

Optimala maskinsystem för skörd av ensilage med hög kvalitet

(Dnr 316/04, Projnr 0430042)

INTRODUKTION

Projektet finns redovisat i sin helhet i Rapport –miljö, teknik och lantbruk 2007:06 från Inst. för biometri och teknik, SLU. För utförligare beskrivning av projektet, metoder, resultat och diskussion hänvisas därför till Gunnarsson m.fl. (2007).

En maskinkedja med hög kapacitet är en förutsättning för skörd av vallfoder med hög kvalitet. En annan förutsättning är att skörden sker vid rätt tidpunkt, dvs. att hänsyn tas till läglighetsförlusterna. Läglighetskostnaden bestäms av skördesystemets kapacitet, skördetidpunkten samt av läglighetsfaktorn, vilken beskriver kostnaden för varje dag som skörden avviker från den dag när skördens värde är maximalt. Läglighetsfaktorer bestäms för varje skörd utifrån hur vallens avkastning och värde förändras med skördetidpunkten. Genom att addera läglighetskostnaderna till maskin- och arbetskostnaderna vid skörd av vall tas hänsyn till de kostnader som uppstår om vallens värde minskar pga. fel skördetidpunkt och begränsad skördekapacitet. Om läglighetskostnaderna inte inkluderas finns risk att skördekostnaderna underskattas och att för låg kapacitet väljs på de maskiner som används vid skörden. Tidigare studier av vallskörden, exv. Gunnarsson m.fl. (2005) visar att läglighetskostnaderna vid skörd av vall kan vara betydande och därför bör tas hänsyn till vid beräkning av skördekostnader.

Vallens värde påverkas dels av avkastningen vilken ökar när skördetidpunkten förskjuts framåt och dels av värdet per kg vall vilket minskar när näringsinnehållet sjunker med gräsets ålder. Jämfört med spannmålsgrödor som endast skördas en gång per säsong kompliceras beräkningarna för vall av att vallen skördas upprepade gånger per säsong.

För skörd av ensilage finns flera maskinsystem att välja mellan med olika för- och nackdelar. Oavsett vilket maskinsystem som väljs är målet en rationell skörd från slåtter till inlagring (Schick & Stark, 2002). Vilket system som är mest intressant beror på bland annat gårdsspecifika förutsättningar som befintlig utrustning, tillgång på arbetskraft, transportavstånd samt hur stor vallareal som ska skördas. Valet av skördesystem har stor inverkan på hur skörden genomförs och vilken arbetsinsats och arbetsintensitet som krävs.

SYFTE

Det övergripande syftet med studien är att förbättra lönsamheten för svensk mjölkproduktion genom att minska kostnaderna vid skörd av vall. En maskinkedja med hög kapacitet samt att skörden sker vid rätt tidpunkt är förutsättningar för skörd av vallfoder med hög kvalitet. Beräkningar av läglighetskostnader vilka uppstår när skörden inte genomförs vid optimal tidpunkt och med begränsad skördekapacitet var därför en viktig del av studien.

Genom att beräkna vallskördekostnader för olika maskinsystem och olika storlekar på maskinkedjan är målet med denna studie att dra slutsatser och ta fram råd för val av maskinkapacitet vid skörd av ensilage till mjölkkor. Beräkningar gjordes även av skördekostnader vid maskinsamverkan. Beräkningarna gjordes för varierande vallareal för följande fall:

- Götalands södra slättbygd och Svealands slättbygd
- Konventionell och ekologisk produktion
- Skörd med hackvagn, bogserad exakthack samt rundbalspress

MATERIAL OCH METODER

Beräkning av läglighetsfaktorer

När skörden sker efter den tidpunkt när vallens värde är maximalt händer två saker som påverkar vallens totala värde: avkastningen ökar och näringsvärdet minskar. Modellen bestod därför av två delar. En del av modellen beräknade vallens avkastning (i kg TS ha⁻¹) genom att använda en valltillväxtmodell utvecklad av Torssell m.fl. (1982) och Torssell & Kornher (1983). Den andra delen beräknade hur vallens ekonomiska värde (i kr (kg TS)⁻¹) förändrades med vallens innehåll av energi och protein. Vallens totala värde beräknades för varje dag under skördeperioden genom att multiplicera skördens avkastning med det ekonomiska värdet.

