrotten).

Använder metoden företrädesvis vid höstsådd efter höstraps.

Front tallriksredskap med kultivator bak monterat.

Kör grunt 5-10 cm med spadrollharven, även kallad knivharv. Kör 4,30 arbetsbredd och med 12-14 km/h med små traktorer ca 120 hk. Det är därför vi har valt denna teknik pga. rädsla för markpackning. Har direktsått efter lin.

Tabell 6. Hur hanteras skörderesterna när reducerad bearbetning tillämpas (272 svar)

Halmbehandling	Antal svar	Frekvens (%)
Hackar och lämnar	157	57,7
Pressar och för bort	91	33,5
Lämnar i sträng	3	1,1
Använder betesputs eller annat redskap för att fördela dem	10	3,7
Annat	11	4,0

Tabell 7. Kommentarer till hur skörderesterna hanteras vid reducerad bearbetning

50 % pressas, resten hackas.
 Foder.
 Halmbränning.
 Inga rester efter grönsaker-potatis.
 Komposterar.
 Pressar och för tillbaka som djupströgödsel
 Säljer.
 Jag hackar och lämnar vid plöjningsfritt med tallrikskultivator. Vid direktsådd bränner jag skörderesterna (jag direktsår endast höstoljeväxter).
 Reducerad bearbetning tillämpas i första hand på fält där växtresterna inte ställer till problem, t.ex. oljeväxter och ärtor samt stråsäd med lite halm.
 Vete halm samlas i regel upp.
 Hackar och lämnar. Pressar och för bort. Använder betesputs. Beroende på förutsättningar och behov.
 Vid stora halmmängder pressas halmen och bortföres.
 Pressar 30% hackar och lämnar 45% plöjer 25%.
 Pressar och för bort på viss del av arealen.
 Byter halm med nötflyt från grannen.
 Ibland användes betesputs vid stora halmmängder.
 Pressar linhalm, hackar rapshalm.
 En del av halmen tas omhand för att användas till strö.
 Det mesta blir halmskörd resten hackas direkt med tröskhacken.
 Beroende på föregående gröda.
 Pressar bort halmen om stråsäd som förfrukt.
 Ibland har jag betesputsat rapsstubb.
 Kommer i år att prova sätta hög stubb och putsa ner den och använda som "lock" på den skördade marken, dels höjs kapaciteten på tröskan och man sparar förhoppningsvis en jordbearbetning.
 Linhalm. Pressar och för bort.
 Halmbränner till höstraps samt stubbearbetar till höstvete.
 Mest pressar halmen och för bort, men annars med betesputs. 60 % av halmen tas bort.
 Ca. 40 ha bortföres till halmeldning och djurhållning.
 Hackar.
 Pressar och för bort efter en del stråsäd, hackar och lämnar efter ärt och raps.
 All halm tillvaratas.
 Pressar halmen efter ca 60 % av den årliga stråsädesarealen resterande areal hackas och plöjs ner. Halmen efter raps och åkerböna hackas och brukas ned med pinnkultivator.
 50% av vetearealen pressas halmen och säljs till granne som har kött djur.

Tabell 8. Anser du att du har större behov av ogräsbekämpning på de arealer där du tillämpar reducerad jordbearbetning, fråga 1.8 (252 svar)

Svarsalternativ	Antal svar	Frekvens (%)
Ja, alltid	85	33,7
Nej, aldrig	27	10,7
Nej, oftast inte	121	48,0
Annat	19	7,5

Tabell 9. Kommentarer till fråga 1.8 om ökat behov av ogräsbekämpning

Beror på årsmånen torr höst mindre, blöt höst mer.

Gräsogräs ökar något, mest kvickrot.

Ja oftast.

Ja oftast inga stora skillnader.

Ja, ibland.

Lite högre doser till betor.

Något mera.

Ogrästrycket blir mindre, förutom kvickrot.

Mindre mängd ljusgroende ogräs vid reducerad bearbetning. Ökat bekämpningsbehov är ett växtföljdsproblem och inte att man använder reducerad jordbearbetning!

Tillämpar plöjningsfritt fritt i växtföljden och anpassat efter årsmån. I första hand vid lämpliga förfrukter till höstsådd.

Ruggar av kvickrot kan vara svårbekämpade och även tisteluppslag har ökat

Enskilda år, enskilda fält kan ibland behovet vara större av kemisk bekämpning efter plöjningsfri etablering. Blir dock väldigt fel att säga att detta gäller där reducerad bearbetning tillämpats, då grund plöjning med endast en bearbetning (inkl sådd) också är reducerad bearbetning. En begreppsförvirring har smugit sig in i diskussionen, där reducerad bearbetning likställs med plöjningsfritt, vilket jag anser är felaktigt.

Kvickrot för man alltid en ojämn kamp med.

På jordar med högre lerhalt blir bruket grovt och således ogräsförekomsten lägre än om jorden hade plöjts.

Vi odlar ekologiskt, alltså har vi problem när vi inte plöjer. Vi provar nått skifte emellanåt, men har inte hittat någon lämplig metod och växtföljd.

Dock har uppförökning av engelskt rajgräs som fröat och fånggröda som tiltan haft svårt att täcka och gräset växer på konklusion brytningstidpunkten är för sent 10 dagar tidigare.

Största problemet med reducerad bearbetning.

Jag plöjer i växtföljden.

Inget märkbart ökat behov av att bekämpa örtogräs. Något högre behov av att bekämpa kvickrot vid reducerad bearbetning

Jag kör med 0,8-1 l Roundup på hösten efter kultivator så sen som möjligt.

Borttagning av arvsäd på våren

Efter varma vintrar blir baldersbrån onödigt frodig

Kanske lite mer Kvickrot och kraftigare ogräs uppträder

Renkavleproblem

Mindre efter halmbränning

Gräsogräsen kräver dock att man är mer vaksam.

Man kan notera en ökning av gräsogräs (vet inte om det har med reducerad jordbearbetning att göra)

Halmen tar bort en del av jordherbicidernas verkan.

Sprutar glyfosat oftare men i mindre doser.

Eftersom det bara är vissa år i växtföljden och till vissa grödor går det inte att ännu så länge se om behovet av ogräsbekämpning ökat.

De arealerna är i mitt fall beroende på gröda och rullar således runt på arealen liksom växtföljden.

Aldrig reducerad bekämpningsdos.

Kräver oftast en Roundup behandling

Eftersom jag har relativt lite reducerad jordbearbetning är svaret nej. Men en Roundup-behandling krävs alltid före. Spillrapen kan vara en stor fara för uppförökning av betcystnematoden.

Vid mycket flerårigt ogräs, ja.

Gräsogräsen har blivit ett lite större problem (ej kvickrot).

Gräsogräs ökar.

Roundup för avdödning av spillsäd.

