

# Etablering av oljerättika och mätning av jordmotstånd vid djupluckring alternativt plöjning

Josefin Andersson och Markus Larsson



Självständigt arbete • 10 hp • Grundnivå, G1E  
Lantmästare – kandidatprogram  
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU  
Alnarp 2013

Etablering av oljerättika och mätning av markmotstånd vid djupluckring alternativt plöjning.

Establishment of oilseed radish and measurement of ground resistance at deep loosening or plowing

Josefin Andersson och Markus Larsson

Handledare: Sven-Erik Svensson, SLU Alnarp, institution för biosystem och teknologi

Examinator: Allan Andersson, SLU Alnarp, institution för biosystem och teknologi

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E/G2E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap.

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Markus Larsson

Serietitel: nr: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Djupluckring, oljerättika, plöjningsfritt, markpackning, mellangröda, bördighet, plöjning.



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering,  
trädgårds- och jordbruksvetenskap

## Förord

Inom Lantmästare - kandidatprogrammet är det möjligt att ta ut två examina: en lantmästarexamen (120 hp) och en kandidatexamen (180 hp). En av de obligatoriska delarna i utbildningen är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,7 veckors heltidsstudier (10 hp).

Studien har genomförts i samarbete med företaget Kornbomaskin AB.

Ett stort tack riktas till Kornbomaskin AB, Arne Andersson, Sven-Erik Svensson, Jan-Eric Englund, Allan Andersson och Lena Holm som bidragit med maskiner och utrustning, råd, synpunkter och granskning.

Allan Andersson har varit examinator.

Alnarp maj 2013

Josefin Andersson och Markus Larsson

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	2
Summary .....	3
Inledning .....	4
Avgränsningar .....	4
Mål .....	4
Bakgrund .....	5
Markpackning .....	5
Minskad bördighet .....	6
Ökad bördighet .....	6
Mellangrödor .....	6
Oljerättika .....	7
Strukturator .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Material och metod .....	9
Förutsättningar .....	9
Försöksupplägg .....	9
Statistik .....	11
Resultat .....	12
Uppkomst .....	12
Grönmassa .....	12
Motstånd i marken .....	13
Diskussion .....	15
Referenser .....	17
Skriftliga .....	17
Personliga meddelanden .....	18
Bilagor .....	19
<i>Bilaga 1</i> .....	19
<i>Bilaga 2</i> .....	20
<i>Bilaga 3</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Sammanfattning

Examensarbetet är ett jordförsök som har gjorts på två olika gårdar. Försöken omfattas av två olika jordbearbetningsmetoder, plog och djupluckrare. Anledningen till valet av de två olika gårdarna beror på att de har jordbearbetats på olika sätt under de senaste tio åren och då kanske försöken visar skillnader på hur marken påverkas av de olika bearbetningsmetoderna.

I hälften av försöket är det insått oljerättika för att se vilken av bearbetningarna som ger säkrast etablering, och för att eventuellt lättare se hur lucker marken är beroende på rotutveckling.

I försöken har en penetrometer använts för att mäta jordmotståndet i jorden efter plogen och djupluckraren. Jordmotståndet mättes ner till 40 centimeters djup i alla försöksrutorna. Från dessa resultat gjordes diagram för att lättare utläsa resultaten. På den ena försöksplatsen där plogen alltid tillämpats gav djupluckraren en luckrande effekt på djupet som kunde statistiskt säkerställas. Från de rutor som det var insått oljerättika togs plantor som torkades för att få fram mängden biomassa som producerats per hektar.

Mätningarna med penetrometern visade att jordmotståndet på gården som under de senaste åren har djupluckrats var mindre jämfört med försöken på gården som alltid plöjts. Resultaten antydde på en ökad mängd biomassa från djupluckringsförsöken jämfört mot de plöjda försöken, tyvärr gick det inte att statistiskt säkerställa de resultaten. En iakttagelse som gjordes vid uppgrävningen av oljerättikan, var att i alla de djupluckrade försöksrutorna på de två försöksplatserna fanns det mask. I de plöjda försöksrutorna upptäcktes inte en enda mask.

## Summary

Our thesis is a soil test that we have done on two different farms, where we have used two different processing machines plow and deep soil loosening machine. The reason we have two different farms are because they are processed in different ways during the past ten years. Then we can easier see how the land affected by the different processing methods.

In half of the trials, it is inserted oilseed radish to see what kind of machining operations is the safest method of establishment, and to more easily see how loose the soil is dependent on root development.

We have used penetrometer to measure ground resistance in the earth. Soil resistance was measured down to 40 centimeter deep in all attempts windows. From these results we made diagram to more easily read the results. On one test site where the plow always applied gave the deep loosening a shutter effect on the depth that could statistically ensure.

From the boxes that were inserted oilseed radish, we took plants that we dried to produce the amount of biomass produced.

From our measurements, the results showed that soil resistance on the farm which in recent years has deep loosened was minor compared with the experiments on the farm as always plowed. The results indicated an increased amount of biomass from deep loosening experiments compared to the plowed experiment, unfortunately it was not possible to statistically guarantee the results. One observation made during the exhumation of oilseed radish, was that in all the deep loosened attempts squares on the two experimental sites there were worms. In the plowed attempt boxes were there not discovered a single worm.

## Inledning

Många har provat att gå ifrån plogen och kört minimerad jordbearbetning men med väldigt olika resultat. Det har lett till att många är skeptiska till minimerad jordbearbetning. I samarbete med Kornbomaskin AB gjordes försök för att få fram konkreta resultat hur Agrisems djupluckrare påverkar marken och om den kan förändra plogsulan i ett plöjt system. Djupluckraren är ett jordbearbetningsredskap som luckrar på djupet utan att vända på jorden. Den kan köras på olika djup ner till 70 cm.

Försök gjordes på två olika gårdar, där den ena gården kallas gård Djup (djupluckrad) och den andra gård Plog (plöjd) i arbetet. Gård Djup har under en tioårsperiod använts sig av plöjningsfri jordbearbetning och gård Plog har alltid plöjt.

Anledningen till att vi valde att så in oljerättika i försöken berodde på att lättare kunna se hur rötterna utvecklas men även hur mycket bladmassa det produceras. Växtens tillväxt kan vara en indikation på hur lätt den kommer åt vatten och näring i marken.

