



# Odlingssystemets effekt på markstrukturen

## En studie av tre olika odlingssystem på Logården

Anna Bjuréus & Kerstin Berglund



Institutionen för mark och miljö, SLU

Avdelningen för jordbearbetning och hydroteknik

Box 7014, 750 07 Uppsala

2009

## **Förord**

Markstrukturindex är en metod att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingssystemets inverkan på markstrukturen. Indexet består av tre delar. En grundförbättringsdel där de grundläggande markfysikaliska förutsättningarna för odling bedöms, en odlingssystemdel där effekterna av brukarens årliga åtgärder värderas och ett enkelt markstrukturtest i fält. Samtliga data och beräkningar i indexet är samlade i en Excelmodell. I denna undersökning har vi testat möjligheterna att använda markstrukturindexets odlingssystemdel för att bedöma odlingssystemens effekt på markstrukturen.

Alla grunddata som vi använt kommer från odlingssystemförsöken på Hushållningssällskapets gård Logården i Skaraborgs län. Hushållningssällskapet har mycket välvilligt tagit fram alla data och ställt till vårt förfogande. Ett speciellt tack till försökstekniker Johan Lidberg som varit till stor hjälp under projektets gång.

Agronom Anna Bjureus är den som gjort alla körningar med Excelmodellen och dessutom tagit fram grunddata för nya grödor och mellangrödor som inte var med i modellen tidigare. Agronom Örjan Berglund har gjort kompletteringar av Excelmodellen under projektets gång.

Jag vill ta tillfället i akt och tacka alla, framför allt de ovan nämnda, men även alla andra som kommit med värdefulla kommentarer och förslag till förbättringar. Ni har alla varit till ovärderlig hjälp och det har varit ett sant nöje att arbeta tillsammans i projektet.

Arbetet med Markstrukturindexet har i sin helhet finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Uppsala 091222

Kerstin Berglund

Projektledare

## **Innehåll**

<b>REFERAT</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>4</b>
<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b>	<b>5</b>
<b>MATERIAL OCH METODER</b>	<b>5</b>
<b>Markstrukturindex</b>	<b>5</b>
<b>Logårdens odlingssystem</b>	<b>6</b>
<b>Indata i modellkörningarna</b>	<b>7</b>
Jordart	7
Växtföljder, avkastning och organiskt material	7
Årsmån	8
Maskinparken	8
<b>RESULTAT</b>	<b>9</b>
<b>Konventionell odling</b>	<b>9</b>
<b>Ekologisk odling</b>	<b>10</b>
<b>Integrerad odling</b>	<b>11</b>
<b>DISKUSSION</b>	<b>11</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>12</b>
<b>BILAGOR</b>	
<b>Bilaga 1.</b> Årsmånsklassning på Logården 1995-2002	13
<b>Bilaga 2.</b> Indata till Excelmodellen: Körningar - Konventionell odling	14
<b>Bilaga 3.</b> Indata till Excelmodellen: Körningar - Ekologisk odling	16
<b>Bilaga 4.</b> Indata till Excelmodellen: Körningar - Integrerad odling	18
<b>Bilaga 5.</b> Data beräknade i Excelmodellen: Organisk material, barmarksdagar, torkdagar och packning	20

## REFERAT

Markstrukturindex är en metod att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingssystemets inverkan på markstrukturen. Indexet består av tre delar. En grundförbättringsdel där de grundläggande markfysikaliska förutsättningarna för odling bedöms, en odlingssystemdel där effekterna av brukarens årliga åtgärder värderas och ett enkelt markstrukturtest i fält. Samtliga data och beräkningar i indexet är samlade i en Excelmodell. I denna undersökning har vi testat möjligheterna att använda markstrukturindexets odlingssystemdel för att bedöma odlingssystemens effekt på markstrukturen i ett odlingssystemförsök på Hushållningssällskapets i Skaraborg försöksgård Logården. Gården har sedan 1991 varit indelad i tre delar med tre olika odlingssystem; konventionellt, ekologiskt och integrerat. I den konventionella växtföljden följer man normal konventionell odling i området, i det ekologiska följer man huvudprincipen med omväxlande närande och tärande grödor för att vara självförsörjande på kväve och försöker minimera ogräsproblem och risken för skadegörare. I det integrerade odlingssystemet eftersträvas en miljövänligare variant av konventionell odling som skall minimera ogräsproblemen och risken för skadegörare, minska behovet av handelsgödselkväve samt möjliggöra minimerad jordbearbetning. Data från perioden 1995-2002 har använts som underlag för indexberäkningarna.

Odlingssystemindex som ett medeltal för hela växtföljden beräknades till 2,1 i det konventionella systemet, 1,4 i det ekologiska och 0,4 i det integrerade odlingssystemet. Relationen mellan odlingssystemen stämmer väl överens med resultaten av de infiltrationsmätningar som tidigare genomförts. En förklaring till att det integrerade odlingssystemet får ett så lågt index kan vara att man i det systemet provade många nya idéer som inte föll så väl ut. Det konventionella systemet är väl beprövat och man gjorde få misstag. I det ekologiska alternativet hade man rätt klara direktiv som visserligen leder till låga skördar men man slapp många av de riktiga bottennappen med ren missväxt och omsådder. Indexet visar på den negativa spiral som strukturskador ofta orsakar, där strukturproblemen leder till ytterligare svårigheter i odlingen. Låga skördar innebär att tillförseln av organiskt material blir liten och upptorknings-effekten blir sämre vilket är till men för markstrukturen.