Det krävs mer användning av glyfosat för att kontrollera spillsäd och övervintrade ogräs på våren. Högre dos krävs också i höstsåden på hösten. I höstrapsen måste spillkornet sprutas bort på hösten.

Lite oftare med glyfosatbehandling.

Måste spruta bort spillvete. Får även hålla efter gräsogräs hårdare.

Ogräsfloran blir en annan, på vissa jordar tycker jag att jag har större problem med t.ex. vitgröe än vid plöjning.

Tabell 10. Anser du att du har större behov av insektsbekämpning på de arealer där du tillämpar reducerad jordbearbetning, fråga 1.9 (247 svar)

Svarsalternativ	Antal svar	Frekvens (%)
Ja, alltid	8	3,2
Nej, aldrig	104	42,1
Nej, oftast inte	120	48,6
Annat	15	6,1

Tabell 11. Kommentarer till fråga 1.9 om ökat behov av insektsbekämpning

Inte tänkt på faktiskt.

Betydligt mindre bekämpningsbehov i raps vid reducerad bearbetning.

Större risk för vetedvärgsjuka (och bekämpning av randig Dvärgstrit) om höstvetete sås med reducerad bearbetning och spillsäden inte är under kontroll med bearbetningen.

Vid oljeväxter snabbare och bättre uppkomst och då oftast mindre besvär av jordloppor.

Mindre, varför skulle det vara mer?

Snigelproblemet är kanske något större vid höstrapsådd. Det verkar dock som om de flesta har snigelproblem oavsett plöjning eller ej på lerjordarna.

Tabell 12. Anser du att du har större behov av svampbekämpning på de arealer där du tillämpar reducerad jordbearbetning, fråga 1.10 (248 svar)

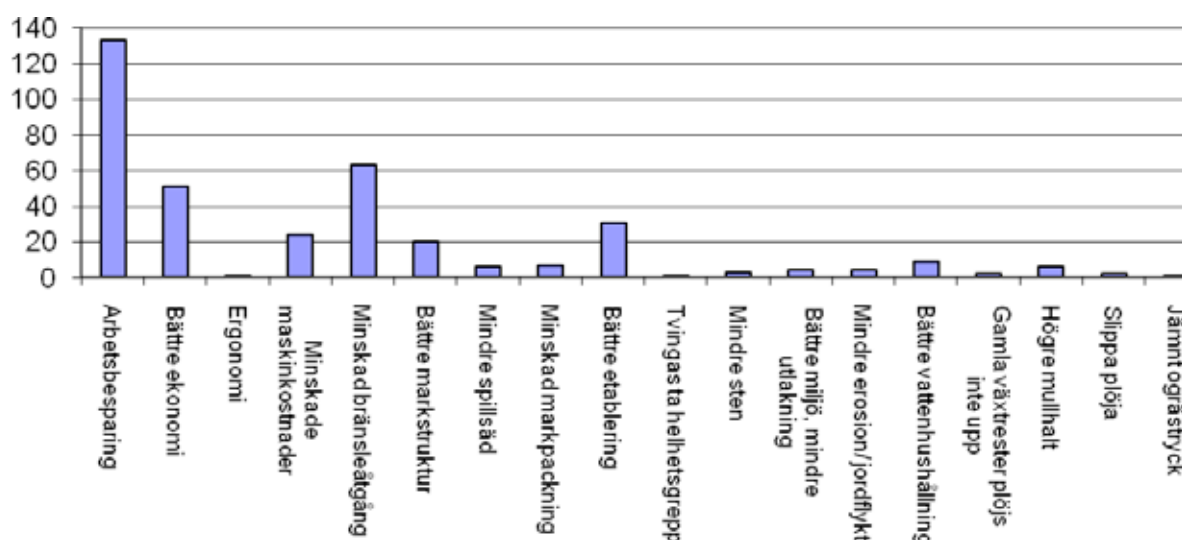
Svarsalternativ	Antal svar	Frekvens (%)
Ja, alltid	43	17,3
Nej, aldrig	57	23,0
Nej, oftast inte	128	51,6
Annat	20	8,1

Lantbrukarna fick också svara på om de ansåg att de hade större behov av svampbekämpning och insektsbekämpning på arealer med reducerade bearbetningsstrategier. En tredjedel ansåg att det alltid blev ett större behov av insektbekämpning på dessa arealer (tabell 10). Några kommenterade att det blev mindre behov av insektbekämpning vid reducerad bearbetning (tabell 11). Snigelproblematiken kommenterades under denna fråga av en lantbrukare som menade att sniglarna kanske var ett något större problem men att det nog var ett problem på alla lerjordar oavsett jordbearbetningsmetod.

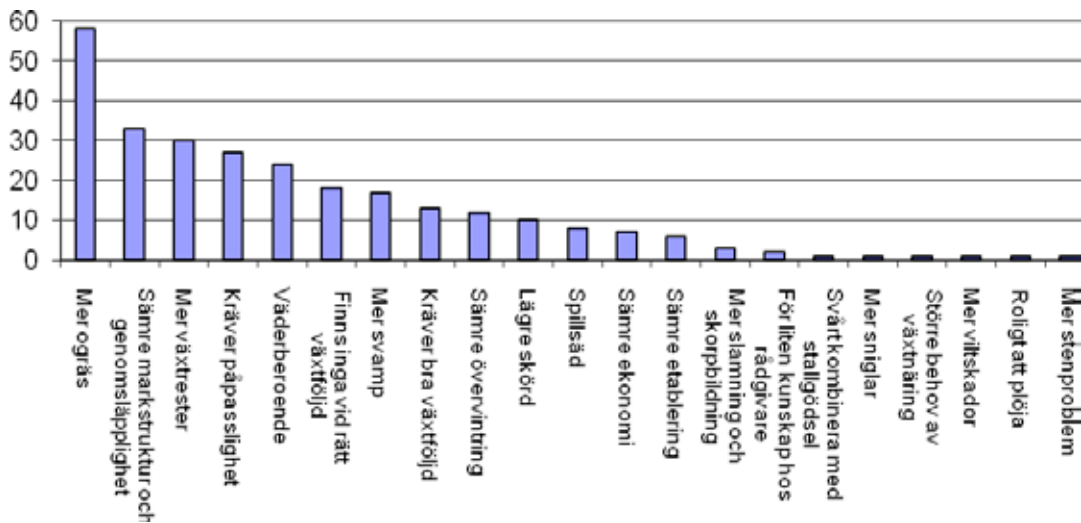
Knappt en femtedel menade att det alltid behövdes mer svampbekämpning när reducerad bearbetning tillämpades och nästan en fjärdedel att det aldrig behövdes mer (tabell 12). Av kommentarerna kan man utläsa att växtföljden har stor betydelse för hur problemet med svamp upplevs (tabell 13).