För var och en av de tre skördarna beräknades skördens värde för olika skördedagar och den skördedag som resulterade i maximalt skördevärde (i kr ha⁻¹) bestämdes. Läglighetsfaktorer (i kr ha⁻¹ dag⁻¹) beräknades genom att ta skillnaden i skördens värde mellan den dag med maximalt värde och värdet ett antal dagar senare.

Vallavkastning

Modellen för att beräkna vallens avkastning vid olika skördedatum kräver daglig väderdata samt ett antal modellparametrar beroende av geografiskt läge, vallens artsammansättning, skötselåtgärder etc., beskrivna i Torssell m.fl. (1982). Beräkningarna upprepades med dagliga väderdata för en tioårsperiod.

Modellen kan beskrivas med ekvation 1 där W_t (g (m²)⁻¹) beskriver den skördade mängden biomassa dag t beroende av mängden biomassa dag $(t-1)$. Den relativa tillväxthastigheten R_s (g g⁻¹ dag⁻¹) modifieras med ett tillväxtindex (GI) och en åldersfaktor (AGE).

$$W_t = W_{(t-1)} + W_{(t-1)} \times R_s \times AGE \times GI \quad (\text{ekvation 1})$$

Mängden biomassa vid tillväxtperiodens start samt det initiala värdet på R_s bestämdes med hänsyn till geografiskt läge, botanisk sammansättning samt skötselåtgärder såsom näringstillförsel och antal skördar per säsong. R_s -värden och initial mängd biomassa hämtades från beräkningsmodellen PCVALL (Fagerberg m.fl., 1990).

Vallen antogs bestå av en blandning av timotej och rödklöver, antogs ligga i tre år med en klöverhalt som uppskattades från fältförsök utförda av Stenberg m.fl. (2001) i Götaland och Svealand med hänsyn till vallålder och gödslingsnivå.

Vallens ekonomiska värde

Vallens värde för alla tre skördar beräknades enligt en metod utvecklad i Gunnarsson m.fl. (2005) från näringsinnehållet vid två olika skördetidpunkter i var och en av de tre skördarna.

- Regressionsanalyser från fältförsök (Fagerberg m.fl., 1990) användes för att beräkna energi- och råproteinhalternas förändring med tiden.
- Det ekonomiska värdet av de två foderkvaliteterna bestämdes genom att göra foderstater som inkluderade de två vallfodren skördade vid olika tidpunkter. Foderkostnader för hela foderstaten samt uppskattad mjölkintäkt beräknades.
- Genom att sätta den totala foderintäkten (mjölkintäkt minus foderkostnad) för varje foderstat till ett konstant värde kunde värdet av vallfodret vid de två skördetidpunkterna beräknas.
- Genom att dividera skillnaden i värde mellan de två skördetidpunkterna med antalet dagar mellan de två skördetidpunkterna kunde den dagliga värdeförändringen bestämmas.

För första skörden konstruerades foderstater för energiinnehåll av 11,0 och 10,4 MJ (kg TS)⁻¹ och med motsvarande råproteininnehåll enligt regressionskvationerna i Fagerberg m.fl. (1990). Foderstaterna för andra och tredje skörd gjordes med energiinnehållet 10,6 och 10,1 MJ (kg TS)⁻¹ för tidigt respektive sent skördat vallfoder.

Beräkning av optimala skördedagar

Eftersom skördarna påverkar varandra inbördes och exempelvis förseningar av första skörden får konsekvenser både på andra och tredje skörd beräknades de optimala skördetidpunkterna, dvs de skördedagar som resulterade i maximalt värde på skörden, utifrån Z_{tot} , summan av de tre skördarnas värde (ekvation 2). För första (1), andra (2) och tredje (3) skörd beskrivs avkastningen i kg TS ha⁻¹ av M1, M2 och M3 och värdet i kr (kg TS)⁻¹ av V1, V2 och V3. När optimal skördetidpunkt för andra och tredje skörd beräknades antogs att föregående skörd respektive skördar skett vid optimal tidpunkt.

$$Z_{tot} = M1 \times V1 + M2 \times V2 + M3 \times V3 \quad (\text{ekvation 2})$$

Läglighetsfaktorn beskriver den dagliga förändringen i skördens värde i kr ha⁻¹ dag⁻¹ och bestämdes genom att beräkna skillnaden mellan maximala skördevärdet och skördevärdet sju dagar efter att maximalt skördevärde uppnåtts.