## ABSTRACT

Soil structure index is a method to evaluate the physical status of the soil and the effect of the farming system on soil structure. The index consists of three parts. One part where basic soil physical requirements are checked, a farming system part where yearly measures by the farmer are evaluated and finally a soil structure field test. All data and calculations are assembled in an Excelmodel. In this project we have tested the farming system part of the index with data from the Logården research farm owned by The Rural Economy and Agricultural Society of Skaraborg. The farm has since 1991 been divided into three different arable farming systems: conventional farming, organic farming and integrated farming. All crops and all measures are documented since 1991. Data from 1995-2002 were used in the current project. The calculated farming system index was 2.1 in the conventional farming system, 1.4 in the organic farming and 0.4 in the integrated farming. These results are in accordance with measurements of the infiltration capacity of the different systems that have been carried out in earlier projects. Many new ideas were tested in the integrated farming system and some of them failed with low yields and resown crops as a result. This might be one reason why this system ended up with a lower value than the other two. The organic farming system had in general very low yields which created small amounts of organic matter and low desiccation of the soil profile both factors that are less favorable for the soil structure.

## BAKGRUND OCH SYFTE

På Hushållningssällskapets Skaraborg försöksgård Logården utanför Grästorp i Västergötland bedrivs sedan 1991 ett projekt för utveckling av långsiktigt hållbara odlingssystem (Roland, 2003; Stenberg m.fl., 2005). Vid starten av projektet delades gården in i tre delar med tre olika odlingssystem: konventionellt, ekologiskt och integrerat. I den konventionella växtföljden följer man normal konventionell odling i området, i det ekologiska följer man huvudprincipen med omväxlande närande och tärande grödor för att vara självförsörjande på kväve och försöker minimera ogräsproblem och risken för skadegörare. I det integrerade odlingssystemet eftersträvas en miljövänligare variant av konventionell odling som skall minimera ogräsproblemen och risken för skadegörare, minska behovet av handelsgödselkväve samt möjliggöra minimerad jordbearbetning. Systemet skall bidra till en successivt bättre markstruktur. Man har tidigare med omfattande markfysikaliska och markkemiska undersökningar försökt bedöma effekten av odlingssystemen på markstrukturen (Roland, 2003; Stenberg m.fl., 2005). Resultaten visade att både den markfysikaliska och markkemiska statusen var något bättre på den ekologiska delen jämfört med de andra odlingssystemen men att detta i hög grad kunde tillskrivas en högre mullhalt redan vid starten av försöket. Detta visar på ett av problemen med så storskaliga försök där det är mycket svårt att hitta jämförbara försöksytor. Markstrukturen i den centrala matjorden i det integrerade systemet var relativt kompakt vilket stämde väl med de praktiska erfarenheterna från Logården. Däremot gynnades strukturen i den nedre delen av alven. Att mäta fysikalisk markbördighet är emellertid mycket svårt och kostsamt och man fick inga entydiga svar i undersökningen trots ett mycket gediget provtagningsprogram. En för praktiken och rådgivningen framkomlig väg kan istället vara att väga samman grundförbättringsåtgärdernas och odlingssystemets inverkan på marken till ett integrerat mått: *Markstrukturindex* (Berglund m.fl., 2002). Syftet med denna undersökning var att utvärdera möjligheterna att med markstrukturindexet bedöma odlingssystemens effekt på markstrukturen.

## MATERIAL OCH METODER

### Markstrukturindex

Markstrukturindexet ger jordbrukaren eller rådgivaren en möjlighet att värdera och förutsäga hur olika odlarberoende faktorer påverkar markstrukturen och markens fysikaliska egenskaper. Markstrukturindexet består av tre delar, en grundförbättringsdel där effekterna av olika långsiktiga grundförbättringsåtgärder som t ex dränering och strukturkalkning bedöms, en odlingssystemdel där effekterna av brukarens årliga åtgärder värderas och ett enkelt markstrukturtest i fält som kan användas för att följa markstrukturens utveckling och öka brukarens kunskap om sin jord. I denna undersökning har vi använt odlingssystemdelen av indexet för att bedöma de tre odlingssystemens effekt på markstrukturen.

Utgångspunkten i odlingssystemindexet (Berglund m.fl., 2002) är att växtens rotproduktion, upptorkning av markprofilen och tillförsel av organiskt material är positivt och att bar ofrusen mark, överfarer på fältet och markpackning i alven är negativt för markstrukturen och markens fysikaliska egenskaper (tabell 1). De olika delarna i indexet korrigeras med olika koefficienter och den summerade effekten vägs till slut ihop till ett odlingssystemindex för bedömning av hela odlingssystemets inverkan på markstrukturen. Principen för viktningen av varje enskild faktor är att alla faktorer skall väga lika tungt. Max- respektive minimivärde för varje faktor sätts till 10 respektive 0. Emellertid har alvpackning fått en större tyngd än övriga

faktorer (maxvärde = 13,3) och överfarterna fått en mindre tyngd (maxvärde = 6,7). För en detaljerad beskrivning av indexet hänvisas till Berglund m.fl. (2002) Odlingsssystemindexet finns idag som ett program i Excelformat.