Tabell 13. Kommentarer till fråga 1.10 om ökat behov av svampbekämpning

Beroende på förfrukt.
Det beror på växtföljden.
Ganska ofta.
Har anpassat växtföljden.
Ibland.
Ja troligen efter stråsäd.
Ja, oftast.
Nej sår höstveten efter raps och rödklöverfrövall.
Något större.
Plöjer mellan två stråsäd.
Svårt, men något högre svamptryck är det.
Försöker oftast att höstså efter "förfrukter".
Ingen reducerad bearbetning vid vete efter vete.
En svag tendens till att öka dosen lite där en gröda är etablerad plöjningsfritt efter annan gröda med likartade skadegörare. Men detta sker till viss del i ett preventivt syfte med i regel tidiga behandlingar för att mota "olle i grind". Således svårt att dra slutsatsen att bekämpningsbehovet med automatik ökar!
Efter oljeväxter ingen skillnad.
Försöker undvika plöjningsfritt med spannmål efter spannmål.
När man har dålig växtföljd ex vete-vete och korn-korn.
Försöker att ha en bra växtföljd.
Då det endast är bra förfrukter, (raps och ärtor) som plöjningsfri odling tillämpas är normalt sett svampbekämpningsbehovet mindre. Men i år ser man större angrepp av snömos, på områden med mera spillärtor.
Det är svartrost i havren jämt annars klarar jag mej.
Väldigt sällan - vi försöker ha en bra växtföljd för att slippa detta.
Jag tillämpar endast plöjningsfri odling vid bra förfrukter. Vid dåliga förfrukter är svaret ja, alltid Starane.
Använder friska sorter. Bra växtföljd.
Mer fråga om växtföljd.
Växtföljden är viktigare i plöjfri.
Vid bra växtföljd.
Det ställer högre krav på en mer omväxlande växtföljd.
Reducerad bearbetning vid vete efter raps kräver ej mera svampbehandling.
Odlar aldrig vete efter vete.



Figur 4. Fördelar med reducerad bearbetning enligt svar i enkäten (fråga 1.13 i bilaga 1).



Figur 5. Nackdelar med reducerad bearbetning enligt svar i enkäten (fråga 1.14 i bilaga 1).

Figureorna 4 och 5 visar på en sammanställning av vilka de största fördelarna (fråga 1.13 i bilaga 1) respektive nackdelarna (fråga 1.14 i bilaga 1) de lantbrukare som svarade på enkäten såg med reducerad bearbetning. I bilagorna 2 och 3 finns de enskilda kommentarerna specificerade. I figurunderlagen har de olika kommentarerna grupperats i så stor utsträckning som möjligt. Den största fördelen ansågs vara arbetsbesparing. Att fler hektar kan bearbetas per insatt arbetstimme är särskilt viktigt under perioder med tidsbrist, t.ex. inför höstsådd. Andra fördelar ansågs vara minskad bränsleåtgång, lägre maskinkostnader och flera aspekter som har med markvård att göra som bättre markstruktur.

Som den största nackdelen nämndes mer ogräs men också sämre markstruktur. Det var fler som nämnde sämre markstruktur som nackdel än de som nämnde bättre markstruktur som fördel. Under nackdelar var det nära 20 stycken som svarade att det inte finns några nackdelar med reducerad bearbetning vid rätt växtföljd. Nästan lika många svarade som nackdel att reducerad bearbetning kräver en bra växtföljd och drygt 25 att reducerad bearbetning kräver påpasslighet och att det är en nackdel. Som fördel har en svarat att reducerad bearbetning tvingar lantbrukaren till att behöva ta ett helhetsgrepp.

Vid vilka situationer uppstår miljömålskonflikter?

Så länge avkastningen inte blir lägre vid reducerad bearbetning än om man plöjer och inte behovet av kvävegödsling eller andra växtnäringssämnen ökar blir utnyttjande av växtnäring detsamma eller bättre och risken för utlakning eller emissioner ökar inte. Om man däremot får lägre skördar vid samma gödsling ökar risken för mer nitrat i marken vid fel tillfälle och därmed ökar också risken för miljöpåverkande förluster. Erfarenheter från forskning och praktik visar på att lyckas man med ett system för jordbearbetning innebär det bra grödor som utnyttjar tillförd växtnäring och platsgivna resurser bättre, utlakningen av kväve blir mindre, energieffektiviteten blir bättre, inga ökade behov av bekämpningsmedel uppstår och därmed blir det ingen ökad risk för utlakning av pesticider, jämfört med om man misslyckas med

grödetablering och förhållanden som gynnar grödan. Den ekonomiska hållbarheten blir då också högre. Miljömålskonflikterna uppstår om man misslyckas med någon av åtgärderna.

I Norge ökar tillämpningen av reducerad jordbearbetning då det minskar erosionen av jord från markytan (Lundekvam & Skøien, 1998), vilket är ett stort problem i Norge och förutom jordförlust kan orsakar transport av stora mängder fosfor. Plöjningsfri odling är effektivt jämfört med om marken plöjs på hösten. I Norge har man också sett ökande användning av glyfosat och undersökningar visar på att det är den reducerade bearbetningen som är en starkt bidragande orsak. Där ser man alltså en konflikt mellan minskning av jorderosion, vilket minskas effektivt med reducerad bearbetning istället för plöjning på hösten, men som i insamlad statistik ser ut att vara en av orsakerna till ökad användning av glyfosat (Gundersen et al., 2009). I en undersökning av konsekvenserna av glyfosatanvändningen vid reducerad bearbetning konstaterar man att vid vårsådd kan denna konflikt undvikas genom vårplöjning medan det vid höstsådd är svårare att undvika ett ökat behov av glyfosatbekämpning av kvickrot uppkommer (Stenrød et al., 2007). Refsgaard et al. (2006) beräknade riskreducering vid pesticidanvändning jämfört med kostnader utifrån olika scenarier. Att utesluta glyfosat ur växtproduktionen minskade miljö- och hälsoriskerna men var inte ekonomiskt försvarbart.

Reducerad bearbetning tillämpas av lantbrukare i Sverige i första hand för att minska kostnaderna för bränsle och arbetstid. Minskad användning av fossila bränslen är gynnsamt för miljö kvalitetsmålet ”Begränsad klimatpåverkan”. I Sverige ser vi precis som i Norge en ökad användning av glyfosat, vilket nämnts tidigare. Här ser vi dock inte samma samband med tillämpning av reducerad bearbetning som man tycker sig se i Norge. Vi har inte någon tillgänglig statistik över jordbearbetningsåtgärder för lika lång period som vi har för glyfosat-användningen så vi vet inte på hur stora arealer som reducerad bearbetning tillämpats. Däremot kan man konstatera utifrån olika studier att behovet av totalbekämpningsmedel kan öka när man ändrar sina jordbearbetningsstrategier och slutar plöja.

