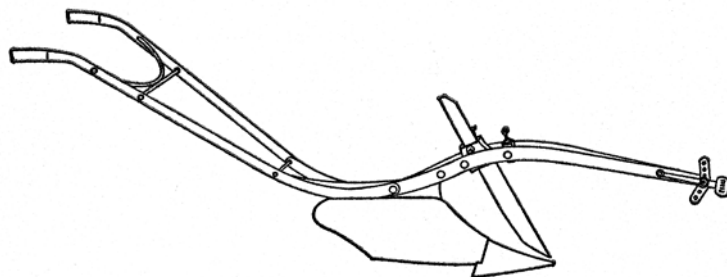




Institutionen för
Markvetenskap
Uppsala

MEDDELANDEN FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala
Department of Soil Sciences,
Bulletins from the Division of Soil Management



Nr 48(b)

2005

Daniel Eriksson

**Beräkning av maskinkostnader baserat på
dragkraftsbehov vid jordbearbetning**

*Calculation of machinery cost based on draught
requirement during tillage*

ISSN 1102-6995

ISRN SLU-JB-M—48(b)--SE

Förord	5
Sammanfattning	6
Summary	7
1 Inledning	8
2 Dragkraftsmätningar	
2.1 Material & metoder	
2.1.1 Försöksserier & försöksled	
2.1.2 Redskapen i försöken	9
2.1.3 Dragkraftsmätningar	10
2.1.4 Specifikt & totalt dragkraftsbehov	
2.1.5 Slirning	
2.1.6 Rullmotstånd	11
2.1.7 Totalt dragkraftsbehov	
3 Resultat dragkraftsmätningar	12
3.1 Harvning	
3.2 Carrier & Tallriksharv	13
3.2 Sådd	
3.4 Dragkraftsbehov – sammanställning olika redskapstyper	15
4 Maskinkalkyler	16
4.1 Beräkning av maskinernas kapacitet & användningstid	
4.1.1 Kapacitet	
4.1.2 Maskintimmar	17
4.2 Kostnader	
4.2.1 Kapitalkostnader	
4.2.2 Förvaring	19
4.2.3 Skatt & försäkring	
4.2.4 Underhåll	20
4.2.5 Drivmedel	
4.2.6 Arbetskostnad	23
4.2.7 Läglighetskostnad	
5 Programmet	24
5.1 Exempel, Sjöö Gods	
5.1.1 Förutsättningar	
5.1.2 Maskiner	25
5.1.3 Bearbetning	26
5.1.4 Skördevariationer	27
5.2 Resultat	
6 Diskussion	30
6.1 Dragkraftsmätningar	
6.1.1 Harv	
6.1.2 Såmaskin	

6.2 Programmet
6.3 Sjöö Gods

31

Förord

Detta arbete ingår i ett större, långliggande projekt, finansierat av SLF, där dragkraftsbehovet och energiförbrukning ska studeras i hela bearbetningssystem på olika jordarter. Med dragkraftbehovet som utgångspunkt ska beräkningar av bearbetningskostnader beräknas och ett kalkylprogram för rådgivning tas fram.

Sammanfattning

Att bedriva växtodling är ingen exakt vetenskap. Många olika parametrar spelar in, väder, jordart och förfrukt är exempel på faktorer som varierar. Vid jordbearbetning och sådd kan många olika strategier tillämpas och något egentligt facit finns inte. Att som jordbrukare kunna hantera alla förhållanden leder till ökade kostnader, då det krävs att brukaren har tillgång till ett stort antal redskap. Frågan som måste ställas är om kostnaden för en åtgärd resulterar i en motsvarande ökning av inkomsten.

Under hösten 2003 startade ett projekt med dragkraftsmätningar som syftar till att bestämma dragkraftsbehovet för olika redskapstyper som funktion av lerhalt och bearbetningsdjup. Dragkraftsbehovet för de olika redskapstyperna ska ligga till grund för beräkning av effektuttag och drivmedelsförbrukning i ett kalkylprogram för maskinkostnader avsett för rådgivning.

Detta arbete syftar till att komplettera tidigare dragkraftsmätningar med värden från bearbetningar vid vårbruket 2004 samt att ta fram ett kalkylprogram för att beräkna maskinkostnader.

Bearbetningarna som studerades i detta arbete var harvning, sådd med raka billar, sådd med skivbillar och stubbearbetning (carrier och tallriksredskap). Mätningar av såbäddsberedning och sådd genomfördes efter fånggrödor, höstplöjning, vårplöjning och reducerad bearbetning.

Traktorn som användes för dragkraftsmätningarna var en Massey Ferguson 6290 på 135 hk. Traktorns bränsleförbrukning hade mätts vid olika effektuttag på kraftuttaget. Via en logger som registrerade bränsleförbrukningen kunde effekten traktorn utvecklade vid körning med redskap kontinuerligt registreras.

Dragkraftsbehovet vid harvning efter plöjning var högre än vid harvning efter stubbearbetning. Harvning efter vårplöjning hade det högsta dragkraftsbehovet. Dragkraftsbehovet minskade för alla led mellan första respektive andra och tredje överfart.

Dragkraftsbehovet vid sådd med universalsåmaskin var högst vid direktsådd men variationer mellan leden var små. Sådd vid konventionellt vårbruk (2 st harvningar efter höstplöjning) genomfördes med både släpbillar och skivbillar, universalsåmaskinen (skivbillar) hade ett fördubblat dragkraftsbehov jämfört med släpbillmaskinen.

Kalkylprogrammet byggdes upp med avsikt att kunna kalkylera en hel gårds maskinkostnader samt att använda resultaten från dragkraftsmätningarna till beräkning av drivmedelsförbrukningen. Programmet kan i sin nuvarande version simulera en gård med åtta traktorer och femton redskap. Genom att koppla ihop traktorer och redskap kan man simulera överfarter på fälten. Programmet redovisar bearbetningskostnader och tidsåtgång för gården. Vad förändringar i maskinpark och bearbetningsstrategi innebär för kostnader och tidsåtgång kan på ett enkelt sätt fås av programmet.

Summary

In crop production, the right operations are not known in beforehand. Many different factors are included: weather, soiltype and preceding crop are examples of factors that vary. When soil tillage and seeding are carried out there are many different strategies to choose between. For a farmer to be able to handle every situation can be expensive, as it would be essential that the farmer have access to many different types of implements. The question to be asked before a operation is if the cost for the operation is leading to a equal amount of income.

In a project that was started in the autumn 2003 with draught measurements the aim was to find out draught requirements for the most common types of implements as a function of soil type and working depth. Draught requirements for the different types of implements should then be the basis for calculation of power requirement and fuel consumption in a computer program for guidance of machinery costs.

This work aim to complement earlier draught measurements with values from tillage operations carried out in the spring 2004 and to develop a calculation program for machinery costs. The tillage operations that was studied in this work was harrowing, seeding with shoe coulter, seeding with discs and reduced tillage (carrier and disk harrow). Measurements of draught requirement during seedbed preparation and seeding was done after catchcrop, autumn mouldboard ploughing, spring mouldboard ploughing and reduced tillage.

The tractor used for draught measurements was a Massey Ferguson 6290 (130 hp). The tractor's fuel consumption had been measured and calibrated by measuring the power at the PTO. With a logger that registered fuel consumption the power that the tractor developed during field work could be registered.

Draught requirement for harrowing after ploughing was higher than after reduced tillage. Harrowing after spring mouldboard ploughing had the highest draught requirements. The draught requirement was reduced between first and second passage.

Draught requirement for the grain drill with discs was highest at direct drilling tillage but there was small difference between the series. Seeding after conventional tillage (2 times harrowing after autumn mouldboard ploughing) was done with both shoe coulter and discs, the grain drill with discs had a double draught requirement compared with shoe coulter.

The calculation program was build up with the aim to be able to calculate the costs for all the machinery operations on a farm and use the results of the draught measurements to calculate fuel consumption. The program can simulate a farm with up to eight tractors and fifteen implements. Through connecting tractors with implements it's possible to simulate tillage on the field. The program calculate tillage costs and time consumption for the farm. What changes in machinery and tillage system do for cost and timeconsumption for the farm can easily be answered by the program.

1 Inledning

Att gå med vinst är grundläggande för alla företag. I jordbruket arbetar man tillsammans med naturen vilket gör att ”rätt” produktionsätt varierar. För att kunna jämföra olika bearbetningsmetoder startade hösten 2003 ett projekt på avdelningen för jordbearbetning med syfte att bestämma dragkraftsbehovet för de vanligaste redskapen.

Dragkraftsbehovet för en redskapstyp beror på arbetsbredd, bearbetningsdjup, jordförhållanden och jordart (Casey, 96). Tidigare undersökningar av Magnusson (2004) och Gustafsson mfl (2003) av dragkraftsbehovet för olika redskapstyper vid höstbearbetning har syftat till att bestämma det specifika dragkraftsbehovet, dragkraftsbehovet per tvärsnittsarea bearbetad jord.

Detta arbete består av två delar, dels att komplettera tidigare gjorda dragkraftsmätningar och dels utveckling av ett kalkylprogram för att beräkna maskin och bearbetningskostnader. Programmet beräknar bränsleförbrukning och effektuttag med utgångspunkt från gjorda dragkraftsmätningar.

Vid dragkraftsmätningarna har konventionella, reducerade och direktsådda metoder använts vid etablering av grödorna. Eftersom ingen bestämning av bearbetningsdjupet har gjorts ger undersökningarna dragkraftsbehovet per meter arbetsbredd för de olika redskapen.

Kalkylprogrammet utvecklades parallellt med dragkraftsmätningarna och målet har varit att programmet ska kunna fungera som ett verktyg för rådgivning med beräkning av gårdens maskinkostnader. Laboreringar med antalet överfarter, bearbetningssystem och maskintyper ska kunna utföras smidigt för att hjälpa jordbrukaren att ta fram ett för gården optimalt maskinsystem.