**Tabell 1.** Odlingsssystemindexets sex faktorer (med angivande av enhet), viktningskoefficienter och de indexvärden de kan anta

Faktor	Viktningskoefficient	Min-värde	Max-värde
+ Tillförsel av organiskt material (ton ts/ha)	0,50	0	10,0
+ Rotmängd (ton ts/ha)	0,67	0	10,0
+ Upptorkning (andel torkdagar under året)	24,3	0	10,0
- Bar ofrusen mark (andel dagar under året)	13	0	10,0
- Markpackning i alven (tonkm/ha)	0,222	0	13,3
- Antal överfarter (antal)	0,335	0	6,7

### Logårdens odlingsystem

Logården har tre odlingsinriktningar; konventionell (A), ekologisk (B) och integrerad (C) odling. Odlingsystemen finns beskrivna i detalj i Roland (2003) och Stenberg m.fl. (2005). Ett skifte från varje odlingsinriktning valdes ut, skiftena A1, B1 respektive C6b, för att köra odlingsssystemindexet på. År 2003 omdikades gården, så för att få med ett växföljdsomlopp utan påverkan av täckdikningen valdes perioden 1995-2002 som underlag för indexberäkningarna.

- Den *konventionella* (A) växtföljden domineras av höstvetete och havre med oljeväxter och baljväxter som avbrottsgrödor. Jordbearbetningen är traditionell med plöjning (varje år), harvning och sådd med vanlig såmaskin eller kombisåmaskin (ungefär hälften av åren med vardera). De två sista åren i växtföljden såddes även en fånggröda.
- Den *ekologiska* (B) växtföljden är varierad och består av höst- och vårvete, grön-gödslingsvallar samt ärter och åkerböna. Inga bekämpningsmedel eller konstgödsel används. Jordbearbetningen liknar den konventionella odlingen, men man använder sig av stubbearbetning och radhackning för ogräsbekämpning. Man har försökt hålla nere antalet överfarter.
- Växtföljden i den *integrerade* (C) odlingen dominerades av olika slags vårsådda grödor. Två år odlades höstvetete (skulle varit tre, men det utvintrade ett år). Mineralgödsel har tillförts och kemisk bekämpning har utförts vid behov. Systemet har varit plöjningsfritt, och man har jordbearbetat med kultivator och harv inför sådd. Några år har man sått med en Horsch frässåmaskin, annars med konventionell såmaskin eller kombisåmaskin (Rapid).

## Indata i modellkörningarna

### Jordart

Jordarten i matjorden på Logården är mellanlera med ca 30 % mjäla, mullfattig i skiftet med konventionell odling och något mullhaltig i de båda andra (tabell 2). I alven är det genomgående styv lera. I resultatrapporterna för Logårdsprojektet (Hushållningsällskapet, Skaraborg, 1995-2002) för beräkningsperioden kan man utläsa att man haft problem med stående vatten, erosion, skorbildning och utvintring, som lett till omsådd i synnerhet på skiftet med integrerad odling men även i viss mån på det med ekologisk odling. Täckdikens-avståndet var under denna period ca 16-20 m, vilket efter omdikningen 2003 minskades till 8 m mycket pga. av de dräneringsrelaterade problem man haft tidigare.

**Tabell 2.** Jordarter bestämda 1991 (pers. medd. Karl Delin, april 2009)

Odlingssystem	Horisont	Jordart	Ler %	Mjäla %	Mo %
Konventionellt	Matjord	Mullfattig mellanlera	28	31	29
	Alv	Styv lera	57	27	16
Ekologiskt	Matjord	Något mullhaltig mellanlera	37	32	23
	Alv	Styv lera	50	31	18
Integrerat	Matjord	Något mullhaltig mellanlera	27	30	34
	Alv	Styv lera	54	28	17

### Växtföljder, avkastning och organiskt material

**Tabell 3.** Växtföljder, avkastning och hantering av organiskt material (halm och stallgödsel) i de tre odlingssystemen, konventionellt, ekologiskt och integrerat vid Logården 1995-2002 (Hushållningsällskapet, Skaraborg, 1995-2002)

År	Konventionellt Gröda	Skörd kg/ha	Ekologiskt Gröda	Skörd kg/ha	Integrerat Gröda	Skörd kg/ha
1995	Höstvete	8100*	Vårvete	3900*	Rågvete	3200*
1996	Ärter	3500	Ärter	3500	Ärter	3000
1997	Höstvete	7700*	H-vete+insådd	2900	H-vete + fånggröda	7100*
1998	Havre	5500*	Gröngödsling	2000	Havre	4300*
1999	Höstvete	9300*	Höstvete*	1800**	Vårkorn	3000*
2000	Vårraps	1500**	Åkerböna***	2500**	Vårraps	800
2001	H-vete+fånggröda	9200	V-vete+insådd	3000	H-vete + fånggröda	5500
2002	Havre+fånggröda	5600	Gröngödsling	3000	Havre + fånggröda	5700

\* Halmen bärgad \*\* Stallgödsel har tillförts \*\*\*Grödan plöjdes ned

Växtföljder, avkastning, hanteringen av halmen samt tillförsel av stallgödsel framgår av tabell 3. Tidigare hade Logården svinproduktion och då bärgades stråsädeshalmen från, i huvudsak, den konventionella och den integrerade delen som avkastat mer. Sista året halmen bärgades var 1999 och året därefter spred man för sista gången fastgödsel från grisarna.

### Årsmån

Modellen tar i beräkningarna i vissa sammanhang hänsyn till årsmånen. Odlingsåret är indelat i vår, sommar och höst och man skall ange om årstiden varit varm/torr, kall/våt eller normal för området. Väderuppgifterna från Logården har jämförts med SMHI:s statistik från Skaraområdet, för att kunna klassa om det enskilda året varit ett normalår eller kan klassas som varm/torr eller kall/våt (tabell 4). Uppgifter om sådatum, liksom nederbörd och temperatur har hämtats från rapporterna för Logårdsprojektet (Hushållningssällskapet, Skaraborg, 1995-2002).