Det finns också studier som visar att behovet av andra bekämpningsmedel kan öka i grödor som etablerats med reducerad bearbetning. Då kan det uppstå en konflikt mellan miljö kvalitetsmålen ”Giftfri miljö” och ”Begränsad klimatpåverkan”. För att minska risken för att denna konflikt uppstår är det viktigt att tillämpa en god växtföljd och att välja vilka jordar som man inte plöjer. Reducerad bearbetning innebär heller inte alltid minskad bränsleåtgång jämfört med om marken skulle plöjas. Det finns också indikationer på att risken för utlakning av pesticider och fosfor kan öka från mark som inte plöjs men dessa tendenser är inte helt entydiga eller inte helt klarlagda. Hur stora dessa risker är beror i stor utsträckning troligen på hur markstrukturen utvecklas på kort och lång sikt vid reducerad bearbetning. Även risken för emissioner av växthusgaser och om de blir större eller mindre än vid plöjning har troligen också ett starkt samband med dessa effekter förutom att lustgasemissionerna drivs av den mikrobiologiska aktiviteten och tillgängligheten på nitrat i marken.

Hur kvantifiera miljömålskonflikterna?

Från litteraturen kan man konstatera att reducerad bearbetning påverkar i vilken grad vi uppnår olika miljö kvalitetsmål och att det kan uppstå konflikter mellan hur målen påverkas. Hur väger vi effekter på olika miljö mål mot varandra? Inget av de tre miljö målen förväntas att uppnås till år 2020 (se t.ex. www.miljomal.se) även om flera av delmålen har uppnåtts och förväntas uppnås. Hur värderar vi de olika miljö målen jämfört med varandra? Är något av

miljömålen viktigare än de andra? Dessa bedömningar spelar också roll för hur konflikter mellan miljömålen skall bedömas.

Målet ”**Ingen övergödning**” kan påverkas positivt av reducerad bearbetning om man uppnår minskad kväveminalisering under perioder utan växande gröda vilket leder till minskad risk för kväveutlakning. Om marken bearbetas vid gynnsamma tillfällen kan markstrukturen utvecklas så att det gynnar växternas rötter vilket gynnar grödans växtnäringssupptag och därmed minskar risken för utlakning av växtnäring. En förhöjd mikrobiologisk aktivitet och högre kolinnehåll i markens ytskikt, vilket ofta blir fallet efter några års kontinuerlig reducerad bearbetning, gynnar markstrukturen men kan också öka potentialen i omsättningen av det organiska materialet vilket istället kan ge en negativ effekt på miljömålet. Utlakningen av fosfor genom transport genom markprofilen och genom yterrosion beror av bearbetningssystem. Forskningsresultat visar att erosionen från markytan minskar vid reducerad bearbetning i många fall men däremot hur utlakningen genom markprofilen beror av olika bearbetningssystem är mindre utrett.

Hur vi uppnår målet ”**Begränsad klimatpåverkan**” påverkas av energiåtgången, dvs. förbrukningen av fossila drivmedel, vid olika bearbetningsåtgärder. På många jordar åtgår det betydligt mindre bränsle vid kultivering istället för plöjning. Minskningen i bränsleförbrukning kan sättas i relation till grödans avkastning och övrig energiförbrukning i produktionskedjan och hur denna kvantifiering görs spelar stor roll för om det blir en reell minskning av påverkan på klimatet. Denna effekt påverkas också av hur bearbetningen utförs och vid vilka tidpunkter. Markens bearbetbarhet spelar en viss roll och resultatet av en plöjning är mindre känsligt för till exempel markens vattenhalt. Det är inte alltid det blir en minskning i energiförbrukning. Påverkas dessutom grödan negativt av försämrad markstruktur blir utbytet också försämrat. Miljökvalitetsmålet påverkas också av de direkta emissionerna av växthusgaser från marken och hur de beror av jordbearbetningsstrategi. Där finns inte entydiga resultat från forskningen.

Målet ”**Giffri miljö**” påverkas i störst utsträckning av hur herbicidanvändningen beror av val av bearbetningssystem. Litteraturen visar på att det i många fall kan bli ett ökat behov av ogräsbekämpning. I dessa fall påverkas möjligheterna att uppnå målet. Detta beror av hur lantbrukaren tillämpar den reducerade bearbetningen. Val av växtföljd och hur bearbetningssystemet utformas har stor påverkan på i vilken grad ogräsen blir ett problem eller ej. Hur effekten på hur miljömålet uppnås beror alltså i hög grad på producenten.

Beräkningar av hur reducerad bearbetning kan påverka måluppfyllelse har gjorts. I en redovisning av 64 åtgärder inom jordbruket för god vattenstatus konstaterar man att reducerad jordbearbetning innebär konflikter mellan miljömålen ”Giffri miljö” och ”Ingen övergödning” (SJV, 2008). Man skattar i rapporten minskningen av kväveutlakning till 2-5 kg N per ha vid övergång till reducerad jordbearbetning inför etablering av höstsäd jämfört med plöjning. Samtidigt ser man att åtgärden ofta är lönsam för lantbrukaren då det innebär mindre kostnader trots risk för lägre skörd och är därför inte underlag för miljöersättning idag. Den sämre effekten mot roto-gräs genom den minskade bearbetningen anses öka den kemiska bekämpningen. Fykse et al. (2006) beräknade ekonomiska konsekvenser av olika strategier för att bekämpa ogräsen men de gjorde ingen kvantifiering av miljökonsekvenserna av strategierna.

Alla dessa effekter på miljökvalitetsmålen är mycket platsberoende och samspelar ofta med varandra dessutom. I ett flertal fall kan de antingen vara negativa eller positiva beroende av

olika faktorer. I flera fall går det heller inte utifrån litteraturen hitta entydiga svar på hur jordbearbetningsstrategin påverkar riktningen av en viss effekt, om den ger en positiv eller negativ effekt på hur målet uppnås. Jordart, klimat, växtföljd och lantbrukarens engagemang är faktorer som spelar stor roll. Detta gör att det är svårt att göra generella kvantifieringar av hur miljömålen uppnås och då inte heller av miljömålskonflikterna utan dessa behöver göras på basis av specifika platsegenskaper.

Man kan konstatera att om reducerad bearbetning tillämpas utifrån platsgivna förutsättningar med väl valda metoder och behovsanpassning av övriga åtgärder så är reducerad bearbetning ett sätt att minska olika miljömålskonflikter. Men tillämpas reducerad bearbetning som en kostnadsbesparande och extensiv åtgärd i odlingen är det en större risk för att konflikter mellan miljö kvalitetsmålen uppstår särskilt om ogräsbekämpningen utförs med totalbekämpningsmedel årligen oavsett behov eller ej. Om brukaren också misslyckas med resultatet av bearbetningen och får sämre markstruktur och sämre avkastning på grödorna kan även andra effekter på miljön bli negativa. En stor osäkerhet ligger fortfarande i hur påverkan blir på de miljöeffekter som avgör hur målet "Begränsad klimatpåverkan" uppnås.