2 Dragkraftsmätningar

Under våren 2004 genomfördes dragkraftsmätningar gällande etablering av vårsäd. Dessa mätningar var avsedda att komplettera tidigare mätningar gjorda hösten 2003. För att bestämma dragkraftsbehovet för ett redskap måste motståndet vid dragning av redskapet mätas. I mätningarna har dragkraftsmotståndet bestämts genom att mäta bränsleförbrukningen på traktorn. Förluster i form av motor, transmission, slirning och rullmotstånd har bestämts och effekten på dragkroken har räknats ut. Genom att genomföra mätningarna i olika försöksserier med varierande lerhalt och bearbetningsstrategi har ett samband mellan redskapets dragkraftsbehov och markförhållande undersökts. Nedan följer en redogörelse för bearbetning av mätningarna och en redovisning av resultaten.

2.1 Material & metoder

2.1.1 Försöksserier och försöksled

Mätningar genomfördes i försöksserier R2-4027, R2-4123 och R2-7305 samtliga belägna på Ultuna egendom, försöksleden redovisas i tabell 1,2 och 3. Samtliga försök var randomiserade blockförsök med fyra upprepningar. För att mätningarna

ska ge ett svar på sambandet mellan jordförhållande och dragkraftsbehov lades försöken ut på flera platser med olika jordart.

Tabell 1. Försöksserie R2 4027, 2 stycken försök 517 och 524

Led	Vårbruk efter	Djup	Undersökta bearbetningar
A	Plöjning	20 cm	2 • Harvning, Universalsåmaskin
B	Kultivator 2-3ggr	10 cm	Harvning, Universalsåmaskin
C	Kultivator 2-3ggr	15 cm	Harvning, Universalsåmaskin
D	Kultivator 2-3ggr	20 cm	Harvning, Universalsåmaskin
E	Tallriksredskap	-	Harvning, Universalsåmaskin

Mätningar i försöksserie R2-4027 gjordes i två vårsådda försök, 517/91 och 524/91. Serierna beskriver vårbruk efter olika höstbearbetningar, plöjning och reducerad bearbetning. Försöksleden presenteras i tabell 1. Samband mellan dragkraftsbehov och jordart undersöktes inte.

Tabell 2. Försöksserie R2-4123

Led	Vårbruk efter	Djup	Undersökta bearbetningar
A	Höstplöjning	20 cm	2 • Harvning, Universalsåmaskin
B	Vårplöjning	20 cm	3 • Harvning, Universalsåmaskin
C	Fånggröda	-	Carrier, Universalsåmaskin
D	Fånggröda	-	2 • Carrier, Universalsåmaskin
E	Fånggröda	-	Universalsåmaskin
F	Fånggröda	-	2 • Tallriksredskap, Harvning, Universalsåmaskin

Serien R2-4123 behandlar vårbruk efter fånggröda, även ett led med höstplöjning ingår (tabell 2). Tre försök med olika lerhalt, 20 %, 30 % och 40 % ingick. Försöksserien ska b.l.a ge svar på hur dragkraftsbehovet varierar med lerhalt och bearbetningsstrategi.

Tabell 3. Försöksserie R2-7305

Led	Vårbruk efter	Djup	Undersökta bearbetningar
A	Höstplöjning	20 cm	2 • Harvning, Släpbillmaskin

I försöksserie R2-7305 ingick ett referensled, kombisåmaskin med släpbillar. Försöket gav mätvärden för ett konventionellt vårbruk med 2 st harvningar och sådd med släpbillmaskin.

2.1.2 Redskapen i försöken

Carrier är ett redskap för grund bearbetning. Redskapet består av en vält vilket det är möjligt att använda olika bearbetningsverktyg framför. Till försöken användes redskapet med två rader tallrikar framför välten, tallrikarnas diameter är 30 cm och redskapets arbetsbredd 4,25 m. Tallrikarna ska åstadkomma en full genomskärning av ytan i en körning.

Tallriksredskapet är av X-form och har justerbar skärvinkel. Tallrikarna har en diameter på 60 cm och arbetsbredden 3,40 m.

Harven som användes är en 80 pinnars fjäderharv med två sladdplankor, en framför pinnarna respektive en längst bak. Arbetsbredden är 6 m.

Universalsåmaskinen som använts har skivbillar både för placering av gödning och utsäde. Redskapet var utrustat med förredskap med två rader tallrikar av samma typ som carriern. Efter tallrikarna finns en fjädrande sladdplanka och redskapets arbetsbredd är 3 m.

Kombisåmaskin med släpbillar, redskapet har 3m arbetsbredd.

2.1.3 Dragkraftsmätningar

Vid körning med redskapen mättes dieselförbrukningen och registrerades med en logger med frekvensen 1 Hz. Traktorn som användes har fått dieselförbrukningen uppmätt vid olika effektuttag på kraftuttaget. Genom att mäta dieselförbrukningen kunde därmed effekten traktorn utvecklade fås löpande.

2.1.4 Specifikt och totalt dragkraftsbehov

Specifikt dragkraftsbehov definieras som kilonewton per kvadratmeter (kN/m^2). Detta innebär att specifika dragkraftsbehovet är oberoende av bearbetningsdjupet. För att beräkna redskapets totala dragkraftsbehov krävs att man definierar redskapets arbetsdjup. Mätningarna våren 2004 utfördes utan bestämning av bearbetningsdjup. Försöken kunde därmed bara ge värden för den totala dragkraften, eller dragkraften per meter arbetsbredd (kN/m).

2.1.5 Slirning

Loggern på datorn registrerade också verklig hastighet och hjulens hastighet. Slirningen kunde genom denna metod registreras kontinuerligt enligt sambandet

$$S = \left(\frac{V_H - V_v}{V_H} \right) \cdot 100$$

där S = slirning (%)
 V_H = uppmätt hastighet (km/h)
 V_v = slirning (km/h)

Effektförlusten på grund av slirning

$$P_{\text{slir}} = \left(\frac{P_u \cdot S}{100} \right) \quad (\text{Saleque, 1990})$$

2.1.6 Rullmotstånd

Effektförlusten på grund av rullmotståndet gavs enligt följande samband

$$P_{\text{rull}} = f \cdot G \cdot V_H$$

Där P_{rull} = effektförlust på grund av slirning (kW)
 f = koefficient för rullningsmotstånd (0,0896)
 G = traktorns tyngd (N)
 V_H = hjulhastighet (m/s)

Rullmotståndet på traktorn har uppmätts i tidigare försök. Koefficienten för rullningsmotståndet som använts hösten 2003 kunde därför utnyttjas.

Följande samband sattes upp för att beskriva traktorns dragkrokseffekt.

$$P_k = P_u - P_{\text{slir}} - P_{\text{rull}}$$

där P_k = dragkrokseffekt (kW)
 P_u = uppmätt effektbehov (kW)
 P_{slir} = effektförlust på grund av slirning (kW)
 P_{rull} = effektförlust på grund av rullningsmotstånd (kW)

2.1.7 Totalt dragkraftsbehov

Eftersom redskapens bearbetningsdjup inte mättes räknades dragkraftsbehovet per meter ut.

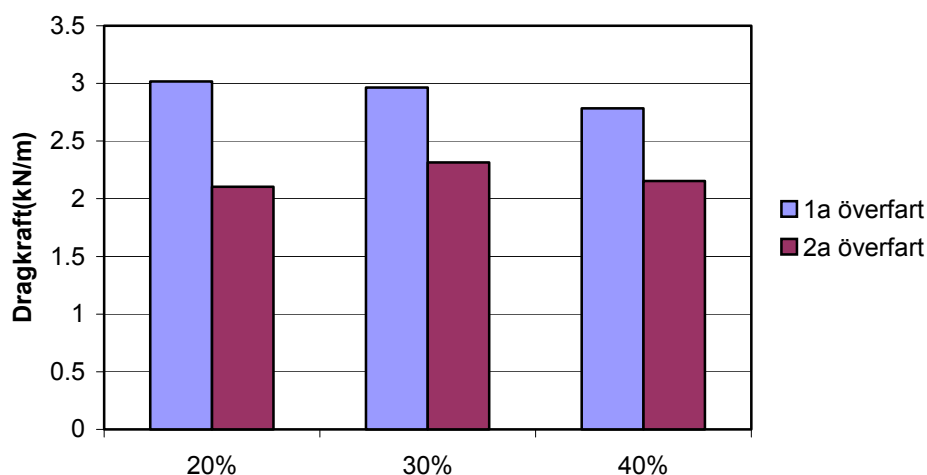
$$D = \frac{P_k}{V_H \cdot b}$$

där D = totalt dragkraftsbehov (kN/m)
 P_k = dragkrokseffekten (kW)
 V_H = hjulhastighet (m/s)
 b = redskapets arbetsbredd (m)