**Tabell 4.** Såtid samt årsmånsklassning 1995-2002 för Logården

År	Såtid	Vår	Sommar	Höst
1995	sen	kall/våt	normal	normal
1996	sen	kall/våt	normal	normal
1997	normal	normal	normal	normal
1998	sen	normal	kall/våt	kall/våt
1999	normal	normal	normal	normal
2000	sen	normal	normal	kall/våt
2001	sen	kall/våt	normal	kall/våt
2002	tidig	varm/torr	normal	varm/torr

### Maskinparken

Maskinparken har varit lite speciell på Logården, då många körningar har lejts in och ett stort antal olika traktorer och redskap använts genom åren. På gården finns bland annat en MB trac, som använts en hel del i alla tre odlingssystem. Den har en jämnare viktfördelning mellan fram- och bakaxel än vanliga traktorer. År 1999 bytte man till en större tröska. Den större tröskan, urintunnan (använts i ekologiskt och integrerat) och plojen (använts i konventionellt och ekologiskt) har varit de körningar som utförts med störst risk för packningsskador i alven. I bilaga 2-4 finns alla körningar redovisade.



## RESULTAT

### Konventionell odling

Logårdens konventionella odlingssystem karaktäriseras av att både faktorer som har starkt positiv och starkt negativ inverkan på markstrukturen förekommer, sammantaget ger dessa ett ganska bra utfall i indexet jämfört med de andra odlingssystemen på Logården (tabell 5).

**Tabell 5.** Odlingssystemindex för den konventionella odlingen (A1) vid Logården 1995-2002

År	Gröda	Rötter	Upp- torkning	Organiskt material	Bar- mark	Över- farter	Pack- ning	Summa gröda	Index växtföljd
1995	Höstvete	5,4	5,5	1,7	-1,4	-4,7	-2,2	4,3	
1996	Årter	1,9	2,8	1,4	-4,5	-2,7	-3,3	-4,3	
1997	Höstvete	5,1	5,5	1,6	-1,5	-3,4	-1,4	5,9	
1998	Havre	3,7	0,0	1,2	-4,8	-4,4	-1,4	-5,7	
1999	Höstvete	6,2	5,5	2,0	-0,9	-4,4	-2,7	5,7	
2000	Vårraps	1,6	2,8	5,7	-4,3	-4,4	-2,7	-1,4	
2001	H-vete +fg	6,5	5,5	4,8	-0,8	-4,7	-2,7	8,6	
2002	Havre +fg	4,1	2,8	3,0	-1,5	-2,7	-2,1	3,7	
Medel växtföljd		4,3	3,8	2,7	-2,5	-3,9	-2,3		<b>2,1</b>

fg = fånggröda

Den stora andelen höstsådda grödor och höga skördarna bidrar med mycket organiskt material, mycket rötter och god upptorkningseffekt (år 1998 sticker ut med noll i upptorkning, vilket beror på att det var ett kallt och blött år). Mycket organiskt material fördes bort med spannmålshalmen de första fem åren, en viss del återfördes via stallgödsel år 2000 (givan motsvarar ungefär hälften av den bortförda mängden organiskt material). Höstsådda grödor håller marken bevuxen en större del av året än vårsådda, vilken håller nere andelen bar ofrusen mark som är negativ för strukturen (vall hade naturligtvis varit ännu bättre). Dessutom odlades fånggröda de sista åren, vilket ytterligare minskar andelen bar mark.

Det konventionella systemet är intensivt gällande markbelastningar och överfarter; trösken och plogen går varje år, och bekämpnings- och gödslingsbehovet är relativt stort. Det blir 1-4 bekämpningar och ett par gödslingar per säsong, vilket bidrar till de många överfarterna, liksom halmbärgningen. Alvpackningen orsakades de första åren enbart av den årliga plöjningen. En större tröska började användas 1999, och sedan dess har även den bidragit till packningen. De extrema siffrorna 1995 och 1996 beror på att större traktorer användes för plöjningen då.

Problem med stående vatten, isbränna och skorpbildning verkar inte ha förekommit i det konventionella odlingssystemet i samma grad som på skiftena i de andra systemen. Inga omsådder eller hjälpsådder har varit nödvändiga under perioden, vilket har dragit ner indexet i de andra systemen.

## Ekologisk odling

Logårdens ekologiska odlingssystem har generellt lägre skördar än de bägge andra systemen, vilket medför att rotmängden, grödans bidrag av organiskt material och upptorkningseffekten blir lägre (tabell 6). Det lägre bidraget av organsikt material från grödorna vägs till viss del upp av att halmen bara bärgades ett år i växtföljden, och stallgödsel har tillförts två gånger. Dessutom ingår gröngödsling i växtföljden, vilket har bidragit med organiskt material. Gröngödslingen har också haft positiva effekter på upptorkningen, liksom höstsåden. Skillnaden i upptorkning mellan de olika åren med gröngödsling beror på att 1998 var ett blött år och 2002 var ett odlingsmässigt mycket bra år. Skillnad i gröngödslingsvallens bidrag till organiskt material mellan åren beror på att vallen låg en kortare tid år 1998.