Referenser

- Adielsson, S., Graaf, S., Andersson, M., Kreuger, J. 2009. Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Långtidsöversikt 2002-2008. Årssammanställning 2008. SLU, Uppsala. Institutionen för mark och miljö. Ekohydrologi 115.
- Aronsson, H., Torstensson, G. 1998. Measured and simulated availability and leaching of nitrogen associated with frequent use of catch crops. *Soil Use and Management* 14, 6-13.
- Arvidsson, J. 2004. Plöjningsfri odling – luckringsbehov, bearbetningstidpunkt, växtpatologiska effekter och dragkraftbehov. Stencil. <http://www.jordbearbetning.se/>.
- Arvidsson, J. 2010. Energy use efficiency in different tillage systems for winter wheat on a clay and silt loam in Sweden. *European Journal of Agronomy* 33, 250-256.
- Arvidsson, J., Rydberg, T., Etana, A. 2009. Ploughless tillage in Sweden – Results from short- and long-term field experiments. ISTRO 18th Triennial Conference Proceedings, June 15-19, 2009, Izmir-Turkey. T1-036. 6 s.
- Baker, J.M., Ochsner, T.E., Venterea, R.T., Griffis, T.J. 2007. Tillage and soil carbon sequestration—What do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 1-5.
- Ball, D.A. 1992. Weed seedbank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. *Weed Science*, 40, 654-659.
- Cannell, R.Q., Hawes, J.D. 1994. Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil & Tillage Research* 30, 245-282.
- Carter, M.R. 1994. A review of conservation tillage strategies for humid temperate regions. *Soil & Tillage Research* 31, 289-301.
- Ceja-Navarro, J.A., Rivera-Orduña, F.N., Patiño-Zúñiga, L., Vila-Sanjurjo, A., Crossa, J., Govaerts, B., Dendooven, L. 2010. Phylogenetic and multivariate analyses to determine the effects of different tillage and residue management practices on soil bacterial communities. *Applied and Environmental Microbiology*, June 2010, p. 3685–3691
- Comia, R.A., Stenberg, M., Nelson, P., Rydberg, T., Håkansson, I. 1994. Soil and crop responses to different tillage systems. *Soil & Tillage Research* 29, 335-355.
- Engström, L., Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B. 2008. Höstraps och ärter i växtföljden - metoder att minimera en ökad risk för kväveutlakning. Institutionen för mark och miljö, SLU, Skara. *Precisionsodling 2008:5*. 28 pp.
- Etana, A. 2006. Bearbetningssystem i vårraps på olika jordar. I: Arvidsson, J. (Red.). *Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2005. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen*. Nr. 109.
- Etana, A., Håkansson, I., Zagal, E., Bučas, S. 1999. Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. *Soil & Tillage Research* 52, 129-139.

Fykse, H., Tørresen, K.S., Romstad, E. 2004. Production systems and plant protection requirements in cereals: a model analysis of long-term effects. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 54, 149-160.

Govaerts, B., Verhulst, N., Castellanos-Navarrete, A., Sayre, K.D., Dixon, J., Dendooven, L. 2009. Conservation agriculture and soil carbon sequestration: Between myth and farmer reality. *Critical Reviews in Plant Science* 28, 97-122.

Gundersen, G.I., Bye, A.S., Berge, G., Hoem, B., Knudtsen, S.S. 2009. Jordbruk og miljø. Tilstand og utvikling 2009. Statistics Norway. Oslo-Kongsvinger. Rapportar 2009/37.

Gustafsson, H., Johansson, C. 2008. Reducerad jordbearbetning. Jordbruksverket. Jordbruksinformation 28. 60 s.

Hansen, E.M., Munkholm, L.J., Melander, B., Olesen, J.E. 2010. Can non-inversion tillage and straw retention reduce N leaching in cereal-based crop rotations? *Soil & Tillage Research* 109, 1-8.

Holland, J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103 1–25.

Håkansson, I., Stenberg, M., Rydberg, T. 1998. Long-term experiments with different depths of mouldboard ploughing in Sweden. *Soil & Tillage Research* 46, 209-223.

KemI. 2009. Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2008. Sveriges officiella statistik. Kemikalieinspektionen. Best.nr. 510939.

Khakbazan, M., Mohr, R.M., Derksen, D.A., Monreal, M.A., Grant, C.A., Zentner, R.P., Moulin, A.P., McLaren, D.L., Irvine, R.B., Nagy, C.N. 2009. Effects of alternative management practices on the economics, energy and GHG emissions of a wheat-pea cropping system in the Canadian prairies. *Soil & Tillage Research* 104, 30-38.

Lahmar, R. 2010. Adoption of conservation agriculture in Europe Lessons of the KASSA project. *Land use policy* 27, 4-10.

Larsbo, M., Stenström, J., Etana, A., Börjesson, E., Jarvis, N.J. 2009. Herbicide sorption, degradation, and leaching in three Swedish soils under long-term conventional and reduced tillage. *Soil & Tillage Research* 105, 200–208.

Lundekvam, H., Skøien, S. 1998. Soil erosion in Norway. An overview of measurements from soil loss plots. *Soil Use and Management* 14, 84-89.

Miljömålsrådet. 2009. Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål. de Facto 2009. Naturvårdsverket, Stockholm. ISSN 1654-4641. ISBN 978-91-620-1272-4.

Morris, N.L., Miller, P.C.H., Orson, J.H., Froud-Williams, R.J. 2010. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review. *Soil & Tillage Research* 108, 1-15.

Myrbeck Å., Stenberg M. 2008. Direktsådd av höstvetete som åtgärd för att förbättra kväveutnyttjandet under hösten i höstvetete. Slutrapport från försök 2003-2005. SLU, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Nr. 114. 26 s.

Olesen, J.E. 2006. Environmental effects of non-inversion tillage systems. In: NJF Seminar 378. Tillage systems for the benefit of agriculture and the environment. 'Extended abstracts', Nordic Agricultural Academy, Odense, Denmark, 29-31 May 2006. s. 78-82.

Olesen, J.E., Schjøning, P., Felding, G., Melander, B., Sandal, E., Jørgensen, M.H., Hansen, E.M., Fomsgaard, I., Heckrath, G., Axelsen, J., Jacobsen, O.H., Petersen, S.O., Christensen, B.T., Jørgensen, L.N., Hansen, L.M., Nielsen, V. 2002. Miljøeffekter af pløjefri dyrkning. Danmarks JordbrugsForskning, Tjele, Denmark. DJF-rapport Markbrug nr. 65.

Olofsson, S. 1993. Influence of preceding crop and crop residues on stand and yield of winter wheat in different tillage systems, including zero tillage. Crop Production Science 18, Inst. för växtodling, SLU, Uppsala.