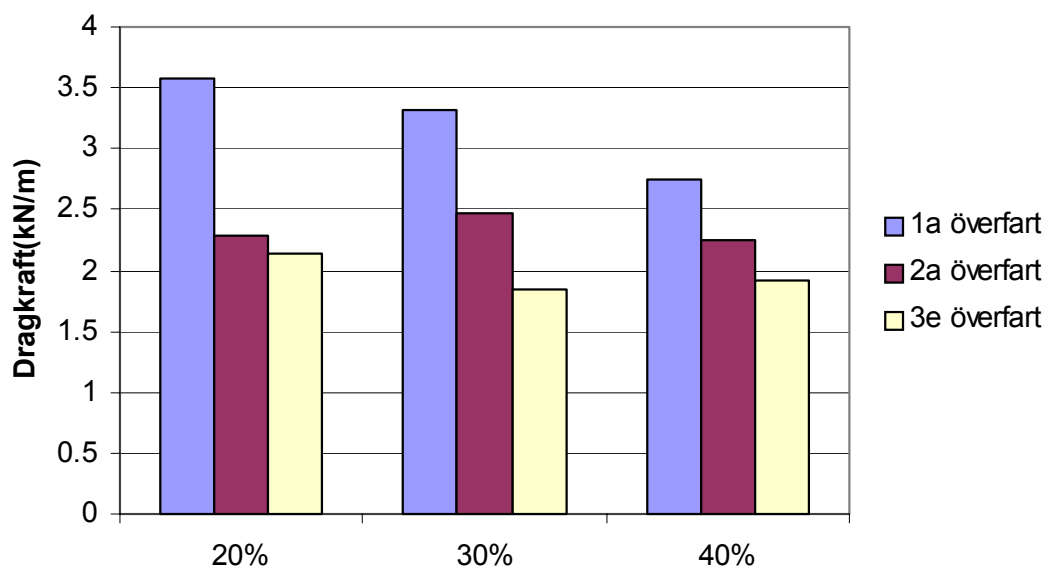
3 Resultat dragkraftsmätningar

3.1 Harvning

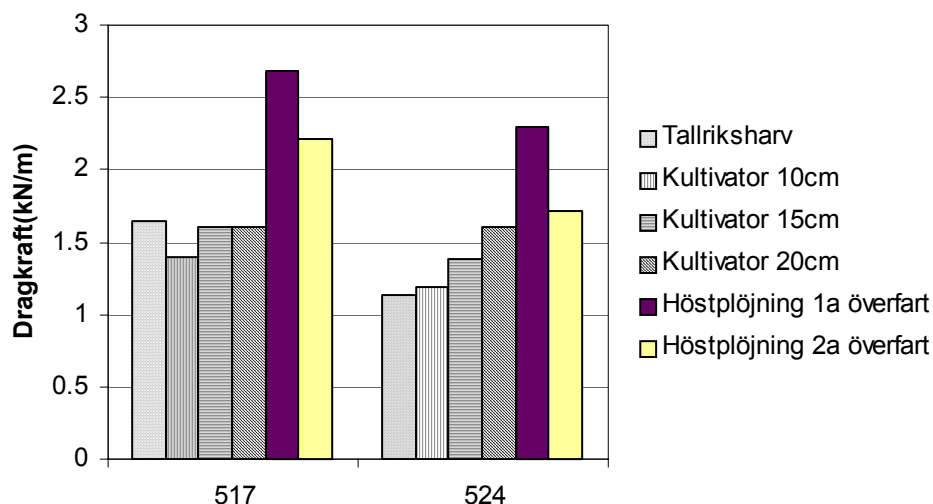
Den totala dragkraften för harvning minskade med varje överfart (fig 1 & 2). Dragkraftsbehovets påverkan av lerhalt visade på att högre lerhalt resulterade i mindre dragkraftsbehov vid första överfarten, andra respektive tredje överfarten gav inget tydligt samband mellan dragkraftsbehov och lerhalt (fig 1 & 2). Harvning efter plöjning var den bearbetningsstrategi som resulterade i de största dragkraftsbehoven. Dragkraftsbehovet vid harvning efter kultivator och tallriksharv var lägre än vid harvning efter plöjning (fig 3).



Figur 1. Dragkraftsbehov vid harvning efter höstplöjning, försöksserie R2-4123.



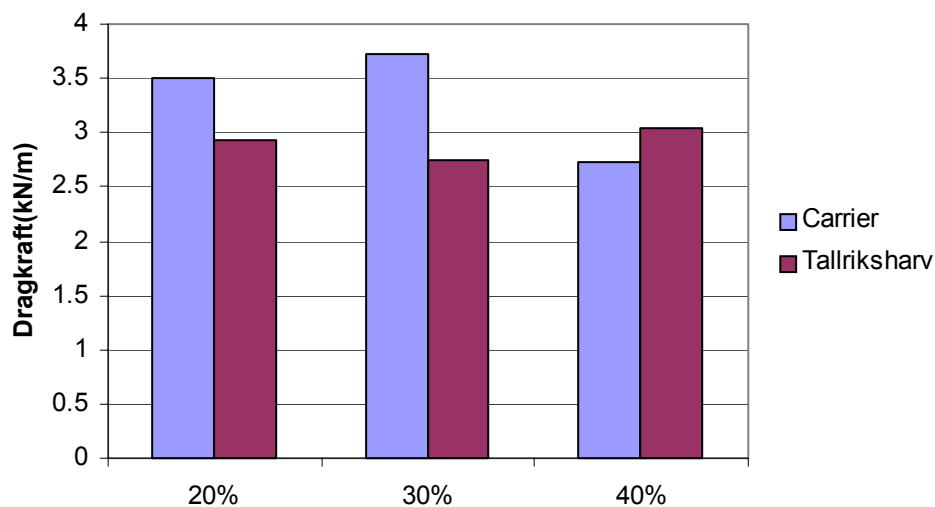
Figur 2. Dragkraftsbehov vid harvning efter vårplöjning, försöksserie R2-4123. 3 olika lerhalter, 20%, 30% och 40%.



Figur 3. Dragkraftsbehovet vid harvning efter stubbearbetning och plöjning. Försöksserierna R2-4027-517 och R2-4027-524.

3.2 Carrier och tallriksharv

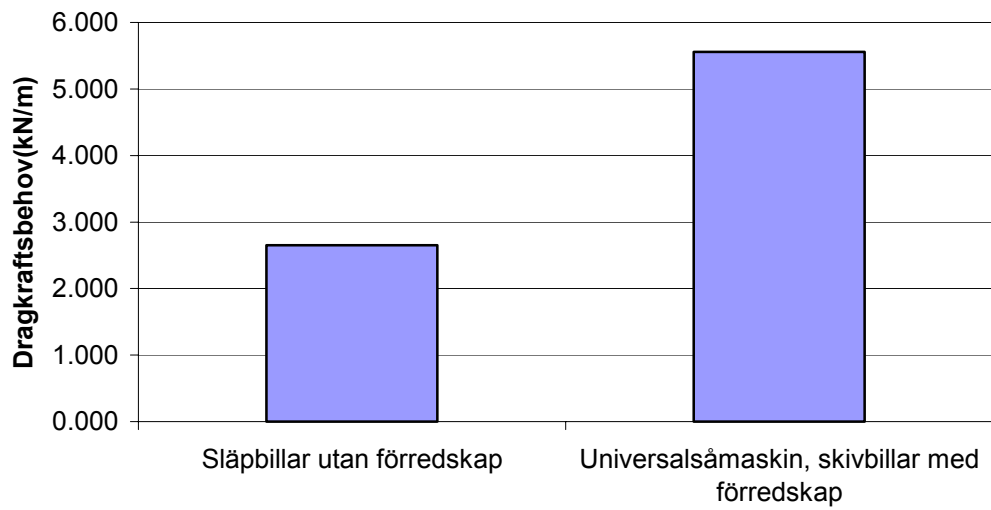
Mätningarna gav inget tydligt samband mellan lerhalten och dragkraftsbehovet (fig 4).



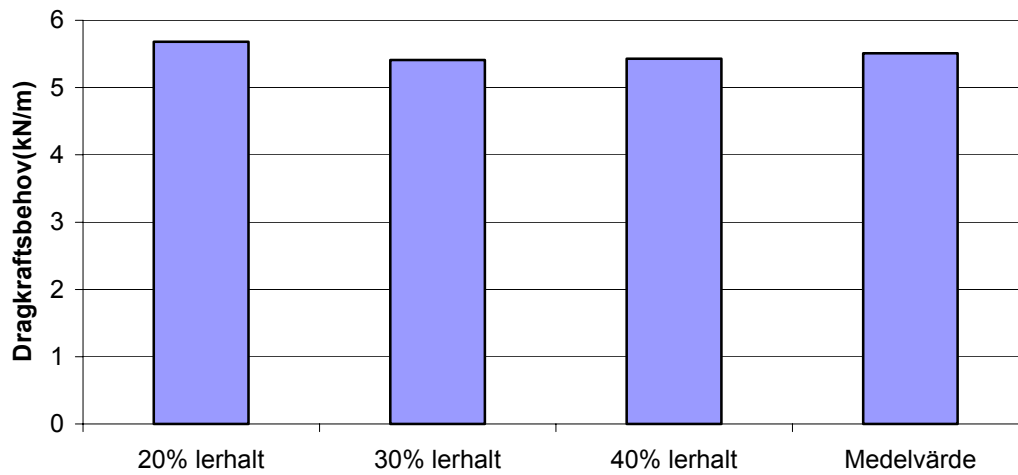
Figur 4. Dragkraftsbehovet vid bearbetning av fånggrödor på våren, försöksserie R2-4123.

3.3 Sådd

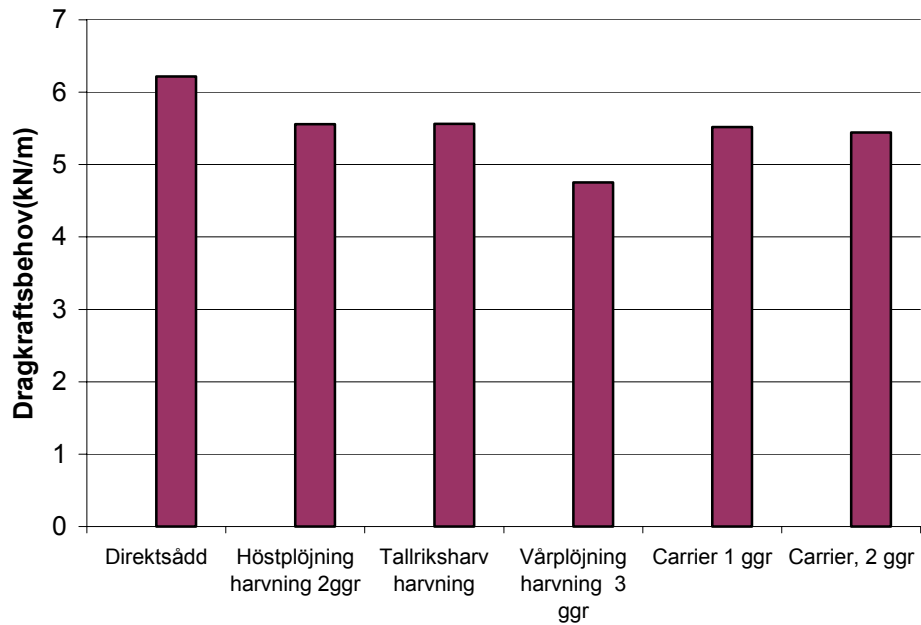
Dragkraftsbehovet vid sådd redovisas i figur 5. Undersökningarna visade på att universalsåmaskinens dragkraftsbehov var relativt konstant oberoende av markförhållandena. Variationer i lerhalt gav endast små skillnader i dragkraftsbehov och inget samband mellan lerhalt och dragkraftsbehov kunde fastställas (fig 6). Olika bearbetning innan sådd visade att dragkraftsbehovet var störst vid direktsådd och minst efter vårplöjning och tre harvningar (fig 7). Skillnaderna var dock små.