**Tabell 6.** Odlingssystemindex för den ekologiska odlingen (B1) vid Logården 1995-2002

År	Gröda	Rötter	Upp-torkning	Organiskt material	Bar-mark	Över-farter	Pack-ning	Summa gröda	Index växtföljd
1995	Vårvete	2,6	2,9	0,8	-3,5	-3,4	0,0	-0,5	
1996	Ärt	1,9	2,8	1,4	-4,2	-3,7	-1,4	-3,2	
1997	H-vete+ins	1,9	5,5	1,4	-1,0	-3,7	-2,2	1,9	
1998	Gröngödsling	1,4	1,0	1,0	0,0	-1,0	0,0	2,4	
1999	Höstvete*	1,2	5,5	4,5	-3,8	-5,4	-3,5	-1,5	
2000	Åkerböna**	1,1	2,8	5,8	-4,3	-2,7	-1,4	1,3	
2001	Vårvete+ins	2,0	2,9	1,5	-1,2	-2,7	-2,7	-0,3	
2002	Gröngödsling	2,1	8,2	1,6	0,0	-1,0	0,0	10,8	
Medel växtföljd		1.8	3,9	2,3	-2,3	-2,9	-1,4		<b>1,4</b>

ins = insådd

\* 1999 omsådd, först såddes höstraps. Höstvetet utvintrade fläckvis. Hjälpssåddes med vårvete.

\*\* 2000 åkerbönan plöjdes ner

Åkerbönan värde i indexet ovan är inte representativt. Den hann inte mogna, utan plöjdes ner och bidrog i stället med organiskt material till marken. Om åkerbönan hade tröskats hade indexet blivit lägre, 1,2 för hela växtföljden, detta eftersom organiskt material skulle bortförts med bönskorpen, tröskning tillkommit och plöjningen till vårvetet skulle ersatts med ett par stubbearbetningar.

Höstvetets dåliga värde 1999 beror på diverse problem med etableringen. Efter gröngödslingen 1998 såddes höstraps, som drabbades av regn och skorpa, därefter skedde omsådd med höstvete som utvintrade fläckvis och fick hjälpsås med vårkorn. Slutresultatet blev låg skörd, mycket barmark och många överfarter.

Flera moment i det ekologiska systemet riskerar att orsaka alvpackning. Plöjningen, tröskningen (den nya tröskan som använts från 1995 och framåt) och urinspridningen (1997 och 1999) är alla moment som kan ge alvpackning. Eftersom gröngödslingsvallar är en del av växtföljden och inget av dessa moment utförs då, blir inte den negativa effekten så stor sammantaget för hela växtföljden. Överfarterna är relativt få för att vara ett ekologiskt system, där man är hänvisad till mekaniskt ogräsbekämpning. Det har varit en medveten strategi på Logården att minimera överfarterna för att minska dieselåtgång och kväveförluster. Däremot har kombisådd ej tillämpats.

## Integrerad odling

Logårdens integrerade odling har fått det lägsta värdet i indexet av de jämförda odlings-systemen (tabell 7). Man har tampats med många omsådder p.g.a. regn och skorpa eller stående vatten och utvintring. Skördarna har varit måttliga, detta återspeglas i rötter, organiskt material och upptorkning. Upptorkningen har varit ganska blygsam jämfört med de andra systemen, vilket beror även på att växföljden domineras av vårsådda grödor som inte torkar upp lika bra som vall/gröngödsling och höstsådd. Bidraget av organiskt material är litet, vilket är negativt för strukturen. Dels var skördarna inte så höga, dessutom bärgades halmen i början av perioden, men inget organiskt material återfördes (t.ex. i form av stallgödsel). Urintunnan (1997 och 2000) är tung och ger utslag på alvpackningen. Likaså den nya tröskan som användes från 1999. I övrigt är risken för den skadliga alvpackningen liten, mindre än i de andra systemen, eftersom marken aldrig plöjs. Missväxten har medfört många extra överfarter och större andel barmark under året, vilket bidragit till lägre värden i indexet än om odlingen hade lyckats bättre.

**Tabell 7.** Odlingssystemindex för den integrerade odlingen (C1b) vid Logården 1995-2002

År	Gröda	Rötter	Upp- torkning	Org. mtrl	Bar- mark	Över- farter	Pack- ning	Summa gröda	Index Växtföljd
1995	Rågvet	2,1	5,1	0,7	-1,4	-3,0	0,0	3,5	
1996	Ärter*	1,6	2,8	1,2	-4,8	-3,0	0,0	-2,2	
1997	H-vete +fg	5,1	5,5	1,8	-1,2	-4,4	-0,7	6,0	
1998	Havre	2,9	0,0	0,9	-2,1	-3,0	0,0	-1,4	
1999	Vårkorn**	1,6	2,8	0,5	-2,3	-5,0	-1,3	-3,7	
2000	Våraps***	0,9	2,8	0,6	-4,8	-6,7	-2,1	-9,3	
2001	H-vete**** +fg	4,0	5,5	3,0	-1,0	-4,0	-1,3	6,2	
2002	Havre +fg	4,1	2,8	3,1	-1,5	-3,4	-1,3	3,8	
Medel växtföljd		2.8	3,4	1,5	-2,4	-4,1	-0,8		<b>0,4</b>

fg=fånggröda

\* 1996 omsådd av ärter

\*\* 1999 omsådd, först såddes höstvet som utvintrade

\*\*\* 2000 omsådd av vårraps

\*\*\*\* 2001 utvintrade delvis, hjälpsått med korn

## DISKUSSION

Som ett integrerat mått på hur väl markstrukturen fungerar brukar man ofta använda vatteninfiltration i markytan. I Rolands undersökningar från 2003 var infiltrationen i markytan ( $\text{cm h}^{-1}$ ) i det konventionella systemet 7,11 (standardavvikelse 4,9), i det ekologiska 6,40 (6,4) och i det integrerade 2,29 (7,4) vilket är resultat som överensstämmer väl med odlingssystemindexet som i medeltal för hela växtföljden var 2,1 i det konventionella systemet, 1,4 i det ekologiska och 0,4 i det integrerade odlingssystemet (tabell 8). En förklaring till att det integrerade odlingssystemet får ett så lågt index jämfört med de båda andra kan vara att man i det systemet provade många nya idéer som inte föll så väl ut. Det konventionella systemet är väl beprövat och man hade stor erfarenhet av det systemet. I det ekologiska hade man rätt klara direktiv som visserligen ledde till låga skördar men man slapp många av de riktiga bottennappen med ren missväxt och omsådder.