Olofsson, S., Nilsson, I. 1999. Ökad användning av glyfosat. Beskrivning och orsaker. Rapport från projektet CAP:s miljöeffekter. Miljöskyddsenheten. Jordbruksverket.

Paulitz, T.C., Schroeder, K.L., Schillinger, W.F. 2010. Soilborne pathogens of cereals in an irrigated cropping system: Effects of tillage, residue management, and crop rotation. Plant Disease 94, 61-68.

Phillips, R.E., Blevins, R.L., Thomas, G.W., Frye, W.W., Phillips, S.H. 1980. No-tillage agriculture. Science 208, 1108-1113.

Rasmussen, K.J. 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. Soil & Tillage Research 53, 3-14.

Refsgaard, K., Veidal, A., Netland, J., Stenrød, M. 2006. Risikoreduksjon ved bruk av plantevernmidler – En samfunnsmessig konsekvensanalyse. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. Oslo, Norge. NILF-rapport 2006-5.

Rydberg, T. 2007. Direktsådd. I: Arvidsson, J. (Red.). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2007. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Nr. 113. s. 12-13.

Roland, B. 2003. Odlingsystemets inverkan på markstrukturen och växtnäringstillståndet - en jämförande studie på Logården. SLU, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara. Examens- och seminariearbeten, nr. 11.

SCB. 2003. Bekämpningsmedel i jordbruket 2002. Beräknat antal hektardoser. Serie MI-Miljövård och naturresurshushållning. MI 31 SM 0301.

SCB. 2007a. Växtskyddsmedel i jordbruket 2006. Beräknat antal hektardoser. Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. Serie MI-Miljövård och naturresurshushållning. MI 31 SM 0702.

SCB. 2007b. Odlingsåtgärder i jordbruket 2006. Träda, slåttervall, vårkorn, havre, höstspannmål, anskaffning av stallgödsel. Serie MI-Miljövard och naturresurshushållning. MI 30 SM 0702.

SCB. 2008. Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbruket 2006. Användning i grödor. Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. Serie MI - Miljövard och naturresurshushållning. MI 31 SM 0701. Korrigerad version 2 juni 2008.

SCB. 2009a. Växtskyddsmedel i jordbruket 2008. Beräknat antal hektardoser. Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. Serie MI-Miljövard och naturresurshushållning. MI 31 SM 0901.

SCB. 2009b. Odlingsåtgärder i jordbruket 2008. Träda, slåttervall, vårkorn, havre, höstspannmål, anskaffning av stallgödsel. Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. Serie MI-Miljövard och naturresurshushållning. MI 30 SM 0901.

SJV. 2008. 64 åtgärder inom jordbruket för god vattenstatus. Jordbruksverket, Jönköping. Rapport 2008:31.

Silgram, M., Shepherd, M.A. 1999. The effects of cultivation on soil nitrogen mineralization. *Advances in Agronomy* 65, 267-311.

Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T., Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil & Tillage Research* 50, 115-125.

Stenberg, M., Delin, K., Roland, B., Söderström, M., Stenberg, B., Wetterlind, J., Helander, C.A. 2005a. Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem – karakterisering av lerjord. SLU, Skara. Avd. för precisionsodling. Rapport 2. 46 pp.

Stenberg, M., Kreuger, J., Delin, K., Helander, C.A. 2009. Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling. Hushållningssällskapet Skaraborg, Skara. HS rapport 4/09.

Stenberg, M., Myrbeck, Å., Lindén, B., Rydberg, T. 2005b. Inverkan av tidig och sen jordbearbetning under hösten på kväveminaliseringen under vinterhalvåret och på utlakningsrisken på en lerjord. SLU, Skara. Avd. för precisionsodling. Rapport 3. 41 s.

Stenberg, M., Rütting, T., Weslien, P., Myrbeck, Å., Wetterlind, J., Nylinder, J., Kasimir Klemetsson, Å., Klemetsson, L. 2010. Nitrous oxide emissions from a clay soil depend on timing of autumn mouldboard ploughing. 19th World Congress of Soil Science. Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Australia 1-6 August 2010. Congress Symposium 4. pp. 176-178. Published on DVD.

Stenberg, M., Stenberg, B., Rydberg, T. 2000. Effects of reduced tillage and liming on microbial activity and soil properties in a weakly-structured soil. *Applied Soil Ecology* 14, 135-145.

Stenrød, M., Ludvigsen, G.H., Riise, G., Lundekvam, H., Almvik, M., Tørresen, K.S., Øygarden, L. 2007. Redusert jordarbeiding og glyfosat. Ås, Norge. Bioforsk Rapport 2:145.

Tørresen, K.S., Skuterud, R., Tandsæther, H.J., Hagemo, M.B. 2003. Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals. I. Effects on weed flora, weed seedbank and grain yield. *Crop Protection* 22, 185-200.

Ulén, B., Aronsson, H., Bechmann, M., Krogstad, T., Øygarden, L., Stenberg, M. 2010. Soil tillage methods to control phosphorus loss and potential side-effects: a Scandinavian review. *Soil Use and Management* 26, 94-107.

Van den Putte, A., Goversa, G., Dielsa, J., Gillijns, K., Demuzerea, M. 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy* 33, 231-241.

Westlin, A. 2007. Optimering av reducerad bearbetning. Högre skördar till lägre kostnad. I: Arvidsson, J. (Red.). *Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2007. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen*. Nr. 113. s. 32-34.

Bilaga 1. Enkät till lantbrukare

Beskrivning

Reducerad jordbearbetning är ett sätt att bruka jorden i strävan mot minskad energianvändning och minskat växtnäringsläckage. Flera miljömål berörs vid brukning av jorden, bl.a. Ingen övergödning, Begränsad klimatpåverkan, Giftfri miljö och Ett rikt odlingslandskap (se t.ex. www.miljomal.se).

Syfte

Enkäten ska ge en bild av hur stor andel av jordbruksarealen i öppen växtodling som inte plöjs på konventionellt sätt utan jordbearbetas med andra metoder. Den ska även ge en bild av användningen av bekämpningsmedel på dessa arealer.

Användningsområde

Enkäten ingår som en del av en kunskapssammanställning om miljömålskonflikter vid reducerad jordbearbetning.

Ansvarig utgivare

Maria Stenberg, SLU, Skara

Frågor

* 1.1 Tillämpar du reducerad jordbearbetning idag?

Om du svarar nej på frågan, svara endast på fråga 1 till 3. Om du svarar ja på frågan, fortsätt att besvara enkäten.

Ja

Nej

* 1.2 Hur stor areal brukar du?

1-50 ha

51-100 ha

101-200 ha

201-300 ha

Mer än 300 ha

* 1.3 Vilken jordart dominerar på brukningsenheten?