Figur 5. Dragkraftsbehovet vid etablering av vårsäd med kombisåmaskin. Sådd efter höstplöjning och två överfarter med harv.



Figur 6. Dragkraftsmotstånd, universalsåmaskin, försöksserie 4123.



Figur 7. Dragkraftsbehovet för universalsåmaskin vid olika bearbetningsstrategier.

3.4 Dragkraftsbehov – sammanställning olika redskapstyper

Resultaten av dragkraftsmätningarna användes för att räkna ut bränsleförbrukningen. Tabell 4 ger dragkraftsbehovet för de vanligaste redskapstyperna samt bränsleförbrukningen vid en specifik lerhalt och bearbetningsdjup.

Tabell 4: Dragkraftsbehovet och bränsleförbrukning för olika redskapstyper. Beräkningarna av bränsleförbrukningen är gjorda för 30% lerhalt. Verkningsgraden hjul – motor 70% och verkningsgrad motor 31%. I tabellen redovisas specifikt dragkraftsbehov(S) i kN/m² som funktion av lerhalten(x), totalt dragkraftsbehov(D) i kN/m vid ett bearbetningsdjup(d) i meter och bränsleförbrukning(q_t) i liter per hektar.

Redskapstyp	S	d	D	q _t
Plog	1,36x + 29,8	0,20	14,12	14,8
Kultivator	1,93x + 42,6	0,05	5,0	5,2
Carrier	2,19x + 48,3	0,04	4,33	4,5
Tallriksharv	1,63x + 63	0,04	4,48	4,7
Såbäddsharv	-	-	2,5	2,6
Såmaskin, Rak bill, kombi	-	-	2,0	2,1
Såmaskin, Skivbill, kombi	-	-	6,0	6,3

4 Maskinkalkyler

4.1 Beräkning av maskinernas kapacitet och användningstid

Uträkning av maskinkostnader baseras på antalet timmar maskinen används. Timmarna räknas ut löpande beroende på redskapets kapacitet och antal hektar som maskinen används på. Antalet timmar maskinen används per år blir då direkt kopplad till antalet överfarer som görs på varje fält. Genom att använda detta system kan en specifik kostnad för gården fås, t.ex. vad en extra harvning kostar.

4.1.1 Kapacitet

Kapaciteten vid etablering av grödor varierar från fält till fält. Arrondering, jordart, traktorförare, föregående bearbetning och traktorns specifikationer påverkar alla kapaciteten. Kostnaden påverkas direkt av kapaciteten vilket innebär att en korrekt kapacitet är en förutsättning för korrekta maskinkalkyler.

Kapaciteten på bearbetningen räknas ut enligt följande samband

$$C = \frac{v \cdot b \cdot F_k}{a}$$

där C = kapaciteten (ha/h)
v = hastigheten (km/h)
b = redskapets arbetsbredd
F_k = fältkapacitetsfaktor, redskapsspecifikt (%)
a = omvandling km/h till m/h dividerat på antal m²/ha (10)

Fältkapaciteten anger procenten av tiden redskapet utnyttjas i draget med maximal arbetsbredd. Faktorer som fältkapaciteten tar hänsyn till är överlappning, ställtid, påfyllning och tid för vändning.

Tabell 5: Fältkapacitet för olika redskapstyper. (ASEA Standard, 1999)

Redskapstyp	F _k (Rekommenderat område)	F _k (Värden i programmet)
Plog	70-90 %	80 %
Kultivator	70-90 %	80 %
Såbäddsharv	70-90 %	80 %
Såmaskin	55-80 %	65 %
Gödningsspredare	60-80 %	65 %

4.1.2 Maskintimmar

Antalet timmar maskinen används per år leder till minskade fasta maskinkostnader per timme. Beräkningar av antalet timmar redskapet används per år baseras på antal hektar som den används på. Antalet timmar fås då av följande ekvation.

$$h = \frac{M_a}{C}$$

där h = driftstid (h/år)
 M_a = Areal som maskinen används på årligen (ha)
 C = Maskinens kapacitet (ha/h)

4.2 Kostnader

Följande avsnitt behandlar beräkning av maskin och bearbetningskostnader. För varje kostnadspost redovisas allmänna metoder och en beskrivning av hur kostnadsposten hanteras i programmet.

När man gör en maskinkalkyl delar man upp kostnaden i olika typer, fasta och rörliga kostnader. De fasta är oberoende av hur mycket man använder maskinen. Det är de fasta kostnaderna som är anledningen till att så många eftersträvar en hög utnyttjandegrad av maskinerna. Till de fasta kostnaderna räknas följande poster.

- Ränta
- Förvaring
- Skatt och försäkring
- (Värdeminskning som beror av årsmodellen)

Andra kostnader är beroende av hur mycket maskinen används, d.v.s., de är rörliga. Till de rörliga räknas

- Underhållskostnader
- Drivmedelskostnader
- Arbetskostnader
- (Värdeminskning som beror av driftstiden)

Värdeminskningen är svårt att placera i något specifikt fack. Samma modell med motsvarande utrustning och timantal årsmodell 96 är i regel billigare än motsvarande årsmodell 98. Samtidigt sjunker maskinens värde med antalet timmar som den används. Värdeminskningen kan därför ingå i både rörliga och fasta kostnader.

4.2.1 Kapitalkostnader

Avskrivning och ränta är kapitalkostnader, vilket innebär att de är kopplade till investeringens storlek. Kapitalkostnaderna kan beräknas på olika sätt, medelårsmetoden, modifierad medelårsmetod och annuitetsmetoden. Den ränta man lägger in i en realkalkyl ska vara realräntan d.v.s. bankränta minus inflation.

Medelårsmetoden baseras på att lika stor avskrivning görs varje år och att räntan beräknas på halva investeringsbeloppet.

$$K = \frac{\dot{A} - R}{t} + ((\dot{A} - R) \cdot 0,5 \cdot r_r)$$

där \dot{A} = återskaffningsvärde
 K = kapitalkostnaden (kr)
 R = restvärdet, vid kalkylperiodens slut (kr)
 t = kalkylperiodens längd (år)
 r_r = realräntan, bankräntan minus inflation

Modifierad medelårsmetod är en approximation av annuitetsmetoden. Lika stor avskrivning görs varje år medan räntan beräknas på 60 % av återskaffningsvärdet.

$$K = \frac{\dot{A} - R}{t} + ((\dot{A} - R) \cdot 0,6 \cdot r_r)$$

Annuitetsmetoden innebär att ränta och avskrivning finns inräknade i en speciell annuitetsfaktor, detta ger den mest korrekta kostnaden för en investering av ovan redovisade metoder.

$$a_f = \frac{r_r}{1 - (1 + r_r)^{-t}} \quad (\text{P-H Skärvad, 2003})$$

$$K = a_f \cdot (\dot{A} - R)$$

där \dot{A} = återskaffningsvärde
 K = kapitalkostnaden (kr)
 R = restvärdet, vid kalkylperiodens slut (kr)
 t = kalkylperiodens längd (år)
 r_r = realräntan, bankräntan minus inflation
 a_f = annuitetsfaktorn

För att ge den mest korrekta kostnadsbilden används annuitetsmetoden i kalkylprogrammet.

Eftersom restvärdet på maskinerna är beroende på antalet timmar maskinen används är en koppling mellan restvärdet och den årliga användningen nödvändig. Funktionen för att beskriva restvärdet tar hänsyn till maskinens kalkylperiod och den årliga användningen.

$$R = \dot{A} \cdot F_{\dot{a}} \cdot (F_m + (1 - \frac{V_D}{N_D}) \cdot F_D)^t \quad (\text{S. Ekman, 1997})$$

villkor

$$\text{OM } \frac{V_D}{N_D} > 3 \Rightarrow R = \dot{A} \cdot F_{\dot{a}} \cdot (F_m + (-2 \cdot F_D)^t)$$

där R = restvärdet, vid kalkylperiodens slut (kr)
 \dot{A} = Återskaffningsvärdet (kr)
 $F_{\dot{a}}$ = Faktor, inköpspris - restvärde
 F_m = Faktor, maskintyp - restvärde
 V_D = Verklig driftstid (h/år)
 N_D = Normal driftstid (h/år)
 F_D = Faktor, driftstid - restvärde
 t = kalkylperiodens längd (år)

Normal driftstid som antagits för maskinerna är enligt följande.
 Siffrorna anger timmar per år.

Traktor	450
Plog	150
Kultivator	60
Harv	90
Såmaskin	105

Restvärdet går även att justera manuellt.