Beräkning av skördekostnader

Skördesystemen

Beräkningarna gjordes för tre maskinkedjor med varierande storlek och kapacitet, benämnda S för den lilla maskinkedjan, M för den mellanstora maskinkedjan och L för den största maskinkedjan. I maskinkedjorna inkluderades slåtter, bärgning på fält, transport till lagring respektive ensilering samt inläggning och packning i plansilo med lastmaskin. Maskinstorlek och kapacitet för maskinkedjorna bestämdes så att förhållandet mellan pris, effektbehov och kapacitet stämde överens sinsemellan. Endast transportvolymen varierade mellan de olika maskinkedjorna i skördesystemet med hackvagnar medan både hack och transportvolym varierade mellan de tre maskinkedjorna för systemet med exakthack och två separata transportvagnar. För rundbalar antogs samma rundbalspress med integrerad inplastare i alla tre maskinkedjor och endast storleken på slåtterkrossen varierade där mellan maskinkedja S, M och L.

Den teoretiska hackkapaciteten bestämdes i denna studie med hänsyn till dragtraktorns effekt och hackselängd. Maskinens körhastighet anpassades så att den maximala teoretiska kapaciteten inte överskreds. Den praktiska kapaciteten på fältet avgör hur fort skörden fortskrider och bestämdes i denna studie med hjälp av en fälteffektivitetsfaktor från ASABE (2006b) vilken anger hur stor andel av tiden på fältet som åtgår för vändningar, överlappning mellan kördragen, kortare stopp och justeringar (Witney, 1995).

Rundbalarna hämtades med traktor och transportvagn som lastade 14 balar och kördes till gården där de lastades av och lagrades in. Baltransporten antogs inte begränsa skördens kapacitet utan balarna transporterades till gården vid annan lämplig tidpunkt med tanke på tillgång till maskinkapacitet och arbetskraft.

Maskin- och arbetskostnader

Maskinkostnaderna beräknades enligt ASABE (2006; 2006b) och inkluderade avskrivning, ränta, underhåll, skatt och försäkring, förvaring samt bränsle. Eftersom traktorer och lastmaskin även antogs användas till andra arbeten och maskinoperationer beräknades en timkostnad baserad på en årlig användning av 455h för traktorer och 420h för lastmaskinen

(Maskinkalkylgruppen, 2007). Bränsleförbrukningen bestämdes för de olika maskinerna beroende av avkastning. Arbetskostnaderna beräknades med 180 kr h⁻¹ för det antal timmar som maskinerna användes för arbete på fält eller i transport.

Läglighetskostnader

Läglighetskostnaderna bestämdes genom att använda en modellstruktur framtagen av Nilsson (1976) och använd av Gunnarsson & Hansson (2004) för att beräkna maskinkostnader och maskinkapaciteter för spannmålsodling. Läglighetskostnader kan dels uppstå på hela skördearealen om skörden inleds efter den optimala tidpunkten. Dessutom uppstår läglighetskostnader under skördens gång på den areal som ännu är oskördad. De beräknas med följande ekvation (Gunnarsson & Hansson, 2004):

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\frac{n_i - 1}{2} \right) \cdot k_i \cdot l_i \cdot n_i \quad [kr] \quad (\text{ekvation 3})$$

I formeln anger n_i det genomsnittliga antalet dagar för att genomföra skörden (inkluderat dagar som ej är tjänliga) på gröda i , m antalet grödor, k_i är den genomsnittliga skördade arealen av gröda i i ha dag⁻¹ (även den inkluderat ej tjänliga dagar), l_i är läglighetsfaktorn i kr ha⁻¹ dag⁻¹ för gröda i .