**Tabell 8.** Sammanställning av odlingssystemindex för hela växtföljden i de tre odlingssystemen konventionellt, ekologiskt och integrerat vid Logården 1995-2002

Odlingssystem	Rötter	Upp- torkning	Organiskt material	Bar- mark	Över- farter	Pack- ning	Index växtföljd
Konventionellt	4,3	3,8	2,7	-2,5	-3,9	-2,3	2,1
Ekologiskt	1,8	3,9	2,3	-2,3	-2,9	-1,4	1,4
Integrerat	2,8	3,4	1,5	-2,4	-4,1	-0,8	0,4

Indexet visar på den negativa spiral som strukturskador ofta orsakar, där strukturproblemen leder till ytterligare svårigheter i odlingen. Skörden är ofta ett bra mått på om växtplatsen är optimal. Det ekologiska odlingssystemet hade visserligen ett högre index än det integrerade men till priset av mycket låga skördenivåer. Låga skördar innebär att tillförseln av organiskt material blir liten och upptorkningseffekten blir sämre vilket är till men för markstrukturen i ett längre perspektiv. En hög skörd är bra för markstrukturen!

## REFERENSER

### Litteratur

- Berglund, K., Berglund, Ö. & Gustafson Bjureus, A. 2002. Markstrukturindex – ett sätt att bedöma jordarnas fysikaliska status och odlingssystemets inverkan på markstrukturen. Sveriges lantbruksuniversitet Uppsala. Avd. f. lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 02:4
- Hushållningssällskapet, Skaraborg. 1995-2002. Resultatbilaga till Logårdsprojektet (årliga rapporter från aktiviteterna i de tre odlingssystemen) . Stenciler.
- Roland, B. 2003. Odlingssystemets inverkan på markstrukturen och växtnäringstillståndet – en jämförande studie på Logården. Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Inst f jordbruksvetenskap Skara, Examens- och seminariearbeten, nr 11. <http://www-mv.slu.se/po/jvsk/ex11.pdf>
- Stenberg, M., Delin, K., Roland, B., Söderström, M. Stenberg, B. Wetterlind, J. & Helander, C-A. 2005. Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem - karakterisering av lerjord. Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Avdelningen för precisionsodling, Rapport 2. <http://pub-epsilon.slu.se:8080/274/01/porapp2.pdf>

### Personliga meddelanden

Karl Delin, Agronom, Hushållningssällskapet Skaraborg, april 2009.

## Bilaga 1. Årsmånsklassning på Logården 1995-2002.

Väderdata för Logården (från Hushållningssällskapets rapporter) jämfört med klassning använd i Excelmodellen (normalvärden Skara)

År	VÅR v13-22 (apr/maj)			Klassning	SOMMAR v23-25 (jun/jul/aug)			HÖST v36-40 (sep/okt)			Klassning
	temp	nederbörd	såtid		temp	nederbörd	Klassning	temp	nederbörd	skördetid	
1995	normal	normal*	senare	<b>kall/våt*</b>	normal	normal*	<b>normal*</b>	normal	normal*	normal	<b>normal</b>
1996	ngt lägre	mkt mer	senare	<b>kall/våt</b>	ngt varmare	normal*	<b>normal*</b>	normal	normal	normal	<b>normal</b>
1997	normal	mer	normal	<b>normal</b>	varmare	normal*	<b>normal*</b>	ngt varmare	normal	normal	<b>normal</b>
1998	normal	normal	senare	<b>normal</b>	normal	mkt mer/mer	<b>kall/våt</b>	normal	mkt mer	senare	<b>kall/våt</b>
1999	normal	mkt mer	normal	<b>normal</b>	normal	normal*	<b>normal*</b>	normal	normal*	normal	<b>normal</b>
2000	ngt högre	mer	senare	<b>normal</b>	normal	mer	<b>normal*</b>	ngt varmare	mkt mer	senare	<b>kall/våt</b>
2001	normal	mkt mer/mer	senare	<b>kall/våt</b>	normal	mer	normal	normal	ngt mer	senare	<b>kall/våt</b>
2002	ngt högre	normal	tidigare	<b>varm/torr*</b>	ngt varmare	normal*	normal	ngt varmare	torrare	ngt tidigare	<b>varm/torr</b>

### Kommentarer

1995	juni+sept mkt mer nb & aug ingen, våren upplevdes som våt/svår, stämmer med såtid men ej med väderdata
1996	torka i juli, blött & varmt i aug
1997	juni mkt mer nb & aug lite mer, juli mkt torrare, juli & aug varmare
1998	sen upptorkning på våren, mkt regnigt jun-okt
1999	vår-juni mkt nb, sep mkt nb men uppfattades som varm&torr?!
2000	blött! varm&våt vår, sådd apr omsådd maj skorpa, juni+juli-mkt nb, mkt torrt i sep & mkt blött (& rel varmt) i okt
2001	mkt nb i april & juli, mer nb i aug & sep, året uppfattades som blött m fältgroning
2002	lite nb apr, mkt nb maj-jun, mer juli & temp juli varmt, normal aug, torr sept