4.2.2 Förvaring

En exakt beräkning av förvaringskostnaden kräver en specifik ekonomisk kalkyl på byggnaden. Man använder sig därför ofta av schablonmässiga värden för kostnader per kvadratmeter. För en ny maskinhall anges för traktorer 200 kr/m² och redskap 100 kr/m². Vid användning av befintlig maskinhall kan man reducera kostnaderna med 50 % (www.agriwise.org).

Det går att lägga in specifika värden för kostnader per m² för både redskap och traktorer i programmet samt specificera golvytan respektive maskin upptar.

I kalkylprogrammet finns även en förenklad metod att beräkna förvaringskostnaden. Det finns möjlighet att lägga in en fast kostnad per år för lokalerna. Den specifika förvaringskostnaden för varje maskin baseras sedan på maskinens återskaffningsvärde.

Det finns nackdelar med detta system eftersom det inte tar någon hänsyn till maskinens förvaringsyta, men det kan ändå vara bra att i programmet ha möjlighet att på ett enkelt sätt ta hänsyn till förvaringskostnaden.

4.2.3 Skatt och försäkring

Skatt och försäkring beräknas enklast schablonmässigt, som en procent på återskaffningsvärdet. För traktorer rekommenderas 0,3 % av återskaffningsvärdet och för redskap 0,1 % (www.agriwise.org). Dessa värden har använts i kalkylprogrammet.

4.2.4 Underhåll

I underhållskostnaderna ingår reparationer, reservdelar, smörjmedel, gårdsverkstad samt eget arbete med underhåll och reparationer. Underhållskostnaden är en rörlig kostnad och i programmet beräknas den med en faktor som anger kostnaden i kr per timme och 1000 kr återanskaffningsvärde. Faktorn baseras på maskintyp samt maskinens ålder. Med en given UH faktor blir ekvationen enligt följande.

$$U_k = \frac{UH \cdot \text{Å} \cdot h}{1000} \quad (\text{www.agriwise.org})$$

där UH = underhållskostnad i kr/tim och 1000 kr återanskaffningsvärde
h = Driftstid(h/år)
U_k = Underhållskostnaden (kr/år)
Å = Maskinens återanskaffningsvärde (kr)
h = Maskinens driftstid per år (h)

Uträkningen tar hänsyn till den årliga användningen av maskinen, men kostnaden som kommer att beräknas är ett medelvärde över maskinens livslängd, det kostar alltså lika mycket att underhålla maskinen år ett som år fem.

I programmet är kostnaden för att underhålla traktorer och redskap baserade på schablonvärden. För traktorer 0,10 kr/h och 1000 kr återanskaffningsvärde respektive 0,60 kr/h och 1000 kr för redskap (www.agriwise.org). Faktorerna är baserade efter att ge en korrekt underhållskostnad under hela maskinens livslängd. Praktiskt leder det till att om en maskin köps ny och säljs innan den är utsliten ska underhållsfaktorn reduceras. Ingen hänsyn tas till variationer p.g.a. maskinens ålder och driftstid när det gäller underhållsfaktorn. Underhållet räknas alltid på maskinens inköpspris som ny. UH faktorn kan om så önskas ändras, läggs inte någon faktor in räknar programmet med ovan nämnda värden.

4.2.5 Drivmedel

Till drivmedel räknas både bränsle och smörjmedel. Bränsleförbrukningen baseras på dragkraftsbehovet av de olika redskapstyper som ingick i mätningarna 2003 och våren 2004 (tabell 4).

Dragkraftsbehovet baseras på lerhalt, bearbetningsdjup och redskapstyp (tabell 4).

Djupet på bearbetningen påverkar energiförbrukningen. Plöjning och stubbearbetning är bearbetningar där dragkraftsmotståndet står i proportion till bearbetningsdjupet. Att utnyttja dragkraftsmätningar i maskinkalkyler kräver ett korrekt angivet bearbetningsdjup. Vid plöjning förekommer det i stort sett ingen skillnad mellan inställt bearbetningsdjup och verkligt vilket underlättar inmatning av värden i programmet. Hösten 2003 gjordes bestämningarna av bearbetningsdjupet genom uppmätning av lösgjord jord. Mätningarna genomfördes genom att en stålram på 0.25 m² slogs ner i den bearbetande jorden. All lös bearbetad jord togs bort och vägdes. Medelbearbetningsdjupet blir enligt denna metod:

$$d = \frac{m}{\rho_v \cdot a} \quad (\text{Magnusson, 2004})$$

där d = bearbetningsdjup(m)
 m = den lösa jordens massa (kg)
 ρ_v = jordens våta skrymdensitet (kg/m^3)
 a = stålramens area (m^2)

Det här gör att arbetsdjupet vid t.ex. körning med kultivator i många fall inte är samma som inställt djup. Medelbearbetningsdjupet är det värde som ska användas vid inmatning av arbetsdjupet i kalkylprogrammet.

Hänsyn måste tas till tomgångskörning med traktorn. Påslag måste göras för bränslet som åtgår till vändningar och överlappning mellan dragen. Därför används en redskapsfaktor som ska ta hänsyn till ovan nämnda faktorer. Redskapsfaktorn kommer att variera mellan olika redskap, harvning belastar i praktiken alltid traktorn och en viss överlappning förekommer, vid plöjning lyfts redskapet vid vändningar och ingen överlappning förekommer. Eftersom inga mätningar vid detta tillfälle var gjorda fick redskapsfaktorn antas. Redskapsfaktorn är i programmet satt till 5 % och inga variationer på grund av redskapstyper gjordes. Redskapsfaktorn ska omvandla den teoretiskt uträknade förbrukningen till verklig förbrukning i l/ha.

Nedan redovisas beräkningsgången från dragkraftsbehov till bränsleförbrukning.

Redskapens specifika dragkraftsbehov.

$$S = (S_L \cdot x) + S_G$$

där S = Specifika dragkraftsbehovet (kN/m^2)
 S_L = Specifikt dragkraftsbehov proportionellt mot lerhalt (kN/m^2)
 x = Lerhalt (%)
 S_G = Specifikt dragkraftsbehov oberoende av lerhalt (kN/m^2)

Redskapets totala dragkraftsbehov beräknas då enligt

$$D = S \cdot d$$

där D = Totala dragkraftsbehovet (kN/m)
 S = Specifika dragkraftsbehovet (kN/m^2)
 d = verkligt arbetsdjup (m)

För beräkning av redskap där dragkraften inte är en funktion av arbetsdjupet blir ekvationen

$$D = (D_L \cdot x) + D_G$$

där D = Totala dragkraftsbehovet (kN/m)

D_L = Totalt dragkraftsbehov proportionellt mot lerhalt (kN/m)
 x = Lerhalt (%)
 D_G = Totalt dragkraftsbehov oberoende av lerhalt (kN/m)

Dragkraftsbehovet för redskapet fås enligt följande ekvation

$$D_{\text{redskap}} = D \cdot b$$

där D = totalt dragkraftsbehov (kN/m)
 b = Redskapets arbetsbredd (m)
 D_{Redskap} = Redskapets dragkraftsbehov (kN)

Den erforderliga dragkrokseffekten fås

$$P_{\text{Dragkrok}} = \frac{D_{\text{redskap}} \cdot v}{3,6}$$

där $P_{\text{Dragkrokseffekt}}$ = Effekt på dragkroken (kW)
 D_{Redskap} = Redskapets dragkraftsbehov (kN)
 v = hastighet (km/h)

Förluster mellan motor och dragkrok ger att nödvändig motoreffekt blir

$$P_{\text{motor}} = P_{\text{Dragkrok}} \cdot (1 + \eta_t)$$

där P_{motor} = Effektuttag motor (kW)
 $P_{\text{Dragkrokseffekt}}$ = Effekt på dragkroken (kW)
 η_t = Verkningsgrad motor-dragkrok

Verkningsgraden motor-dragkrok ska ta hänsyn till slirning, rullmotstånd och transmissionsförluster.

Bränsleförbrukningen beror på motorns förmåga att omvandla kemisk energi till mekanisk energi, därtill ska generator, vattenpump och övriga funktioner som är nödvändiga för praktisk drift inkluderas.

$$q_F = \frac{P_{\text{motor}} \cdot 3600 \cdot 1000}{\eta_m \cdot Q} \cdot (F_k + R_f)$$

där q_F = Drivmedelsförbrukning (l/h)
 P_{motor} = Effektuttag motor (kW)
 η_m = Verkningsgrad motor
 F_k = Fältkapacitet (%)
 R_f = Redskapsfaktor
 Q = Energiinnehåll diesel (MJ/l)

Att basera bränslekalkylerna i programmet på dragkraftsbehovet ger en bas att utgå från. Bränsleförbrukningen beräknas utifrån varje redskapstyp och lerhalt. Variationer förekommer alltid i ett komplext system. Exempel på faktorer som varierar är arrondering, väder, hjulutrustning och traktorns tekniska specifikationer. Därför finns

i programmet möjlighet att justera bränsleförbrukningen efter egna erfarenheter om så önskas. Bränsleförbrukningen anges då i liter per timme. På bränsleförbrukningen läggs sedan smörjmedel. Kostnaden för smörjmedel baseras på drivmedelsfaktorn. Den kan justeras fritt efter brukarens egna önskemål men 15 % påslag för smörjmedel och 10 % påslag för framkörning och förvaring rekommenderas i maskinkalkyler, vilket innebär att drivmedelsfaktorn blir 1.25. (www.agriwise.org)

4.2.6 Arbetskostnad

Arbetskostnaden i maskinkalkylerna ska ta hänsyn till tiden i traktorn, ställtider, till och från koppling av redskap samt underhåll och reparationer. Arbetskostnaden för underhåll och reparationer ingår i underhållskostnaderna och berörs inte vidare här. Arbetskostnaden är direkt kopplat till antalet timmar respektive redskap går. Kompensation för övrig tid så som ställtid och påfyllning sker genom fältkapacitetsfaktorn, denna reglerar hur stor del av timmen föraren utnyttjar redskapet optimalt. Fältkapacitetsfaktorn tar inte någon hänsyn till transport till och från fältet, koppling av redskap samt uteblivet arbete på grund av otjänligt väder. För att ta hänsyn till sådana faktorer kan man ange i hur stor utsträckning arbetstiden används som arbete med redskap. Följande samband antas:

$$A_{\text{tot}} = \frac{M_a}{C} \cdot T_{\text{lön}} \cdot (1 + S_{\text{avgifter}}) \cdot (1 + A_{\text{tid}})$$

där A_{tot} = Totala arbetskostnaden per timme använt redskap(kr)