RESULTAT OCH DISKUSSION

Läglighetsfaktorer

Kostnaden för var dags försening av skörden, uttryckt som läglighetsfaktorer, för Götalands södra slättbygder (Gss) och Svealands slättbygder (Ss) i ekologisk (EKO) och konventionell (KONV) produktion framgår av tabell 1.

Tabell 1. Läglighetsfaktorer i kr ha⁻¹ dag⁻¹ med standardavvikelse inom parentes, samt i kr (kg TS)⁻¹ dag⁻¹ för Gss och Ss samt KONV och EKO

Skörd	Gss		Ss					
	kr ha ⁻¹ dag ⁻¹		kr (kg TS) ⁻¹ dag ⁻¹		kr ha ⁻¹ dag ⁻¹		kr (kg TS) ⁻¹ dag ⁻¹	
	KONV	EKO	KONV	EKO	KONV	EKO	KONV	EKO
1	81 (54)	62 (38)	0,022	0,023	60 (34)	31 (29)	0,019	0,015
2	28 (13)	26 (10)	0,006	0,009	23 (11)	19 (10)	0,007	0,009
3	20 (9)	9 (6)	0,005	0,003	14 (6)	10 (6)	0,005	0,004

Orsak till skillnaderna i läglighetsfaktorernas storlek mellan Gss och Ss samt mellan ekologisk och konventionell produktion var framför allt varierande avkastning men även att skillnaden i kvalitetsförsämring gick snabbare i konventionell produktion vilket kan bero på högre klöverhalt i den ekologiska vallen. Lägre vall- och mjölkavkastningen samt högre ensilageförbrukningen per ko i ekologisk jämfört med konventionell produktion gjorde att skillnaden mellan de studerade systemen minskade om läglighetsfaktorerna uttrycktes per kg TS eller kg mjölk producerad.

Skördekostnader

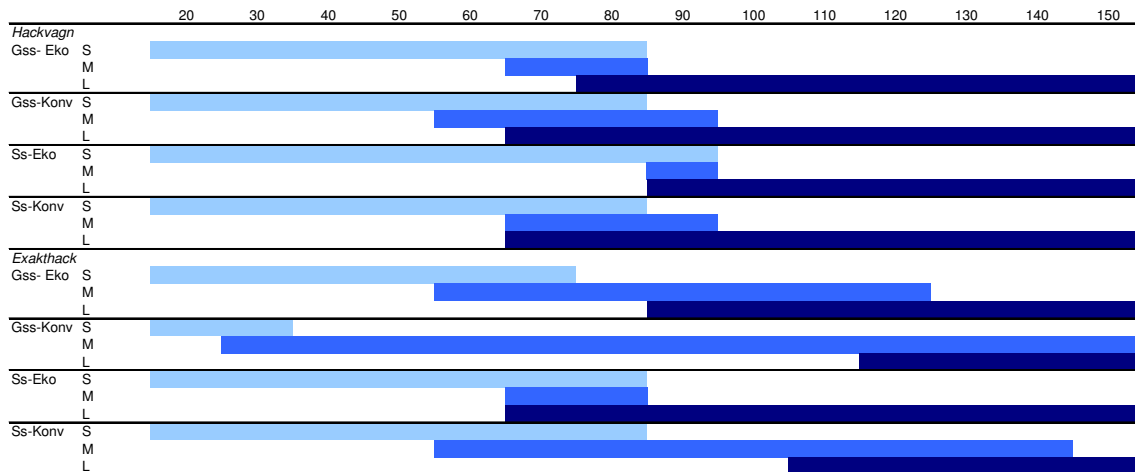
Beräkningarna av skördekostnaderna är sammanfattade i tabell 2 för Ss och inkluderade maskinkostnader, arbetskostnader och läglighetskostnader. För varje storlek på maskinkedjan redovisas den areal där respektive maskinkedja hade sin lägsta skördekostnad samt skördekostnader vid samma areal. Skördekostnader beräknades för varje maskinkedja för varierande vallareal och avsåg främst att användas för val av maskinkapacitet beroende av

vallareal. Därefter jämfördes systemen med varandra och då inkluderades även kostnader som tillkommer vid ensilering och som är relevanta att inkludera vid jämförelse mellan systemen såsom plast, uppförande av plansilo och hårdgjord yta för lagring av rundbalar samt täckning av plansilo. Kostnadsberäkningarna gjordes för ett genomsnittligt transportavstånd av 1 km samt för vallarealer i första hand mellan 20 och 150 ha.