Styv lera

Mellanlera

Lättlera

Moränlättlera

Mulljord

Mjälajord

Mojord

Sandjord

Annat

Ev kommentar:

1.4 På hur stor andel av din areal i öppen växtodling tillämpar du reducerad bearbetning?

0-25 %

26-50%

51-75 %

76-99%

100%

Annat

1.5 Vilka metoder för reducerad jordbearbetning tillämpar du?

Om du tillämpar flera metoder eller kombinerar dem - försök att uppskatta fördelningen mellan metoderna och ange det i kommentarfältet. Om du använder visst maskinkoncept, ange det under "annat".

Direktsådd

Mullsådd

Direktsådd med förredskap på såmaskinen

Plöjningsfritt med tallrikskultivator

Plöjningsfritt med pinnkultivator

No-till

Annat

Ev kommentar:

1.6 Hur gör du med skörderesterna?

Hackar och lämnar

Pressar och för bort

Lämnar i sträng

Använder betesputs eller annat redskap för att fördela dem

Annat

Ev kommentar:

1.7 Brukar du ha insådd fånggröda på de arealer där du tillämpar reducerad jordbearbetning?

Ja, alltid

Ja, oftast

Nej, aldrig

1.8 Anser du att du har större behov av ogräsbekämpning på de arealer där du tillämpar reducerad jordbearbetning?

Ja, alltid

Nej, aldrig

Nej, oftast inte

Annat

Ev kommentar:

1.9 Anser du att du har större behov av insektsbekämpning på de arealer där du tillämpar reducerad jordbearbetning?

Ja, alltid

Nej, aldrig

Nej, oftast inte

Annat

Ev kommentar:

1.10 Anser du att du har större behov av svampbekämpning på de arealer där du tillämpar reducerad jordbearbetning?

Ja, alltid

Nej, aldrig

Nej, oftast inte

Annat

Ev kommentar:

1.11 Vilka bekämpningsmedel använder du på de arealer där du tillämpar reducerad bearbetning? Ange de tre mest använda inom respektive kategori.

Vilka ogräsmedel?

Vilka insektsmedel?

Vilka svampmedel?

Ev kommentar:

1.12 Är det något/några preparat du använder mer frekvent på de arealer där du tillämpar reducerad bearbetning jämfört med plöjda arealer? Ange preparatnamn alt. verksam substans.

1.13 Vilken tycker du är den största fördelen med reducerad jordbearbetning?

1.14 Vilken tycker du är den största nackdelen med reducerad jordbearbetning?

Tack för din medverkan!

* = *Obligatorisk fråga.*

Bilaga 2. Enkät svar – Citat fördelar med reducerad jordbearbetning

- Arbetsbesparing med färre överfarter. Jag kör reducerad jordbearbetning efter ärtor, oljeväxter och lin.
- Att jag kan nyttja potentialen i jorden. Jag kan bygga systemet med jorden istället för att tära på den med stål.
- Bara fördelar. Giftfri miljö, näringsrik skörd, maskarna arbetar, grüngödsling tillför näring, "gratisgödsling" med kompost och tång etc. näringstillskott istället för utarmning av ekosystemet med naturen som arbetsgivare.
- Billigare och snabbare bearbetning. Vi använder detta nästan uteslutande inför höstsådd.
- Daggmaskarna har kommit tillbaka och mullhalten i det översta matjordslagret har ökat väsentligt. Vi började med plöjningsfritt på halva arealen 1974 och resten några år senare och jag kommer aldrig att plöja igen.
- Det blir större netto i växtodlingen.
- Det spar tid vid jordbearbetningen framför allt i samband med sådd på hösten. Packningsskadad jord upplever jag som mer genomsläpplig och lättbrukad efter några omgångar med reducerad jordbearbetning.
- Det är lättare att få acceptabelt såbruk på hösten med reducerad bearbetning på de styvare jordarna. Snabbare och mindre dieselåtgång.
- Du tvingas att ta ett helhetsgrepp. Kan inte 'reparera' genom t.ex. plöjning.
- Färre överfarter, minde energiåtgång vid etablering, mindre jordpackning Bättre ekonomi.
- Hög avverkning, mindre jorderosion, bättre mullhalt, högre bärighet.
- Jag använder bara denna metod om jag inte hunnit höstplöja något skifte som ska vårsås. Annars försöker jag alltid använda plogen. Att plöja på våren kan leda till dålig kapillärfunktion i jorden, vilket medför att grödan inte får tillräckligt med vatten om det blir torka. Detta problem minskar om man undviker plöjning på våren.
- Jämnare upptorkning på våren, hög kapacitet. Började tillämpa reducerad bearbetning 1987.
- Kostnad lägre, bättre fuktbevarande, jämnare ogrästryck. Bättre genomsläpplighet för regn, större maskförekomst.
- Lägre bränsle åtgång, Bättre mullhalt på leran. Fler maskar , jämnare grödor på fälten
- Miljömässiga (mindre antal traktortimmar, mindre fosforurlakning, högre mullhalt i ytan, ingen jordflykt, tar emot häftiga regnskurar bättre, mer maskar mm).
- Minskad kostnad för etablering av gröda. Och kanske framför allt snabbare att få fröet i jorden.
- Mycket billigare brukning pga ytterst lite körning. Kör 2 gånger på hösten med hög kapacitet. Förut när vi plöjde fick vi efter plöjning harva och välta 5-6 gånger eller mer för att få bruk inför höstsådd. Mycket mer finjord på hösten. Lyckades aldrig med höstrapsetablering tidigare. Tror oss bygga upp mullhalten i ytan. Snabbare upptorkning på våren.
- Plöjning kostsam i genomförande och även i följande brukning.
- På svårbrukade jordar - lerjordar och mjälajordar - en säkrare etablering! På alla jordar: Reducerad bearbetning - oavsett metod - sparar tid i en ansträngd tidsperiod. Sparar slitage på maskiner och i många fall - men inte jämt – diesel.

- Snabbare upptorkning på våren, mindre dieselförbrukning, färre mantimmar/ha, färre anställda och på vår gård, ett passande system med tung kall jord, som på sikt skall ge ett bättre netto.
- Spara kostnader och tid. Hur du än gör med ett spannmålspris lägre än dina kostnader kan ju ingen frisk företagare ligga och köra runt mer än absolut nödvändigt på sina åkrar. Felet med Svenskt lantbruk och maskinstationerna de kan inte räkna på sina verkliga kostnader för då hade saker varit annorlunda samma gäller kollegorna runt om i världen.
- Tidsvinst. Stora lantbruk över 500 ha hinner ej plöja samt får högre kostnad för anställd personal per ha vid plöjning.
- Tidsåtgången är betydligt lägre per brukad ha! Och markstrukturen har förbättrats betydligt. Maskförekomsten i marken är också betydligt högre än då man plöjer.
- Vi kör ju anpassad jordbearbetning och vi vänder ej upp gammal vetehalm från tidigare år efter dessa grödor.
- Ökar markens biologiska egenskaper = ökad mullhalt (innebär snabbare nedbrytning av bekämpningsmedel som hamnar på jorden, jfr. biobädd) fler dagmaskar, bättre jordstruktur = bandtraktor.