M_a = Areal som maskinen används på årligen (ha)

C = Maskinens kapacitet (ha/h)

$T_{\text{lön}}$ = Timlön (kr)

S_{avgifter} = Sociala avgifter (%)

A_{tid} = Påslag för arbetstid som inte är traktortid (%)

4.2.7 Läglighetskostnader

Att bedriva växtodling innebär att arbetsbördan varierar under året. Att ha tillräckligt med maskinkapacitet under växtodlingssäsongen är avgörande för att kunna bedriva en lönsam växtodling. Att inte hinna med arbetsmoment under mest gynnsamma förhållanden innebär en ökad kostnad. Detta för att arbetet inte utförs när det är bäst läglighet. Denna kostnadsgrupp benämns läglighetskostnad. Eftersom tidsfördröjning mellan optimalt datum och verkligt datum för utförd operation på åkern beror på maskinkapaciteten är läglighetskostnaderna en följd av maskinkostnaderna. Programmet redovisar antalet timmar per hektar både för traktor och arbete. Det skulle alltså vara möjligt att bygga vidare och lägga in läglighetskostnader.

5 Programmet

Programmet ger i sin nuvarande form möjlighet att lägga in 10 traktorer och 17 redskap, av dessa kan två av vardera gruppen hyras och resten köpas. Även maskintjänster kan hyras in. Antalet fält är begränsat till 7 stycken. Meningen är att ett fält för varje bearbetningsstrategi ska upprättas. Ett fält kan t.ex. vara höstvetete efter höstvetete och ett höstvetete efter oljeväxter. Programmet arbetar med rullande timmar vilket leder till att maskinkostnaderna räknas om varje gång en överfart med en maskin läggs in. Sammantaget ger detta möjligheter att på ett snabbt sätt ta reda på hur gårdens maskinkostnader påverkas av olika bearbetningsstrategier och maskininvesteringar.

5.1 Exempel, Sjöo Gods

Sjöo gods är beläget mellan Uppsala och Enköping. Godset brukar runt 1066 hektar plus träda, markerna ligger på tre olika platser, Sjöo, Bålsta och Tierp. Vilka grödor som etableras beror på året men Sjöo har som mål att så runt 500 hektar höstsäd varje år. Sjöo funderar på vissa maskininvesteringar och ställer sig frågan hur detta skulle påverka kapacitet och kostnader.

5.1.1 Förutsättningar

För att kunna se skillnader på olika investeringar måste förutsättningarna mellan olika alternativ vara likadana. Nedan redovisas årets fördelning av grödorna respektive en möjlig framtid.

2004-2005	Framtid
80 ha Vårvetete	80 ha Vårvetete
100 ha Rågvete	190 ha Rågvete/Höstvetete
288 ha Höstvetete	310 ha Höstvetete
100 ha Vårraps	100 ha Vårraps
100 ha Lin	100 ha Lin
110 ha Ärtor	110 ha Ärtor
288 ha Korn	176 ha Korn

Ändras bearbetningsstrategin mellan alternativen blir jämförelsebilden felaktig. Syftet med jämförelsen är att se skillnader i tidsåtgång och kostnader mellan alternativen. Arbetsgången är att titta på kostnader och tidsåtgång enligt en tänkt framtid. När alternativen är framtagna efter samma förutsättningar är det lätt att pröva vad förändringar i bearbetningssystem och arealer innebär för dom olika förslagen. Kostnader som redovisas gäller under följande förutsättningar.

- Realränta (Bankränta – inflation): 4%
- Dieselpriis: 6,50 kr/liter
- Arbetskostnad: 180 kr/h
- Andel arbetstid som inte är effektiv tid i traktorn: 40 %
- Lokalkostnader: 60 000 kr/år

5.1.2 Maskiner

Nuvarande grödor, maskiner och detta års överfarter lades in i programmet för att ge en grund att utgå från. Efter detta var det dags att titta på olika alternativ för framtiden. Tre stycken alternativ till dagens system togs fram, alternativen benämns enligt följande.

A: Dagens system

B: Gården behåller stortraktorn, en midjestyrd John Deere på 425 hk, modell 9400. Mindre antal traktorer och en del andra redskap.

C: Som B men 9400 är ersatt av en konventionell traktor på 300hk.

D: Mer extremt system inriktat på att ge lägsta bearbetningskostnaderna.

Nedan följer en detaljerad redogörelse för maskinerna i dom olika leden.

Tabell 6: Traktorer som ingår i alternativen

A	B	C	D
John Deere 9400, 425hk John Deere 8400, 280hk John Deere 4955, 225hk New Holland 8970, 240hk NH TM 165, 165 hk NH TM 165, 165 hk NH TM 165, 165 hk	John Deere 9400, 425hk John Deere 8400, 280hk New Holland 8970, 240hk NH TM 165, 165 hk NH TM 165, 165 hk	John Deere 8520, 295hk John Deere 8400, 280hk New Holland 8970, 240hk NH TM 165, 165 hk NH TM 165, 165 hk	John Deere 8400 John Deere 7920 NH TM 190 NH TM 165

Tabell 7: Redskap som ingår i alternativen

A	B	C	D
“Bryssel plog” 5, 4m 7 skärig plog 8 skärig plog Rexius Twin 8,3 m Harv 11m Harv 8m Såjet 6m Concord 8m Vält 8,2m Hyr <i>Carrier 12,25m</i>	10m JBS kultivator 7 skärig plog 8 skärig plog Harv 11m Rapid, kombi 6m Concord 8m Vält 8,2m Hyr <i>Carrier 12,25m</i>	8,2m JBS kultivator 7 skärig plog 8 skärig plog Harv 11m Rapid, kombi 6m Concord 8m Vält 8,2m Carrier 8,2m	7 skärig plog Harv 10m Rapid, kombi 4m Rapid, kombi 4m Vält 12m Carrier 8,2m

Förutom ovan angivna redskap ingick även 2 stycken sprutor och en konstgödnings-spridare i kalkylen, då dessa maskiner inte byttes ut eller deras användning inte ändrades i något av alternativen kommer de inte att beröras vidare.

5.1.3 Bearbetning

Inspektör Johan Jernberg har infört en växtföljd som ger bra förutsättningar för reducerad bearbetning. Ungefär en tredjedel av gårdens areal är tänkt att vara vikt för omväxlingsgrödor till spannmålsproduktionen. Lin, vårraps och ärter upptog år 2004 310 hektar av gårdens areal. Jag har i alternativen förutsatt att man sår höstsäd efter dessa grödor. Tidsbrist på hösten kan vissa år dock innebära att andra grödor kan förekomma som förfrukt till höstsäden. Förutom reducerad bearbetning till höstsäden borde även en minimerad bearbetning till omväxlingsgrödorna vara möjlig utan någon större risk för ökat sjukdomstryck.

Tabell 8: Bearbetningssystemen i alternativen. Överfarter med vält är inlagt vartannat år på höstsäden och varje år på vårsäden.

	A	B & C	D
Gröda <i>Förfrukt</i> Bearbetning	Höstsäd 310 ha <i>Lin/raps/ärter</i> 1ggr "Bryssel plog" 0,5 ggr Carrier Concorde	Höstsäd 310 ha <i>Lin/raps/ärter</i> 1ggr Kultivator 1ggr Carrier Rapid	Höstsäd 310 ha <i>Lin/raps/ärter</i> 1ggr Carrier Rapid
Gröda <i>Förfrukt</i> Bearbetning	Höstsäd 190ha <i>Spannmål</i> Plöjning 1ggr Rexus Twin Concorde	Höstsäd 190ha <i>Spannmål</i> Plöjning 2ggr Carrier Concorde	Höstsäd 190ha <i>Spannmål</i> Plöjning(15 cm) 2ggr Carrier Rapid
Gröda <i>Förfrukt</i> Bearbetning	Vårsäd 265ha <i>Spannmål</i> Plöjning 0,3ggr Rexus Twin 1,7ggr harvning Såjet	Vårsäd 265ha <i>Spannmål</i> Plöjning 0,5ggr Carrier 1ggr harvning Rapid	Vårsäd 265ha <i>Spannmål</i> Plöjning 0,5ggr harvning(höst) 1ggr harvning Rapid
Gröda <i>Förfrukt</i> Bearbetning	Lin/raps/ärter 310 ha <i>Spannmål</i> 1ggr "Bryssel plog" 0,5 ggr Carrier 1,5 ggr harvning Såjet	Lin/raps/ärter 310 ha <i>Spannmål</i> 1ggr Kultivator 1 ggr Carrier 0,5 ggr harvning Rapid	Lin/raps/ärter 310 ha <i>Spannmål</i> 2 ggr Carrier 0,5 ggr harvning Rapid

5.1.4 Skördevariationer

Skillnader i bearbetning för dom olika alternativen är små och det borde innebära att inga större skördevariationer förekommer.