Oljerättikans pålrot är bra för biologisk luckring av lerjordar och för att bland annat hämma betcystnematodutveckling. Oljerättikan kan sås in som mellangröda, men det är inte så många som använder sig av den. Detta beror dels på att usädet är dyrt men också på grund av att den är svår att etablera. Oljerättikan etableras oftast genom att bara sprida ut den med till exempel en gödningspridare direkt på halmstubb, vilket ofta inte ger någon bra uppkomst. Det krävs någon typ av bearbetning för säker etablering (Olsson, Å. pers. medd. 2012). Vi undersökte två möjliga alternativ för etablering av oljerättikan, jordbearbetning med djupkultivator respektive plöjning före sådd med Väderstads Rapid.

## Avgränsningar

Fokus har varit på att undersöka hur markåtgärderna har påverkat markmotstånd, biomassa och rotutveckling under hösten. Avgränsningar som gjorts är att inte fortsätta med försöken på våren.

## Mål

Målet med försöken är att undersöka hur de två olika redskapen påverkar plogsulan och markstrukturen. Oljerättika har etablerats i hälften av rutorna på båda gårdarna för att kunna undersöka rotutvecklingen och om roten påverkas eller utvecklas olika beroende på jordbearbetningsmetod.

Ett annat mål med försöken är att utreda vilken bearbetning som ger bästa etablering, och då även med tanke på tidsåtgång och kostnader för etablering med de två olika systemen.

## Bakgrund

### Markpackning

Utvecklingen inom jordbruket har lett till att allt tyngre jordbruksmaskiner körs på fälten, vilket har gett en ökad markpackning. När marken packas är det inte partiklarna eller vattnet i marken som komprimeras, utan det är porerna med luft som trycks ihop. Först är det de grövsta porerna som trycks ihop och de mindre sist. Då markpackningen ökar minskar porandelen i marken och desto svårare har grödans rötter att tränga sig genom marken (Pålsson 2006). Det är det mekaniska motståndet som sätter stopp för rotutvecklingen. Roten utvecklas därför väldigt dåligt där marken är packad ända upp i de övre markskikten (Björkman 2000).

När marken är så pass eftersatt av markpackning att roten inte kan växa på djupet för att det är för hårt mekaniskt motstånd, utan växer åt sidan, då får grödan problem med näringsupptag och den blir känsligare för torka. Detta leder till minskad skörd (Björkman 2000).

Under 2008 och 2009 gjordes det försök med djupluckring till våroljeväxter. Försöken låg i Ultuna där marken var styvlera. Det var fem olika behandlingar, plöjning på 22 cm, kultivator Väderstads Top down på 20 cm, Väderstads Carrier, djupluckrare Agrisems Culti plow på 22 cm och på 30 cm. Resultaten visade att i de försöken som det hade körts med Agrisems djupluckrare på 30 cm hade mindre motstånd i marken under plogdjupet på 22 cm. Däremot påverkades inte skörden av vårrapsen (Arvidsson 2010).

Skadlig markpackning påverkar alla biologiska processer i marken som den organiska substansens omsättning i marken, växtnäringens mineralisering, växtsjukdomar, växtparasiter och ogräs.

För att granska hur alven påverkas vid markpackning har försök gjorts i sju länder i norra Europa och Nordamerika. Länderna har liknande klimat med tjäle på vintern. Försöken gjordes med liknande förutsättningar och behandlingar. På försöksrutorna kördes det med en maskin spår i spår med en axelbelastning på tio ton på enkelaxel, eller sexton ton på en dubbelaxel. Ringtryck var 250 -300 kPa. Det gjordes en överfart på fuktig jord. Resultaten blev liknande i samtliga försök, då man mätte påverkan ner till 50 cm djup. Den skadliga påverkan fanns kvar efter elva år. Under de två första åren sänktes skörden kraftigt vilket tydde på kraftiga packningsskador i matjordslagret. År fyra var skördeförlusterna 2,5 % och avtog inte med tiden. Detta gällde både lerjordar och sandjordar (Håkansson 2000).

Det finns många sätt att försöka att förbättra de skador som uppkommit efter att marken blivit packad, även om allvarliga skador i alven kan vara omöjliga att åtgärda. Naturen har sina egna sätt att luckra marken. Ett av dessa sätt är på vintern då marken fryser, vilket ger tjälning. Ett annat sätt är på sommarn då marken torkar ut så att den spricker upp, detta kan ge upphov till att den packade markens struktur förbättras på djupet. Detta gäller främst lerjordar (Pålsson 2006).



Det finns mellangrödor som har en markförbättrande påverkan och som ger marken en bättre struktur. Det finns även olika typer av mekanisk alvluckring som bearbetar på djupet för att luckra marken och minska skador efter markpackning (Pålsson 2006).

### Minskad bördighet

Dagens intensiva jordbruk med ensidiga växtföljder och brist på stallgödsel har lett till att mullhalten har minskat i marken eller rättare sagt lagt sig på en annan jämnviktsnivå. Markens mikroorganismer så som svampar, bakterier och markdjur har stor betydelse för markens mullhalt. Mängden mikroorganismer i marken bestäms helt och hållet efter hur mycket organisk substans som finns i marken (Pettersson och Eriksson 1993).

### Ökad bördighet

Med bördighet menas att marken ger goda skördar i snitt sett över många år. Detta kan påverkas genom att gödsla rätt, så i rätt tid och hålla skadegörare borta från fältet. Andra saker går inte att påverka så som markens naturliga förutsättningar som till exempel jordtyper (Pettersson och Eriksson 1993).

Andra viktiga faktorer som har stor betydelse för bördigheten är mikroorganismerna i marken som är helt beroende av mängden tillgängliga växtrester, pH i marken, markpackning och så vidare. Mängden mikroorganismer styrs helt och hållet efter hur mycket tillgängliga döda djur- och växtrester det finns i marken. Dessa är mycket viktiga i perspektivet att öka bördigheten i marken då de ökar mängden lättillgängliga näringsämnen åt grödorna (Pettersson och Eriksson 1993).

För att öka bördigheten bör det finnas gott om växtmaterial åt mikroorganismerna i marken för att säkerställa att de har något att leva av (Pettersson och Eriksson 1993). Dessutom binds mer kväve i växtmaterialet vilket har en positiv effekt på mullhalten (Aronsson m.fl. 2012).