Bilaga 3. Enkät svar – Citat nackdelar med reducerad jordbearbetning

- Arvsäden, smittorisken med mycket halm i ytan efter stråsäd.
- Det är viktigt att bearbetning sker vid rätt tidpunkt med rätt redskap för att det skall bli bra. Ibland måste man testa vilket redskap som passar bäst. Det gäller att ha samarbetspartners som man kan hyra de redskap av som man själv inte har.
- Fungerar bara i det långa perspektivet efter bra förfrukter. Kan vissa år fungera med spannmål efter spannmål och risken att misslyckas totalt minst 1 år av 4 gör att man avstår. Så bra är inte lönsamheten. Torra höstar fungerar det bättre men blöta höstar på lerjordar i n.v. Skåne är det katastrof. En jämn stor skörd på HELA fältet är det bästa för miljön. Fläckar med ingen eller dålig skörd men med samma insatts, både kemiskt och näringsmässigt, ger näringsförluster och dåligt biologiskt aktiv mark för nedbrytning av växtskyddsmedel.
- Fungerar inte när det är regniga höstar.
- Får man packningsskador är det svårt att få bort dem. Vid torr höst kan det vara svårt att få ner halmen på hösten.
- Höstens spillsäd oftast höstvetete kommer upp i vårgrödan. Svag dos Rondup på våren före vårbruk är lösningen.
- Ingen nackdel så här långt, började 10 år sen.
- Jag upplever en ökad förekomst av gräsogräs framförallt på lätta jordar. Jag upplever också att det inte är så förlåtande utan det ställer högre krav på mig som odlare att man "är med" och gör allting i rätt tid.
- Jorden blir ofta mer kompakt och svårbrukad på våren. Kan också vara svårt att hantera skörderester och spillsäd.
- Just ingen nackdel.
- Kan ge problem med växtrester som släpar i kultivatoren och ger ojämnheter.
- Kan på styvare jord viss strukturförsämring (höstsäd).
- Kan vara svårt att genomföra ett "blött år" eftersom redskapen som används fungerar bäst under torrare förhållande.
- Kan vara svårt att blanda in växtrester vid torra förhållanden. Man måste ha fingerspetskänsla för jordbearbetningen under olika väderleksförhållanden och jordarter. Det finns inga generella regler.
- Kan vara svårt att blanda in växtrester vid torra förhållanden. Man måste ha fingerspetskänsla för jordbearbetningen under olika väderleksförhållanden och jordarter. Det finns inga generella regler.
- Kan vara svårt att hinna köra tillräckligt många gånger om det blir sent och med mycket nederbörd
- Klart mycket sämre övervintring av höstvetete. I år ser det plöjda till 90% bra ut medan stubbat bara 10%. Operationen gick bra medan patienten dog!! Även 2009 var det betydande skillnad cirka 2 ton i skörd varför jag kommer satsa på plöjning med spannmål som förfrukt. Däremot med oljeväxter som förfrukt är det Disc-Roller och Rapid som gäller.
- Ogräsuppförökning är mitt största problem på mina egna åkrar. Ett kanske större problem kommer från konventionella grannars åkrar där man praktiserar reducerad jordbearbetning i odling av bland annat åkerböna. Genom att inte plöja ner odlingsresterna sprids brunfläcksjuka och annat till omgivningen, där jag som

ekologisk odlare har blivit tvungen att sluta odla åkerböna. Odlar man konventionellt kan man på kemisk väg hålla dessa sjukdomar i schack.

- Osäkert resultat. Jag har fått all möjlig input men det fungerar inte riktigt lika bra som maskinfirmorna lovar. Ibland går det bättre än det plöjda och i bland betydligt sämre. Dålig skörd ger fleråriga ogräsproblem samt svårtröskat och svårtorkat. Enligt min risk avkastningsanalys är min till inte så bra som maskinfirmorna säger. En viktig parameter i analys av min-till är tillgången till gödsel. Jag tror inte att min-till är lika miljöoptimalt som ni. En misslyckad skörd är mycket dyrt miljöekonomiskt.
- Rotogräsens tillväxt. Måste spruta vart annat år med roundup på reducerad bearbetning mot kanske vart 4e år med plöjning.
- Rådgivarnas okunskap i detta och vilja att utveckla. Kräver mer av lantbrukaren
- Skördeminskning om der inte är rätt förfrukt, jordpackning i ytlagret, ökad användning av ogräsmedel samt svampmedel, halmbehandling måste vare ordentlig för att inte få groningsproblem, bara 66 % dagar kan tillämpas till reducerad jordbearbetning jämfört med plöjning.
- Större ogräsförekomst, i regel sämre skörd, höstsådd har sämre vattengenomsläppighet. Passar definitivt ej alla jordarter, vilket innebär ytterligare maskininvestering. Jag har utsädesodling och risken för övervintrad spillsäd ökar markant. Vill hålla nere kemikalieanvändningen så mycket som möjligt.
- Tyvärr ibland sämre skörderesultat. I år har jag noterat en betydligt sämre övervintring på oplöjda höstsådda fält. Med samma förfrukt har svampen totalt utplånat vetet men där plöjning utförts är övervintringen utan anmärkning. Plogen försvarar verkligen sin plats i vissa lägen Den som påstår något annat har jag svårt att känna förtroende för.
- Vid mycket regn, kan jorden inte torka upp tillräckligt fort, vilket medför att höstsådden omöjliggörs.
- Vid regniga och blöta förhållande blir det känsligare - svårare och osäkrare - att etablera en gröda! Vid pressade tidsscheman kan man frestas att äventyra etableringen för att spara tid med reducerad bearbetning även om förhållandena inte är optimala (mycket växtrester, fuktiga förhållanden). Reducerad bearbetning kräver mera timing och därmed planering. Dvs. större krav på kapacitet/läglighetseffekt hos maskinen och det blir svårare att planera en tuff höst vid maskinsamarbete. Traditionell "djupplöjning" och etablering är mer förlåtande!
- Vid sen höstbearbetning, om vädret är blött, nervpressande innan den sista körningen är gjord
- Ökad växtskyddsförbrukning. Får ställas i relation till dieselförbrukning. Skorpa på våren innan vi börjar vårbruket. Gör att det är svårare att få tillräckligt avdunstningskydd på våren. Kan vara att vi inte har varit med på att det faktiskt torkar upp så mkt snabbare som det gör. Jag trodde att det skulle torka upp senare pga halminblandning i ytan.

Rapporten kan beställas från

Jordbruksverket • 551 82 Jönköping • Tfn 036-15 50 00 (vx) • Fax 036 34 04 14
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se