**Bilaga 2.** Indata till Excelmodellen: Körningar - Konventionell odling

År	Traktor	Bearb	Körningar	
1995	MB Trac 1000 höst	Harvning	3	
1995	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1995	Valmet 6600 Mezzo (em)	Mineralgödsel	2	
1995	International 1255 (em)	Plöjning	1	4sk
1995	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1995	Valmet 6600 Mezzo (em)	Sådd kombi	1	4R
1995	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	3	
1995	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1995	MB Trac 1000 höst	Vältning	1	
1996	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
1996	International 1455 (em)	Plöjning	1	3sk
1996	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
1996	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
1996	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1996	Volvo BM 650 höst (em)	Vältning	1	
1997	MB Trac 1000 höst	Harvning	2	
1997	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1997	Volvo BM 650 vår (em)	Mineralgödsel	2	
1997	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
1997	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1997	MB Trac 1000 höst	Sådd kombi	1	3R
1997	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
1997	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1998	MB Trac 1000 vår	Harvning	4	
1998	CiH Maxxum MX-135	Mineralgödsel	1	
1998	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
1998	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
1998	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
1998	Volvo BM 500 (em)	Sprutning Mikro	1	
1998	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1998	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
1998	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1998	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1999	MB Trac 1000 höst	Harvning	3	
1999	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1999	Volvo BM 650 vår (em)	Mineralgödsel	2	
1999	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
1999	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1999	Valmet 6600 Mezzo (em)	Sådd kombi	1	3R
1999	Volvo BM 500 (dm)	Sprutning	3	

1999	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
2000	Valmet 6600 Mezzo (em)	Fastgödsel	1	
2000	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
2000	Valmet 8400 Mezzo (em)	Mineralgödsel	1	Bb
2000	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
2000	CiH 7120 Magnum (dm)	Sådd kombi	1	4R
2000	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	4	
2000	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
2000	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
2001	MB Trac 1000 höst	Harvning	5	
2001	MB Trac 1000 höst	Stubbearbetning	1	tallr
2001	Volvo BM 500 (dm)	Insådd	1	tive
2001	Valmet 6600 Mezzo (em)	Mineralgödsel	1	
2001	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
2001	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
2001	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	2	
2001	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
2001	MB Trac 1000 höst	Vältning	1	
2002	MB Trac 1000 vår	Harvning	1	
2002	Volvo BM 650 vår (em)	Insådd	1	tive
2002	CiH CX-100	Mineralgödsel	1	
2002	Volvo BM 500 (em)	Sprutning Mikro	1	
2002	CiH CX-100	Plöjning	1	3sk
2002	CiH 7120 Magnum (dm)	Sådd kombi	1	4R
2002	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	2	
2002	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	

### Bilaga 3. Indata till Excelmodellen: Körningar - Ekologisk odling

År	Traktor	Bearb	Körningar	
1995	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
1995	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1995	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1995	Volvo BM 650 vår (em)	Sådd	1	6N
1995	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	2	kult
1995	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1995	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
1996	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
1996	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
1996	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
1996	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	1	tallr
1996	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	1	kult
1996	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1996	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
1997	MF 3125 (em)	Gödseltunna/urin	1	
1997	Volvo BM 500 (em)	Hackning ogräs	1	
1997	MB Trac 1000 höst	Harvning	4	
1997	Volvo BM 500 (dm)	Insådd	1	
1997	MB Trac 1000 vår	Lättharvning	1	100p
1997	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
1997	Volvo BM 650 höst (em)	Sådd	1	6N
1997	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1998	Volvo BM 650 vår (em)	Putsning grüngödsling	3	Kidd
1999	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
1999	MF 3125 (em)	Gödseltunna/urin	1	
1999	Valmet 6600 Mezzo (em)	Sådd kombi	1	3R
1999	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
1999	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	2	
1999	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
1999	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
1999	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
1999	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
1999	Valmet 6600 Mezzo (em)	Fastgödsel	1	
1999	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	3	kult
2000	Valmet 6600 Mezzo (em)	Fastgödsel	1	
2000	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
2000	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
2000	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	6N
2000	CiH CX-100	Putsning	1,00	



2000	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
2001	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
2001	Volvo BM 650 vår (em)	Insådd	1	tive
2001	Valmet 6600 Mezzo (em)	Plöjning	1	3sk
2001	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
2001	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
2001	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
2002	CiH CX-100	Putsning grüngödsling	3	Agrim

**Bilaga 4.** Indata till Excelmodellen: Körningar - Integrerad odling

År	Traktor	Bearb	Körningar	
1995	MB Trac 1000 vår	Harvning	1	
1995	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1995	Volvo BM 650 vår (em)	Mineralgödsel	1	
1995	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1995	JD7800 (dm)	Sådd kombi	1	4R
1995	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
1995	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	2	kult
1995	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1996	MB Trac 1000 vår	Harvning	2	
1996	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	2	3N
1996	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
1996	MB Trac 1000 höst	Stubbearbetning	3	kult
1996	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1996	Volvo BM 650 vår (em)	Vältning	2	
1997	MF 3125 (em)	Gödseltunna/urin	1	
1997	MB Trac 1000 höst	Harvning	2	
1997	Volvo BM 500 (dm)	Insådd	1	tive
1997	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1997	Volvo BM 650 vår (em)	Mineralgödsel	1	NY 100p
1997	MB Trac 1000 vår	Lättharvning	1	NY
1997	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1997	Volvo BM 650 höst (em)	Sådd	1	6N
1997	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
1997	MB Trac 1000 höst	Stubbearbetning	1	kult
1997	MB Trac 1000 höst	Stubbearbetning	1	tallr
1997	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1998	Ford TW 35 (dm)	Frässådd	1	
1998	CiH Maxxum MX-135	Mineralgödsel	1	
1998	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
1998	Volvo BM 500 (em)	Sprutning Mikro	1	
1998	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1998	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1998	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	1	
1998	Tröska JD 965, 14ft	Tröskning	1	
1998	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
1999	Fiat 580 (em)	Lastning	1	
1999	Fiat 180-90 (em)	Pressning halm	1	
1999	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
1999	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	2	
1999	Volvo BM 650 vår (em)	Mineralgödsel	1	