### Mellangrödor

Genom att odla en mellangröda på marken förhindras bland annat urlakningen av kväve i marken och istället binds den i växtresterna som tas upp av mikroorganismerna. Detta har en positiv effekt på mullhalten, framförallt i en mark som inte får ta del av stallgödsel. Med en upprepad odling av mellangrödor bryts den negativa trenden med minskad mullhalt i marken genom en ökad inlagring av kol och kväve i marken. Detta ökar i sin tur kväveleveransen från marken till grödan (Aronsson m.fl. 2012). Den mängden kväve som binds i marken av mellangrödan utnyttjas av nästkommande gröda. Detta har påvisats i båda svenska och danska försök (Bertilsson 2013)

Mellangrödor har inte bara en kvävebindande effekt utan det finns många andra fördelar med en mellangröda. En av de effekterna är en ökad mikrobiell aktivitet i marken. Mellangrödan ger en förbättrad markstruktur både i markytan och djupare ner i marken genom sina rötter, vilket ger en bättre porositet i marken. Mellangröda ger en förfruktseffekt på nästkommande gröda. Med en etablerad mellangröda sker en ökad konkurrens mot ogräs som kanske annars kan växa fritt. En del mellangrödor till exempel oljerättika har en sjukdomssanerande effekt till nästkommande gröda till exempel betcystnematod till sockerbetor (Aronsson m.fl. 2012).

I växtföljder med ettåriga grödor som kräver en intensiv bearbetning av marken för att säkerställa en god etablering av grödan ökar den biologiska omsättningen i marken och det biologiska materialet omsätts mycket snabbt. Jämfört med en växtföljd med till exempel en treårig vall. Denna biologiska aktivitet leder till att växtrester bryts ner och det bildas stabila mullsubstanser som kallas humus. På längre sikt förändras mullhalten efter hur mycket växtmaterial som tillförts i marken och vad som förs bort vid mineraliseringen. Tillförs mycket växtmaterial från till exempel en mellangröda förändras balansen mellan inlagring av humus och mineraliseringen. Denna effekt av mineralisering kan märkas snabbt redan i nästkommande gröda genom en så kallad förfruktseffekt. I växtföljdssystem med ettåriga grödor är det positivt för marken att ha en mellangröda i växtföljden för att säkerställa att markens humusförråd blir balanserat och inte minskad (Fogelfors 2011).

## Oljerättika

Oljerättika tillhör familjen korsblommiga växter (*Brassicaceae*). Odlas det oljerättika som mellangröda innebär det att sådd sker efter tröskning på hösten. Oljerättikan hinner då inte gå i blom och sätta frön innan vintern kommer. Ett år då oljerättikan etableras tidigt och hösten blir gynnsam kan oljerättikan gå i blom. Det går då att putsa ner den för att förhindra att den sätter frö, så att fröna blir ogräs nästkommande säsong. Oljerättikan tål temperaturer ner emot sex minusgrader (Aronsson m.fl.2012).

Oljerättika är den vanligaste odlade mellangrödan från brassica-familjen och är den det finns mest kunskap om i Sverige idag. Oljerättikan är torkkänslig och ställer hårda krav för att kunna gro. För att lyckas bäst med etablering av oljerättika bör man etablera den efter grödor som skördas tidigt på sensommaren för att den skall hinna slå en riktig djup pålrot. Oljerättika är tolerant mot klumprotsjuka, dock inte resistent. Odlas grödor som till exempel höstraps i växtföljden bör det vara fyra år mellan dessa två grödorna för att inte uppföröka klumprotsjukan i marken (Aronsson m.fl. 2012)

Oljerättika är godkänd att användas som fånggröda i södra Sverige. För att erhålla vårbearbetningsstöd får inte marken bearbetas förrän efter nyår. För att kunna etablera oljerättikan måste utsädet spridas i växande gröda med någon typ av slunga eller rampspridare. Detta kan vara svårt att lyckas med, då oljerättika ställer tuffa krav på att den får jordkontakt och att där finns god markfukt för att kunna gro (Olsson 2012). Det kan också

vara problem med täckande skörderester eller hård konkurrens av spillsäd. Tunga skördemaskiner kan också ställa till det då de packar marken (Pålsson 2006).

I södra Sverige är oljerättika också godkänd för att användas mot minskat kväveläckage. Detta gäller inte i Mellansverige, fast än att det finns ett stort behov på de lättare jordarna av en fånggröda som har en snabb rotutveckling och en djup pålrot som binder kväve i marken. Idag används rajgräs som fånggröda som är godkänd i Mellansverige, vilket kan vara ett problem när det odlas potatis i växtföljden vilket det ofta är på lättare jordar i Mellansverige. För att försöka få oljerättikan godkänd i Mellansverige gjordes etableringsförsök med oljerättika av hushållningssällskapet i Skaraborg. Etableringen i försöken skedde både i växande gröda och efter skörd. Resultaten från dessa försök visade att etableringen i växande gröda var bäst då man mätte detta genom upptaget kväve i bladmassan. Detta berodde på att etableringen efter skörd inte blev gjord för än i början av september vilket hade en negativ effekt på plantans tillväxt och upptag av kväve (Krijger 2012).

## Material och metod

### Förutsättningar

Försöken har genomförts på två olika gårdar med ett avstånd på ca 200 meter från varandra. Fälten som de har legat på består båda av måttlig mullhaltig mellanlera och har haft korn som förgröda. Anledningen till att samma försök har gjorts på olika gårdar är att på gård Djup har det under tio år djupluckrats och på gård Plog har det under alla tider plöjts. På gård Djup sker djupluckring vart tredje år innan sockerbeter. De andra åren sker jordbearbetning med ett tallriksredskap från Agrisem. Genom att göra försöken på de två gårdarna blir det fler resultat att jämföra mot varandra. Djupluckraren ger troligtvis inte lika stor förändring på gård Djup som på gård Plog, eftersom gård Djup blivit djupluckrad under de senaste 10 åren. På gård Plog kommer plogen troligtvis inte ge lika stor förändring eftersom det alltid blivit plöjt där.

### Försöksupplägg

Anledningen till försöksupplägget var att det skulle jämföras mellan två olika behandlingar plöjning och djupluckring. Försöket utformades för de maskinerna som skulle användas på grund av storlek och bredd.