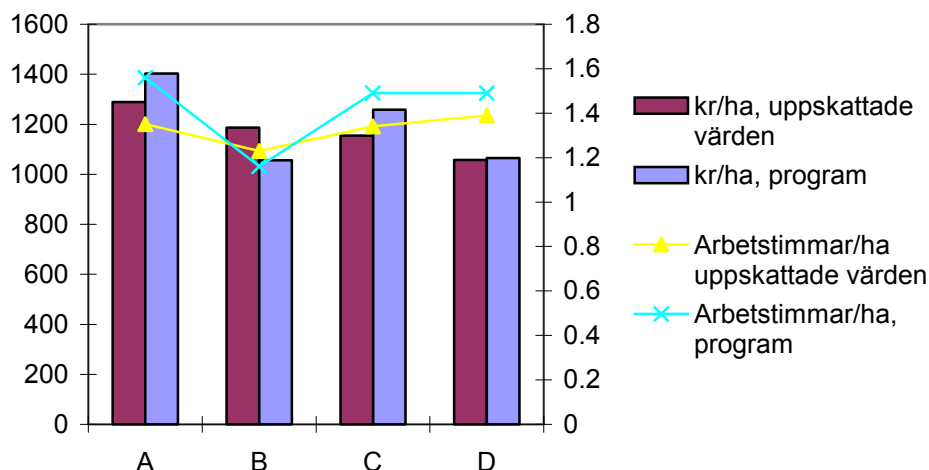
Det led som skiljer sig mest är alternativ D.

- En överfart med carrier vid sådd av höstsäd efter lin, vårraps och ärter
- 2 överfarter med carrier i stället för en gång med carrier och en gång med kultivator vid höstbearbetning till vårsådda grödor.
- Vid etablering av höstsäd efter plöjning är bearbetningsdjupet på plogen satt till 15 cm.

5.2 Resultat

Resultaten avser kostnader för bearbetningar för inlagda överfarter.

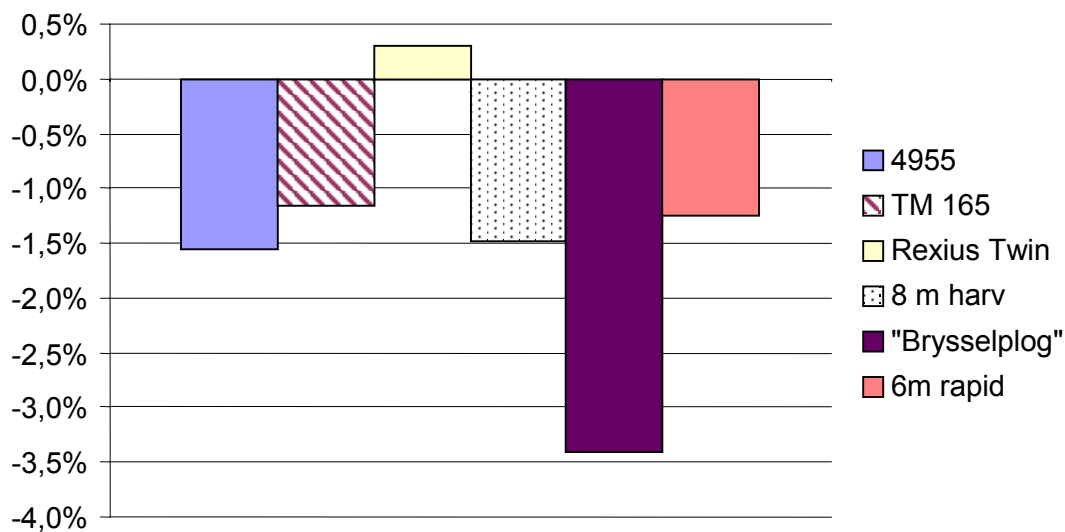
Kapacitetsuppgifter och dieselförbrukning är för bearbetningssystem A och B i enlighet med vad inspektorn på gården uppger.



Figur 8: Kostnad kr/ha och tidsåtgång (h/ha) mellan alternativen, dels beräknat utifrån antagna värden av dieselförbrukning och kapacitet och dels beräknat med hjälp av fältkapacitet och dragkraftsmätningarna.

Kostnaden för alternativen är lägre än för det nuvarande systemet(A).

Kapacitet och drivmedelsförbrukning påverkar direkt bearbetningskostnader och tidsåtgång. Jämförelse är gjord mellan inspektorns uppgifter och beräkningar med utgångspunkt från dragkraftsmätningarna och standardvärden på fältkapacitet. Skillnaden i kostnad och tidsåtgång mellan system B och C kan direkt härledas till bytet av traktor då inga andra förändringar än storleksanpassning av redskapen är gjorda. Skillnaden i kostnader mellan nuvarande systemet(A) och system B beror på ett antal förändringar. Flera förändringar gör att det kan vara svårt att se vilken påverkan varje förändring har. För att ge klarhet i hur dom olika maskinerna påverkar kostnaderna gjordes en analys med utgångspunkt från nuvarande systemet. Förändringen i kostnad som redovisas är differensen mellan nuvarande systemet och förändring med respektive redskap.



Figur 9: Kostnadsförändringar för respektive ändring.

Analysen visar att i alla fall utom för försäljningen av Rexus Twin leder förändringarna till en minskning av kostnaderna. Redovisade siffror utgår från följande antagande.

4955: Traktorn, John Deere 4955 säljs vilket leder till mer timmar på övriga traktorer. Lägre fasta kostnader per timme.

TM 165: Traktorn, New Holland TM 165 säljs vilket leder till mer timmar på övriga traktorer. Lägre fasta kostnader per timme.

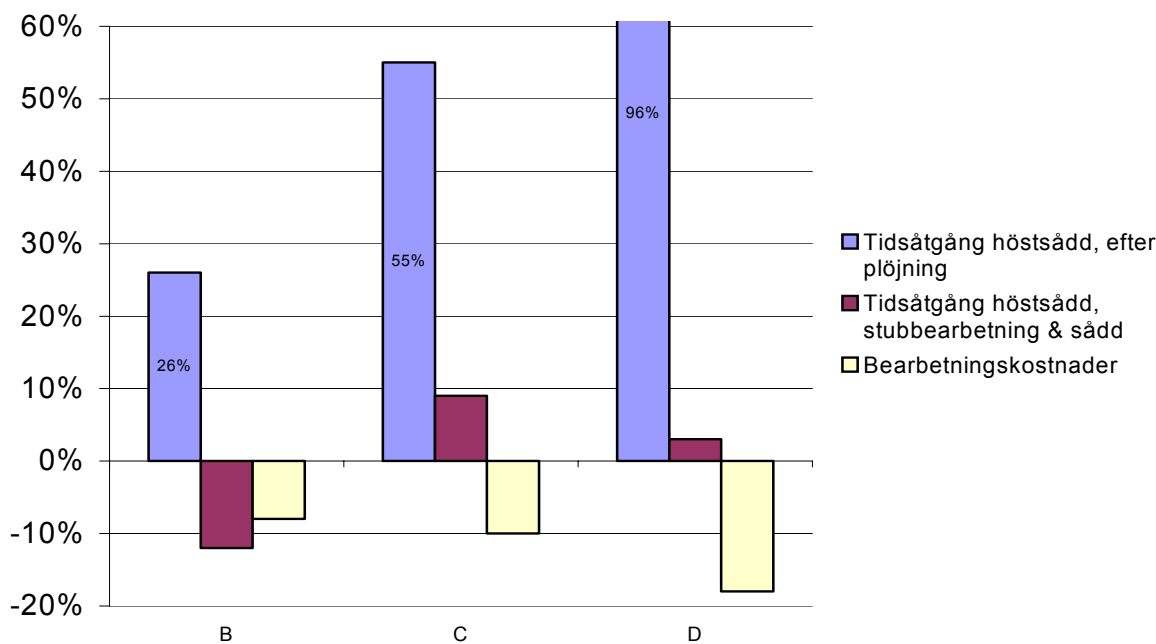
Rexus Twin: Redskapet säljs, varje överfart med redskapet ersätts med två överfarter med carrier.

8m Harv: Harven säljs vilket leder till mer timmar på 11m harven.

"Brysselplogen": Redskapet säljs, ersätts med en 10 m kultivator. Varje överfart ersätts med en överfart med kultivatoren samt en halv överfart med carriern.

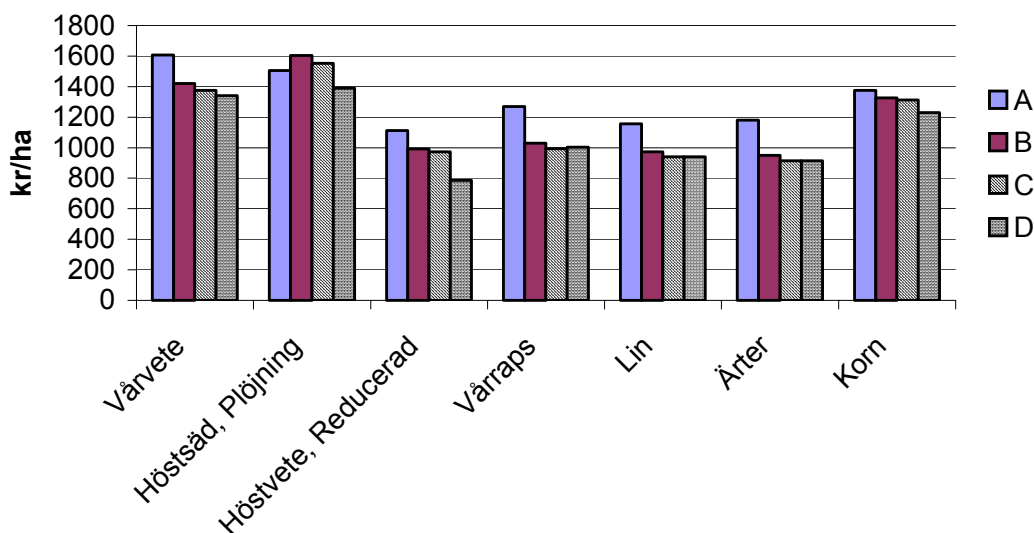
6m Rapid: Såjeten säljs och en 6m kombirapid köps in. Antalet harvningar minskar med en överfart för all areal som sås med rapidmaskinen.