1999	Volvo BM 500 (dm)	Vältning	1	
1999	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
1999	MB Trac 1000 vår	Harvning	4	
1999	Valmet 6600 Mezzo (em)	Sådd kombi	1	3R
1999	MB Trac 1000 höst	Stubbearbetning	2	kult
2000	MF 3125 (em)	Gödseltunna/urin	1	
2000	MB Trac 1000 vår	Harvning	3	
2000	Valmet 8400 Mezzo (em)	Mineralgödsel	1	Bb
2000	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	3N
2000	JD7800 (dm)	Sådd kombi	1	4R
2000	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	5	
2000	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	3	kult
2000	MB Trac 1000 vår	Stubbearbetning	2	tallr
2000	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
2000	Volvo BM 500 (dm)	Vältning	1	
2001	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	
2001	Volvo BM 500 (dm)	Insådd	1	
2001	Volvo BM 650 vår (em)	Mineralgödsel	1	
2001	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	1	
2001	Volvo BM 500 (dm)	Sådd	1	
2001	MB Trac 1000 vår	Harvning	1	
2001	MB Trac 1000 vår	Vältning	1	
2001	Ford TW 35 (dm)	Frässådd	1	
2001	MB Trac 1000 höst	Stubbearbetning	2	tallr
2001	MB Trac 1000 höst	Stubbearbetning	2	kult
2002	MB Trac 1000 vår	Harvning	1	
2002	Volvo BM 650 vår (em)	Insådd	1	tive
2002	Volvo BM 650 vår (em)	Mineralgödsel	2	
2002	JD7800 (dm)	Sådd kombi	1	4R
2002	Volvo BM 500 (em)	Sprutning	2	
2002	CiH CX-100	Stubbearbetning	2	kult
2002	Tröska MF 36, 18ft	Tröskning	1	

**Bilaga 5.** Data beräknade i Excelmodellen: Organisk material, barmarksdagar, torkdagar och packning

År	Skifte	Gröda	Tillfört organiskt material		Avkastning (kg/ha)	Bortförd halm	Fånggröda		Barmarksdagar			Organisk substans (kg/ha)	Rötter (kg/ha)	torkdagar	Packning	
			Typ	Mängd (ton/ha)			Nedbrukad	Avkastning	vår	höst	totalt				ton*km/ha	antal körningar
1995	Eko (B1)	Vårvete			3900	Ja			25	74	99	1658	3879	44	0	10
1996	Eko (B1)	Ärter			3500	Nej			43	75	118	2856	2856	42	6	11
1997	Eko (B1)	Höstvete			2900	Nej			0	29	29	2884	2884	82	10	11
1998	Eko (B1)	Gröngödsling			2000	Nej			0	0	0	2088	2088	15	0	3
1999	Eko (B1)	Höstvete	Svin, fast	30	1800	Nej			0	107	107	8990	1790	82	16	16
2000	Eko (B1)	Åkerböna	Svin, fast	24	2500	Nej			52	69	121	11586	1620	42	6	8
2001	Eko (B1)	Vårvete			3000	Nej			35	0	35	2984	2984	44	12	8
2002	Eko (B1)	Gröngödsling			3000	Nej			0	0	0	3131	3131	123	0	3
1995	Integ (C6b)	Rågvete			3200	Ja			0	40	40	1360	3182	77	0	9
1996	Integ (C6b)	Ärter			3000	Nej			44	91	135	2448	2448	42	0	9
1997	Integ (C6b)	Höstvete			7100	Ja	1997-12-01	500	0	35	35	3539	7583	82	3	13
1998	Integ (C6b)	Havre			4300	Ja			60	0	60	1828	4276	0	0	9
1999	Integ (C6b)	Vårkorn			3000	Ja			41	24	65	1047	2448	42	6	15
2000	Integ (C6b)	Vårraps			800	Nej			53	82	135	1274	1274	42	9	20
2001	Integ (C6b)	Höstvete			5500	Nej	2001-12-01	500	0	27	27	5992	5992	82	6	12
2002	Integ (C6b)	Havre			5700	Nej	2002-12-01	500	43	0	43	6191	6191	42	6	10
1995	Konv (A1)	Höstvete			8100	Ja			0	40	40	3443	8055	82	10	14
1996	Konv (A1)	Ärter			3500	Nej			42	83	125	2856	2856	42	15	8
1997	Konv (A1)	Höstvete			7700	Ja			0	43	43	3273	7658	82	6	10
1998	Konv (A1)	Havre			5500	Ja			44	90	134	2338	5470	0	6	13
1999	Konv (A1)	Höstvete			9300	Ja			0	24	24	3953	9249	82	12	13
2000	Konv (A1)	Vårraps	Svin, fast	30	1500	Nej			53	69	122	11389	2389	42	12	13
2001	Konv (A1)	Höstvete			9200	Nej	2001-12-01	500	0	22	22	9671	9671	82	12	14
2002	Konv (A1)	Havre			5600	Nej	2002-12-01	500	43	0	43	6091	6091	42	9	8