I varje försök finns fyra olika behandlingar med djupluckring, plöjning, djupluckring med etablering av oljerättika och plöjning med etablering av oljerättika (se bilaga 1).

Behandlingarna har upprepats fyra gånger på varje försöksgård, det vill säga 16 rutor per försök. Försöksrutorna har varit 12x12 meter med körgångar som har varit sex meter breda. Totalt har försöken varit 78x48 meter vardera.

Det praktiska arbetet började den 22 augusti 2012 med att försöksrutorna bearbetades med ett tallriksredskap för att blanda ner växtresterna från kornet. Detta skedde två dagar efter tröskning. Hälften av leden plöjdes och andra hälften av leden djupluckrades i båda försöken. Plogen (se figur 1) var en fyrskärig Kverneland som kördes på 16 tum och på 25 cm djup. Djupluckraren (se figur 2) var en tre meters Agrisem Cultiplow som kördes på 30 cm djup. Djupluckraren är konstruerad för att luckra på djupet genom att lyfta marken och gör ingen större inblandning av växtrester i jorden. Anledningen till att det är olika djup för de två redskapen, är på grund av att redskapen normalt körs på dessa djup.



Figur 1. Kverneland plog



Figur 2. Agrisems djupluckrare

Sådden av oljerättikan skedde den 23 augusti 2012, med en fyra meters Väderstads Rapid kombi (se figur 3). Oljerättikan (se figur 4) såddes på två cm djup och med en kvävegiva på 50 kg. Oljerättikan var av sorten Adios och utsädesmängden var 14 kg/ha (Nilsson 2012. Pers. medd.)



Figur 3. Såmaskin



Figur 4. Utsäde och gödning

Den 9 november 2012 användes en penetrometer (se figur 5) för att mäta markmotståndet för varje centimeter ner till ett djup av 40 cm. Detta upprepades 20 gånger i varje ruta. Den data mätningarna gav omvandlades till ett diagram över markmotstånd (se figur 10 och 11).



Figur 5. Penetrometer



Figur 6. Oljerättika

Den 13 november 2012 grävdes, slumpvis på 30 cm längd och 12,5 cm bredd, hela oljerättikaplantor upp (se figur 6) för att mäta hur mycket biomassa de gav. Fyra stycken provrutor grävdes upp i de 16 försöksrutorna där oljerättikan var etablerad. Plantorna tvättades och vägdes. Ur de fyra propåsarna per försöksruta så torkades en av dem för att få fram ts-halten i oljerättikan. Detta visar på hur mycket biomassa som plantan tillför marken. Vid tvättningen av plantorna mättes även rötterna för att se om det var någon skillnad i rotutvecklingen.

## Statistik

För att få fram vilken mängd biomassa oljerättikan gav räknades den genomsnittliga skörden från de fyra påsarna som togs per försöksruta (se bilaga 3). Det multiplicerades med det TS som vi fick från den torkade oljerättikan från försöksrutan. För att sedan få fram kg TS på varje behandling summerades siffrorna för att veta hur mycket biomassa som hade bildats beroende på vilken jordbearbetning och gård.

Motståndet i jorden mättes med en penetrometer, med 20 mätningar per ruta. Av dessa resultat togs det ett medelvärde från varje ruta. Resultaten för varje ruta och behandling sammanställdes för att få fram motståndet i marken på de olika behandlingarna och de två gårdarna.

Data från mätningarna som vi fått fram från penetrometern och mängden biomassa har statistiskt bearbetats för att undersöka om resultaten är signifikant skilda åt (se bilaga 2).

När mätningarna från penetrometern jämfördes användes Minitab version 16 för att göra en variansanalys (ANOVA). För att statistiskt analysera data från biomassan av oljerättikan gjordes ett T-test.

## Resultat

### Uppkomst

Uppkomsten på de två försöken (se figur 7 och 8) var jämn och bra. Visuellt gick det inte att urskilja någon skillnad på de olika bearbetningsmetoderna eller mellan de två försöksplatserna.



Figur 7. Bild på oljerättikan (27/10)

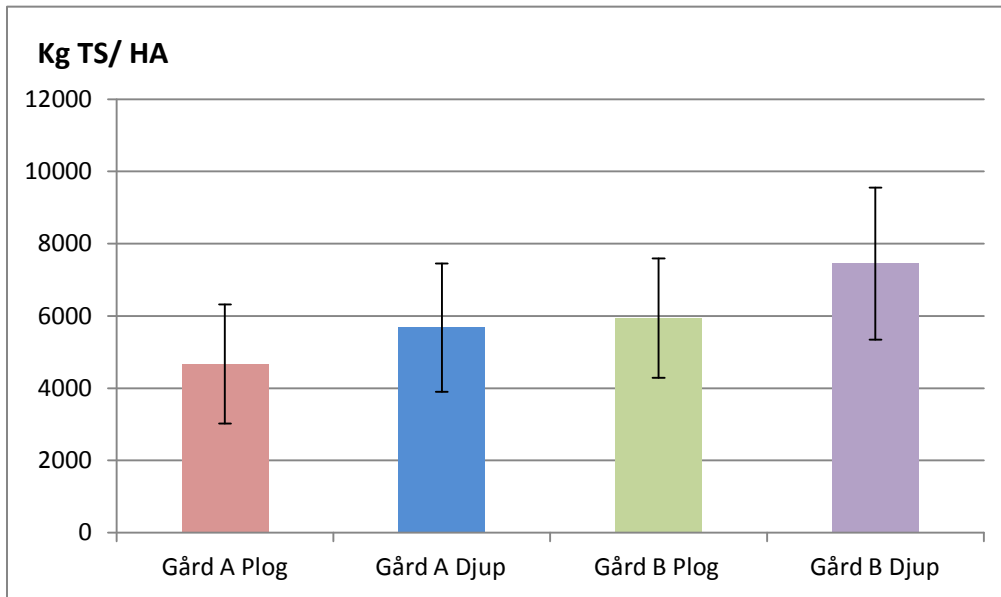


Figur 8. Bild på oljerättikan (9/11)

### Grönmassa

Varje stapel i diagrammet (se figur 9) visar mängden biomassa som mätningarna från de fyra provtagningarna per försöksruta och försöksplats gav (se bilaga 3). Mätningarna från varje ruta är sammanställda till ett medelvärde med de andra rutorna som har samma behandling från samma försöksplats.