För att kunna bedöma skillnaderna mellan alternativen räcker det inte med att bara titta på bearbetningskostnaderna. Vad alternativen innebär för läglighetskostnaden måste även vägas in. Innebörden av alternativen vid etablering av höstsäd framgår enligt figur 10.



Figur 10: Kapacitets och kostnadsskillnader mellan alternativen, förändring i procent jämfört med dagens system.

Figur 10 redovisar skillnaderna mellan alternativen och dagens system. Alternativet D skiljer sig från övriga alternativ genom att plöjningen sker till 15 cm djup och att etableringen av höstsäd sker efter en överfart med carriern. Tidsåtgången vid höstsådd utgår från att plöjningen inte är någon begränsande faktor, den har hunnits med de dagar tröskning ej kunnat ske.



Figur 11: Bearbetningskostnader för olika grödor.

Förutom ”höstsäd” etableras även vårraps, lin och ärtor efter plöjningsfri bearbetning (fig 11).

6 Diskussion

6.1 Dragkraftsmätningar

Marknadens stora utbud av redskapstyper och varianter gör att fullständiga mätningar på alla varianter har varit omöjliga, mätningar har genomförts för dom vanligaste redskapen. Kompletterande mätningar av billtyper på såmaskiner, olika spetsar på kultivatorer och ”brysselplogar” vore i linje med det ökade intresset för reducerad bearbetning.

Effektförbrukning mellan drivhjul och motor behöver bestämmas för traktorn som ingår i mätningarna. Resultaten av gjorda mätningar är baserade på vissa uppskattningar och antaganden. Transmissionsförbrukning, slirningsförbrukning och verkningsgrad för motorn är antingen baserade på förenklingar eller uppskattningar. Trots vissa förenklingar är den totala verkningsgraden för traktorn i linje med resultat från praktiska mätningar av de tyska maskinprovningarna, DLG. Slutsatsen blir att resultaten är fullt användbara.

6.1.1 Harv

Harvning efter stubbearbetning visade sig kräva mindre dragkraft än körning efter plöjning. Dragkraftsbehovet vid harvning var som högst vid första överfarten med harven med undantag för försöksrutorna med 40% lerhalt. Att dragkraftsbehovet minskar med antalet överfarter verkar logiskt, harven är ju ett redskap som har till uppgift att skapa en finare aggregatstruktur. Ökad andel fina aggregat i bearbetningsintervallet leder då till minskat dragkraftsbehov. Samma förklaring stämmer in på skillnaden mellan stubbearbetning och plöjning, stubbearbetning skapar mer finjord. Dragkraftsbehovet vid harvning efter kultivering påverkades av bearbetningsdjupet vid kultivering. Skillnaden kan bero på att djupare bearbetning med kultivator leder till grövre struktur som påverkar dragkraftsmotståndet samt att större andel lösgjord jord ökar rullningsmotståndet och bearbetningsdjup vid harvning.

6.1.2 Sådd

Eftersom såmaskinen med skivbillar var utrustad med förredskap krävs ytterligare mätningar med körning utan förredskap för att bestämma skillnader mellan billtyperna. Att dra några slutsatser mellan släpbillar och skivbillar är efter dessa mätningar för tidigt. Resultaten tyder ändå på att man kan förvänta sig en fördubbling av dragkraftsbehovet vid sådd med universalsåmaskin jämfört med släpbillmaskin.

6.2 Programmet

Programmet ska användas som ett hjälpmedel för att planera bearbetningssystem och investeringar i maskiner. Möjligheterna att bygga ut programmet är stora. Om transporter och anställning av arbetskraft ingår i kalkylerna ger det en bättre bild av företagets kostnader. Arbetskostnaden för jordbruket är en viktig del och större likhet mellan verklig kostnad och teoretisk är ett måste för att man ska kunna kalkylera bearbetningskostnader. Bränsleförbrukningen är ett problem då mätningar saknas på vissa redskapstyper eller behöver kompletteringar. Bearbetningsdjupet är svårdefinierat och kan orsaka missförstånd. Eftersom läglighetskostnaderna har ett

samband med maskinkostnaderna så är det en naturlig utveckling att denna kostnad ingår i framtida program.

6.3 Sjöo gods

Resultaten som programmet ger måste sättas i sitt sammanhang för att kunna utnyttjas. Programmet räknar med att personalen finns på gården när den behövs och inte kostar något under övriga delen av året. Arbetskostnaden styrs inte enbart av tidsåtgången per hektar utan även av praktiska begränsningar.

Med skörd (två tröskor, tork, lastbil) och sådd samtidigt krävs upp till fem personer med erfarenhet av respektive arbete för att allt ska fungera. Att ta in extrapersonal för dessa arbetsmoment kan naturligtvis fungera utmärkt men innebär också att man vissa år riskerar att stå utan personal med erfarenhet av arbetsuppgifterna. De här villkoren är ett stort problem för svenskt jordbruk, att betala anställd personal på vintern bara för att stå redo två månader på hösten.

Sjöo betalar redan nu en del av vinterlönerna med skogsarbete, åkeriverksamhet och snöröjning och försöker att öka inkomster under vintermånaderna.

Så länge alternativt arbete inte kan täcka hela arbetskostnaden leder det till att skillnaden i kostnad mellan att etablera vårgrödor efter plöjning eller stubbearbetning minskar. Med inköp av en universalsåmaskin räknar inspektorn med att det ska räcka med en harvning innan sådd av vårgrödor. Det leder till ökade möjligheter att vårsådden ska klaras av utan extra uttag av övertid eller anställningar av extrapersonal. Uppfylls dom här villkoren betyder det att arbetskostnaden i praktiken är lika oavsett om plöjning till vårgrödor görs eller om reducerad bearbetning tillämpas. Skulle så vara fallet borde lönekostnaden kraftigt sänkas vid jämförelse mellan plöjning och reducerad bearbetning vid sådd av vårgrödor. Detta ger en mer korrekt bild av kostnadsskillnaderna mellan alternativen.

Alternativ D med två stycken 4 meters såmaskiner kräver mer arbetstimmar per hektar. Till detta alternativs försvar ska nämnas att det är gjort så att gården ska klara av vårsådd med låga maskinkostnader och god kapacitet. Fördelen med två såmaskiner är också ett minskat logistikproblem, eftersom Sjöo har stora avstånd mellan gårdarna. Höstsådden blir vad som hinns med. För att få ner stora arealer har en minimerad bearbetning valts efter lin, ärter och raps. Tanken med alternativet är att visa på vad man får betala för att upprätthålla kapaciteten de år plöjning är nödvändigt för att lyckas med etablering av höstsäd. Är det ekonomiskt försvarbart att ha en maskinpark dimensionerad för att klara av dom värsta åren? Både höstbearbetning till vårsådd och vårbruk klaras av till minst samma kapacitet som övriga förslag. Vid regniga höstar får man räkna med att endast runt halva arealen av höstsäd som sås i dag klaras av att etableras.

Syftet med exemplet är att visa på att man kan ta fram en minimerad maskinpark som klarar höstbearbetning (plöjning och stubbearbetning) och vårsådd. Därifrån kan man bestämma hur mycket extra det kostar att etablera 50 % mer höstsäd. Direktsådd av höstgrödor?

Större andel arbete utanför gården leder till att värdet av arbetet kommer att öka för jordbruket även under sena höstar och vårbruk. Vid fortsatta rationaliseringar står sig alternativet D sämre eftersom det låser upp gårdens personal till maskiner i högre grad än andra alternativ.

Båda de två övriga alternativen har större möjligheter att utnyttja framtida arbetstillfällen utanför jordbruket.

Alternativ B är det alternativet som kräver minst arbetstimmar. Ska man satsa i den riktningen kan det vara intressant att titta på om man ska köpa 8 m varianten av rapidmaskinen direkt. 425 hk traktorn skulle dra såmaskinen vid vårbruket när både utsäde och gödning ska ner i marken. Under höstsådden behövs ingen gödning och det skulle kanske gå att upprätthålla en god kapacitet med den största konventionella traktorn, John Deere 8400. Framtida rationaliseringar kan göras genom inköp av ytterligare en 400 hk traktor, redskap finns redan. Eventuellt kan en investering i en större plog vara motiverad.

Det finns många varianter och det beror inte bara på bearbetningskostnaderna vilka maskiner som ska väljas. Inspektorn på gården har dom bästa förutsättningarna att plocka fram "rätt" maskinsystem utifrån gårdens förutsättningar. Så länge alternativa sysselsättningen inte kan ge full timmersättning under tiden för höstbearbetning (plöjning och stubbearbetning) och vårbruk kan det vara intressant att utgå från ett budgetalternativ som bara är inriktat på att klara av vårsådd och höstbearbetning.

Vad skulle merkostnaden vara för att kunna höstså dubbla arealen mot budgetalternativet ett regnigt år?

Hur mycket är det acceptabelt att kostnaden får öka för att klara av att så dubbla arealen av höstsådd efter reducerad bearbetning?

Referenser

Magnusson, M, 2004. *Dragkraftsbehov och bearbetningsresultat för olika redskap och bearbetningssystem vid höstsådd*. Meddelande från jordbearbetningsavdelningen nr 47

Saleque, U. M. & Jangiev, A A., 1990. *Optimaization of the operational parameters of a wheeled tractor for tillage operations*. Transaction of the ASEA. V.33(4), sid 1027 – 1032.

www.agriwise.org 1/2-2005, Kapitel: Maskiner

Mark F Casey & Geoffrey R. Hamilton, Kondino Group 1996. *Talking Tractors* sid 34-36

Sony Ekman, Jordbrukstekniska institutet (JTI). Kalkylprogrammet, *JTI - Maskinkalkyl* 1997.

Per-Hugo Skärvad & Jan Olsson, *Företagsekonomi 100*, 2003 sid 216-223

ASEA Standard, American Society of Agriculture Engineering, *ASEA Standard sid 363*, 1999.