Stapeldiagrammet visar stora skillnader mellan behandlingarna och försöksplatserna (se figur 9). Spridningen mellan de individuella stickproven är stora och då blir inte medelvärdet helt sant ur ett statistiskt perspektiv.



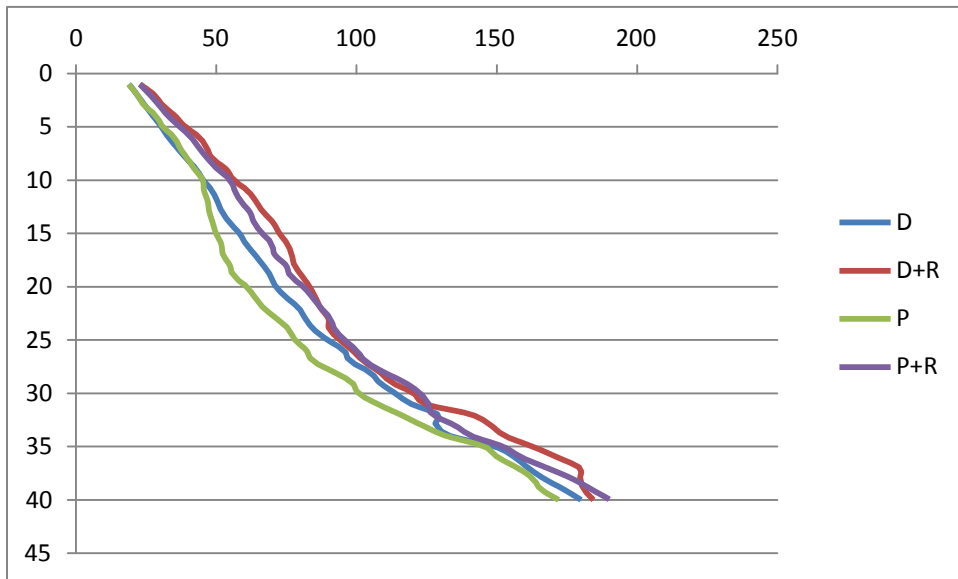
Figur 9. Illustrerar den mängd grönmassa vi fick från försöken. De lodräta linjerna i staplarna visar spridningen av mätningarna. Gård Djup= A, Gård Plog= B

### Motstånd i marken

De resultat mätningarna gav från penetrometern (se figur 10 och 11) visar att det blir ett större motstånd i marken på 22 centimeters djup på gård Plog, vilket troligtvis är plogsulan och på gård Djup blir det istället större motstånd vid 35 cm djup. På gård Djup är det mindre motstånd i marken i de försöksrutorna som är plöjda än de som är djupluckrade. I försöket på gård Plog följs linjerna för djupluckring och plöjning ner till 22 cm, sedan delas de åt och motståndet för djupluckringen blir mindre.

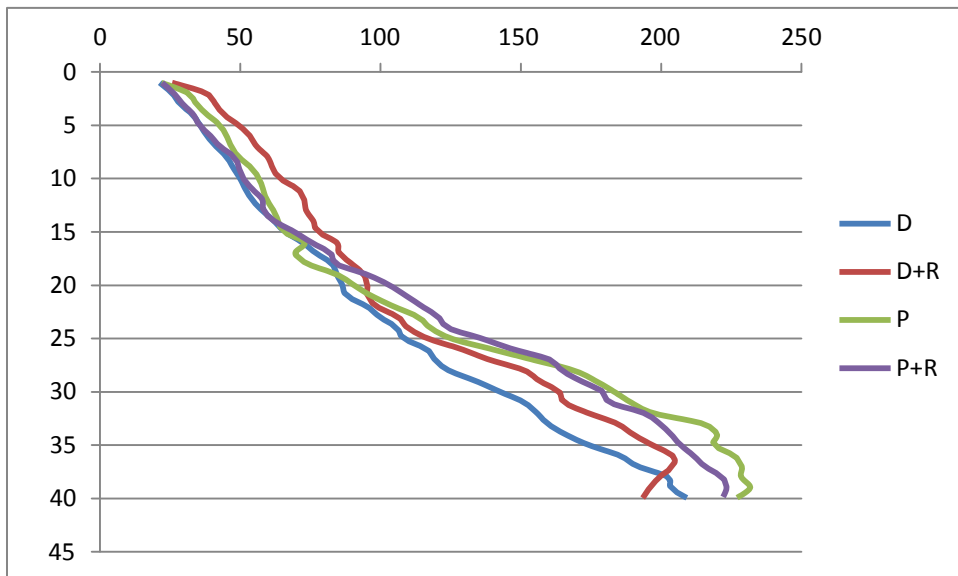
Försöket visar att markmotståndet är större hela vägen ner till 40 centimeters djup på gård Plog jämfört mot gård Djup.





Figur 10. Gård Djup, Markmotståndet i kPa för varje cm.

D= Djupluckrad, D+R= Djupluckrad+ Oljerättika, P= Plöjt, P= Plöjt+ Oljerättika.



Figur 11. Gård Plog, Markmotståndet i kPa för varje cm.

## Diskussion

Det som vi har kunnat utläsa från våra resultat på både gård Djup och Plog är att djupluckringen minskar motståndet i marken. Med bara en behandling med djupluckraren så kunde vi minska motståndet på plogsulan på gård Plog, som vi ser finns på 22 centimeters djup i de plöjda rutorna. På gård Plog kan vi statistiskt säkerställa en luckrande effekt av djupluckraren på 22 cm ner till 40 cm (se bilaga 2). Plogsulan ser man på gård Plogs kurvor. Men vi kunde inte se någon visuell skillnad i uppkomst beroende på om det var plöjt eller djupluckrat. Vi trodde att uppkomsten av oljerättikan skulle bli sämre i de djupluckrade försöken med tanke på att det fanns mer halm runt utsädet. Hösten 2012 gav normal nederbörd med ca 50 mm i vardera månad augusti, september och oktober, vilket gav bra förutsättningar för oljerättikan att gro.

Av resultaten som vi fick från mätningarna av mängden biomassa från oljerättikan, visade det sig att vi fick större mängd biomassa i de djupluckrade leden än i de plöjda leden på de två försöksplatserna. Men på grund av att spridningen av resultaten är stor så är det inte möjligt att se någon statistisk säkerställd skillnad.

Agrisems Cultiplow är tre meter bred vilket skulle motsvara en sexskärig plog på 20 tum för att få samma arbetsbredd, men plogen behöver större effekt. För att jämföra arbetsmomenten mot varandra har vi en traktor på 160 kW (ca 200 hk) som ska utföra både djupluckringen och plöjningen. Vi valde en fyrskärig, buren växelplög. Effektiviteten är högre vid djupluckring än vid plöjning, eftersom kapaciteten per hektar och timme är större med en djupluckrare. Timkostnaden för de två bearbetningsmetoderna är den samma, ca 900 kr.

Under hela försöksperioden kunde vi visuellt se att de rutor som var plöjda var det mer bladmassa på oljerättikan och en grövre men kortare rot (se figur 14 och 16) än de djupluckrade rutorna. I de djupluckrade rutorna var rötterna smalare, längre och de hade oftast fler grenrötter (se figur 13 och 15). Detta tror vi beror på att plogen luckrar de övre 20 cm bättre än vad djupluckraren gör, vilket ger rötterna mer plats att bli bredare, men de har svårare att bli långa.

En intressant iakttagelse som gjordes under uppgrävningen av oljerättikan, var att i alla försöksrutor som var djupluckrade hittade vi maskar (se figur 12), men i de rutor som var plöjda hittade vi inte en enda mask. Detta gällde på båda försöksgårdarna. Att detta var så tydligt var väldigt förvånande för oss.

Det som vi kunde gjort bättre var att vi skulle mätt fler rötter, och kanske även mätt diametern på rötterna för att få ett säkrare och bättre resultat ur en statistisk synvinkel.

Det hade varit intressant att fortsätta studera våra försök ända fram till skörd, av till exempel sockerbetor. Dels för att få se om oljerättikan hade påverkat skörden av efterkommande gröda men också för att se om markstrukturen kan bibehållas på djupet, både under våren och sommarn.

Det som vi har kunnat se i våra försök är att djupluckring minskar motståndet i marken och ökar den biologiska aktiviteten. Vi ser även en ökad mängd biomassa från djupluckningsförsöken jämfört mot de plöjda försöken, tyvärr kan vi inte statistiskt säkerställa de resultaten. För att kunna göra detta hade vi behövt ett annat försöksupplägg med fler stickprov.



Figur 12. Mask i de djupluckrade försöken.



Figur 13. Oljerättika från djupluckring(27/10).



Figur 14. Oljerättika från plog (27/10).



Figur 15. Oljerättika från djupluckring (7/9)



Figur 16. Oljerättika från plog (7/9)

## Referenser

### Skriftliga

Agriwise [2011] *Maskinkostnader 2011, Maskinkalkylgruppen 2011*. [Internet]  
[http://www.agriwise.org/databoken/databok2k13/databok2013htm/kap22/10\\_exempel\\_pa\\_rekommenderade\\_maskintaxor.htm](http://www.agriwise.org/databoken/databok2k13/databok2013htm/kap22/10_exempel_pa_rekommenderade_maskintaxor.htm) Senast uppdaterad: 2011-12-21. [2013-05-15]

Aronsson Helena, Bergkvist Göran, Stenberg Maria och Wallenhammar Ann-Charlotte.  
 Jordbruksverket [2012]. *Gröda mellan grödorna – samlad kunskap om fånggrödor*.  
 Jönköping. (Jordbruksverkets rapport 2012:21).

Arvidsson, J. (2010) *Jordbearbetningens årsrapport 2009*. Uppsala, SLU:  
 Institution för mark och miljö. (Rapport nummer 116).

Bertilsson, G. (2013). *Mellangrödor/fånggrödor och bördighet*. [Internet]  
[www.greengard.se/mellan.htm](http://www.greengard.se/mellan.htm) [2013-05-15]

Björkman, N. (2000) *Biologisk avlucckring - effekter av rödklöver och lusern på markstruktur och sockerbetskörd*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för markvetenskap  
 Avdelningen för lantbrukets hydroteknik. [Examensarbete]

Fogelfors Håkan (2011). *Växtproduktion i jordbruket*. Natur och Kultur/LTs förlag [Bok]

Håkansson, I. (2000) *Packning av åkermark vid maskindrift*. Uppsala, SLU:  
 Jordbearbetningsavdelningen. (Rapport nummer 99).

Krijger, A-K. (2012). *Etablering av oljerättika som fånggröda i Mellansverige*. Skaraborg:  
 Hushållningssällskapet. (Rapport M3-9012).

Neuman Lars, Greppa näringen. *Se upp med skadlig markpackning*. Länsstyrelsen i Västra  
 Götaland [internet]  
 Sidan uppdaterad 2011-04-11  
<http://www.greppa.nu/omgreppa/omwebbplatsen/artikelarkiv/aldreartiklar/nyhetsarkiv/tidigare/nyhetsarkivet20012005/seuppmeskadligmarkpackning.5.1c0ae76117773233f780003289.html> [2013-04-22]

Pettersson O., Eriksson S [1993] *Högre bördighet eller utarmning? - jordbrukets långsiktiga påverkan på åkermarken*. SLU Info/Redaktionen. Nr/avsnitt: 6. Nummer (ISBN, ISSN): ISSN 0280-7106 [artikel]

Pålsson Olof, (2006). *Vitsenap och oljerättika som mellangröda*. Borgeby. Greppa Näringen Nr 10 [Broschyr]

SMHI. *Månadsnederbörd i millimeter*. [Internet]

<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/2.1353/monYrTable.php?month=10&par=nb>

[2013-05-20]

### **Personliga meddelanden**

Nilsson Göran, Lantmännen Staffanstorp, 2012.

Olsson Åsa, NBR Borgeby, 2012.

## Bilagor

## Bilaga 1

		Söder	
D	P+R	P	D+R
GÅNG			
P+R	P	D	D+R
GÅNG			
D+R	P	P+R	D
GÅNG			
D	D+R	P	P+R
		Norr	

Figuren illustrerar hur vårt försök ser ut, 16 rutor per försök på både gård Djup och Plog. D= Djupluckrad, D+R= Djupluckrad+ Oljerättika, P= Plöjt, P= Plöjt+ Oljerättika.

*Gård Djup Modell: Block Rättika Bearbetning Rättika\*Bearbetning*

Factor	Type	Levels	Values
Block	fixed	4	1; 2; 3; 4
Rättika	fixed	2	C; R
Bearbetning	fixed	2	D; P

**Analysis of Variance for 19, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	317.99	317.99	106.00	2.01	0.184
Rättika	1	984.39	984.39	984.39	18.64	0.002
Bearbetning	1	308.00	308.00	308.00	5.83	0.039
Rättika*Bearbetning	1	83.72	83.72	83.72	1.59	0.240
Error	9	475.32	475.32	52.81		
Total	15	2169.4				

*Gård Plog Modell: Block Rättika Bearbetning Rättika\*Bearbetning***Analysis of Variance for 22, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	4800.8	4800.8	1600.3	14.53	0.001
Rättika	1	180.9	180.9	180.9	1.64	0.232
Bearbetning	1	672.1	672.1	672.1	6.10	0.036
Rättika*Bearbetning	1	47.3	47.3	47.3	0.43	0.529
Error	9	991.5	991.5	110.2		
Total	15	6692.5				

S = 10.4959    R-Sq = 85.19%    R-Sq(adj) = 75.31%

**Analysis of Variance for 23, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	5935.1	5935.1	1978.4	24.63	0.000
Rättika	1	189.8	189.8	189.8	2.36	0.159
Bearbetning	1	792.4	792.4	792.4	9.87	0.012
Rättika*Bearbetning	1	0.4	0.4	0.4	0.00	0.946
Error	9	722.9	722.9	80.3		
Total	15	7640.6				

S = 8.96250    R-Sq = 90.54%    R-Sq(adj) = 84.23%

**Analysis of Variance for 24, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	7547.5	7547.5	2515.8	41.65	0.000
Rättika	1	98.5	98.5	98.5	1.63	0.234
Bearbetning	1	679.9	679.9	679.9	11.25	0.008
Rättika*Bearbetning	1	6.3	6.3	6.3	0.10	0.755
Error	9	543.7	543.7	60.4		
Total	15	8875.9				

S = 7.77239    R-Sq = 93.87%    R-Sq(adj) = 89.79%

**Analysis of Variance for 25, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	7980.3	7980.3	2660.1	26.44	0.000
Rättika	1	387.1	387.1	387.1	3.85	0.081
Bearbetning	1	1321.3	1321.3	1321.3	13.13	0.006
Rättika*Bearbetning	1	5.1	5.1	5.1	0.05	0.828
Error	9	905.6	905.6	100.6		
Total	15	10599.3				

S = 10.0309    R-Sq = 91.46%    R-Sq(adj) = 85.76%



**Analysis of Variance for 26, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	6786.9	6786.9	2262.3	16.09	0.001
Rättika	1	394.5	394.5	394.5	2.81	0.128
Bearbetning	1	1712.9	1712.9	1712.9	12.18	0.007
Rättika*Bearbetning	1	24.4	24.4	24.4	0.17	0.687
Error	9	1265.3	1265.3	140.6		
Total	15	10184.0				

S = 11.8571    R-Sq = 87.58%    R-Sq(adj) = 79.29%

**Analysis of Variance for 27, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	5975.2	5975.2	1991.7	11.37	0.002
Rättika	1	654.1	654.1	654.1	3.73	0.085
Bearbetning	1	3217.7	3217.7	3217.7	18.37	0.002
Rättika*Bearbetning	1	176.9	176.9	176.9	1.01	0.341
Error	9	1576.4	1576.4	175.2		
Total	15	11600.3				

S = 13.2346    R-Sq = 86.41%    R-Sq(adj) = 77.35%

**Analysis of Variance for 28, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	4477.8	4477.8	1492.6	5.75	0.018
Rättika	1	519.3	519.3	519.3	2.00	0.191
Bearbetning	1	3345.2	3345.2	3345.2	12.88	0.006
Rättika*Bearbetning	1	994.6	994.6	994.6	3.83	0.082
Error	9	2337.0	2337.0	259.7		
Total	15	11673.9				

S = 16.1143    R-Sq = 79.98%    R-Sq(adj) = 66.63%

**Analysis of Variance for 29, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	3164.0	3164.0	1054.7	3.22	0.075
Rättika	1	297.1	297.1	297.1	0.91	0.365
Bearbetning	1	3304.8	3304.8	3304.8	10.10	0.011
Rättika*Bearbetning	1	780.5	780.5	780.5	2.39	0.157
Error	9	2943.5	2943.5	327.1		
Total	15	10489.9				

S = 18.0847    R-Sq = 71.94%    R-Sq(adj) = 53.23%

**Analysis of Variance for 30, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	2647.8	2647.8	882.6	2.94	0.092
Rättika	1	299.7	299.7	299.7	1.00	0.344
Bearbetning	1	3162.7	3162.7	3162.7	10.52	0.010
Rättika*Bearbetning	1	630.6	630.6	630.6	2.10	0.181
Error	9	2704.9	2704.9	300.5		
Total	15	9445.8				

S = 17.3362    R-Sq = 71.36%    R-Sq(adj) = 52.27%

**Analysis of Variance for 31, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	1528.9	1528.9	509.6	1.52	0.275
Rättika	1	38.9	38.9	38.9	0.12	0.741
Bearbetning	1	2939.0	2939.0	2939.0	8.77	0.016
Rättika*Bearbetning	1	480.2	480.2	480.2	1.43	0.262
Error	9	3015.0	3015.0	335.0		
Total	15	8002.				

S = 18.3031    R-Sq = 62.32%    R-Sq(adj) = 37.20%

**Analysis of Variance for 32, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	980.7	980.7	326.9	0.62	0.620
Rättika	1	228.0	228.0	228.0	0.43	0.528
Bearbetning	1	3754.6	3754.6	3754.6	7.11	0.026
Rättika*Bearbetning	1	462.2	462.2	462.2	0.88	0.374
Error	9	4753.2	4753.2	528.1		
Total	15	10178.8				

S = 22.9812    R-Sq = 53.30%    R-Sq(adj) = 22.17%

**Analysis of Variance for 33, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	692.6	692.6	230.9	0.49	0.697
Rättika	1	88.6	88.6	88.6	0.19	0.674
Bearbetning	1	4975.5	4975.5	4975.5	10.60	0.010
Rättika*Bearbetning	1	1629.1	1629.1	1629.1	3.47	0.095
Error	9	4226.2	4226.2	469.6		
Total	15	11612.0				

S = 21.6696    R-Sq = 63.61%    R-Sq(adj) = 39.34%

**Analysis of Variance for 34, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	305.5	305.5	101.8	0.37	0.774
Rättika	1	56.6	56.6	56.6	0.21	0.659
Bearbetning	1	4583.3	4583.3	4583.3	16.80	0.003
Rättika*Bearbetning	1	1642.3	1642.3	1642.3	6.02	0.037
Error	9	2454.9	2454.9	272.8		
Total	15	9042.6				

S = 16.5155    R-Sq = 72.85%    R-Sq(adj) = 54.75

**Analysis of Variance for 35, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	162.4	162.4	54.1	0.14	0.935
Rättika	1	119.1	119.1	119.1	0.30	0.596
Bearbetning	1	2958.3	2958.3	2958.3	7.50	0.023
Rättika*Bearbetning	1	1178.9	1178.9	1178.9	2.99	0.118
Error	9	3549.7	3549.7	394.4		
Total	15	7968.4				

S = 19.8597    R-Sq = 55.45%    R-Sq(adj) = 25.76%

**Analysis of Variance for 36, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	740.6	740.6	246.9	0.53	0.675
Rättika	1	18.6	18.6	18.6	0.04	0.847
Bearbetning	1	2324.0	2324.0	2324.0	4.96	0.053
Rättika*Bearbetning	1	1098.4	1098.4	1098.4	2.35	0.160
Error	9	4215.4	4215.4	468.4		
Total	15	8397.0				

S = 21.6421    R-Sq = 49.80%    R-Sq(adj) = 16.33%

**Analysis of Variance for 37, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	673.2	673.2	224.4	0.62	0.617
Rättika	1	0.4	0.4	0.4	0.00	0.974
Bearbetning	1	2352.1	2352.1	2352.1	6.55	0.031
Rättika*Bearbetning	1	663.1	663.1	663.1	1.85	0.207
Error	9	3231.7	3231.7	359.1		
Total	15	6920.				

S = 18.9492    R-Sq = 53.30%    R-Sq(adj) = 22.17%

**Analysis of Variance for 38, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	1173.3	1173.3	391.1	1.15	0.380
Rättika	1	97.7	97.7	97.7	0.29	0.605
Bearbetning	1	2336.8	2336.8	2336.8	6.88	0.028
Rättika*Bearbetning	1	11.6	11.6	11.6	0.03	0.857
Error	9	3055.6	3055.6	339.5		
Total	15	6675.1				

S = 18.4259    R-Sq = 54.22%    R-Sq(adj) = 23.71%

**Analysis of Variance for 39, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	1475.3	1475.3	491.8	1.24	0.352
Rättika	1	252.2	252.2	252.2	0.63	0.446
Bearbetning	1	3107.5	3107.5	3107.5	7.81	0.021
Rättika*Bearbetning	1	0.9	0.9	0.9	0.00	0.964
Error	9	3579.4	3579.4	397.7		
Total	15	8415.2				

S = 19.9426    R-Sq = 57.47%    R-Sq(adj) = 29.11

**Analysis of Variance for 40, using Adjusted SS for Tests**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Block	3	2231.5	2231.5	743.8	1.95	0.192
Rättika	1	440.8	440.8	440.8	1.16	0.310
Bearbetning	1	2088.9	2088.9	2088.9	5.48	0.044
Rättika*Bearbetning	1	127.9	127.9	127.9	0.34	0.577
Error	9	3429.8	3429.8	381.1		
Total	15	8318.9				

## Resultat från mätningar av biomassa

Gård A	(Gram)					Gård B				
Ruta och bearbetning		Blött	Torrt	TS		Ruta och bearbetning		Blött	Torrt	TS
2 D		182				18 D		100		
		186						128		
		116						182		
		172	18,8	0,109302				160	18,3	0,114375
	MEDEL	164					MEDEL	142,5		
	KG/HA	43733,333	TS/HA	4780,155			KG/HA	38000	TS/HA	4346,25
4 P		142				20 P		214		
		188						240		
		9						126		
		92	10,7	0,116304				150	17,5	0,116667
	MEDEL	107,75					MEDEL	182,5		
	KG/HA	28733,333	TS/HA	3341,812			KG/HA	48666,67	TS/HA	5677,778
6 P		126				22 P		106		
		66						242		
		146						118		
		118	13,4	0,113559				120	11,7	0,0975
	MEDEL	114					MEDEL	146,5		
	KG/HA	30400	TS/HA	3452,203			KG/HA	39066,67	TS/HA	3809
8 D		118				24 D		346		
		146						248		
		138						194		
		118	17,7	0,15				366	39	0,106557
	MEDEL	130					MEDEL	288,5		
	KG/HA	34666,667	TS/HA	5200			KG/HA	76933,33	TS/HA	8197,814
9 P		212				25 P		244		
		78						262		
		134						194		
		186	23	0,123656				302	35	0,115894
	MEDEL	152,5					MEDEL	250,5		
	KG/HA	40666,667	TS/HA	5028,674			KG/HA	66800	TS/HA	7741,722
12 D		182				28 D		260		
		78						266		
		192						222		
		144	18,4	0,127778				304	35,5	0,116776
	MEDEL	149					MEDEL	263		
	KG/HA	34666,667	TS/HA	4429,63			KG/HA	70133,33	TS/HA	8189,912
13 D		128				29 D		346		
		186						284		
		112						284		
		322	53,6	0,16646				268	30,8	0,114925
	MEDEL	187					MEDEL	295,5		
	KG/HA	49866,667	TS/HA	8300,787			KG/HA	78800	TS/HA	9056,119
15 P		238				31 P		226		
		218						268		
		152						130		
		154	20,8	0,135065				120	15,8	0,131667
	MEDEL	190,5					MEDEL	186		
	KG/HA	50800	TS/HA	6861,299			KG/HA	49600	TS/HA	6530,667

Figuren illustrerar mätning av biomassa från de rutorna med oljerättika på de två försöksplatserna med de olika jordbearbetningsmetoderna. P= plöjd, D= Djupluckrad.