Tabell 2. Skördekostnader för Ss för maskinkedjorna S, M och L samt den areal där respektive maskinkedja hade sin lägsta skördekostnad

Maskin-system	Area l ha	Kapa-citet ha h ⁻¹	Tot. kostnad		Maskin		Arbete		Läglighet	
			kr ha ⁻¹ år ⁻¹	kr (kg TS) ⁻¹	%	öre (kg TS) ⁻¹	%	öre (kg TS) ⁻¹	%	öre (kg TS) ⁻¹
<i>EKO</i>										
Hackvagn										
S	110	1,9	2503	0,38	54	204	33	124	13	47
M	140	2,3	2449	0,37	56	207	30	108	14	51
L	170	2,8	2299	0,34	61	208	25	87	14	50
Exakthack										
S	120	2,3	2489	0,37	49	181	40	149	11	43
M	150	2,6	2419	0,36	51	186	36	130	13	47
L	180	3,3	2245	0,34	56	188	31	104	13	45
Rundbalar										
S	80	1,8	3123	0,48	64	307	27	128	9	43
M	90	2,0	2901	0,44	64	285	26	117	10	42
L	110	2,5	2591	0,40	64	253	26	102	10	41
<i>KONV</i>										
Hackvagn										
S	90	1,8	2847	0,33	54	177	30	100	16	51
M	110	2,1	2784	0,32	57	181	27	87	16	52
L	140	2,6	2626	0,30	59	180	23	70	18	53
Exakthack										
S	100	2,2	2801	0,32	49	158	37	120	14	45
M	120	2,6	2694	0,31	52	163	33	102	15	46
L	150	3,2	2676	0,31	59	180	26	82	15	46
Rundbalar										
S	70	1,8	3452	0,41	62	254	27	108	11	45
M	80	2,0	3226	0,38	62	235	26	100	12	45
L	100	2,5	2912	0,34	61	210	26	88	13	45

Vid jämförelse mellan de tre maskinkedjorna visar figur 1 vid vilken areal varje maskinkedja resulterade i lägst skördekostnad. Eftersom det vid skörd med rundbalspress alltid var maskinkedja L som resulterade i de lägsta skördekostnaderna finns det systemet inte med i sammanställningen i figur 1. När kostnadsskillnaden mellan maskinkedjorna var mindre än 0,5 öre (kg TS)⁻¹ antogs skördekostnaderna för maskinkedjorna vara desamma. Det innebär att när maskinkedjorna i figur 1 överlappar varandra var skillnaden i skördekostnad mindre än 0,5 öre (kg TS)⁻¹.



Figur 1. Areal där maskinkedja S, M och L gav lägst skördekostnad för skördesystemen med hackvagn och exakthack.

För skörd med exakthack skiljde sig resultatet för skörd i Gss i konventionell produktion genom att maskinkedja M gav de lägsta skördekostnaderna för en stor del av de studerade vallarealerna. Kapaciteten hos den största maskinkedjan kunde inte utnyttjas i så hög grad eftersom kapaciteten för inlastning och packning inte räckte till. När skörd genomfördes med maskinkedja M däremot räckte inlastnings- och packningskapaciteten till. Resultaten blev att den billigare mindre maskinkedjan endast hade något lägre kapacitet men mycket lägre direkta maskinkostnader.

Vid rundbalspressning har studien visat att de lägsta skördekostnaderna fås med den största maskinkedjan, dvs den största slåtterkrossen eftersom rundbalspressen var densamma i samtliga maskinkedjor. Alla kostnader förutom direkta maskinkostnaden för slåtterkrossen minskade när maskinkedjan ökar från S till L eftersom skördens kapacitet ökar. Maskinkostnaden för slåtter ökade när maskinkedjan blev större men inte mycket eftersom prisskillnaden mellan slåtterkrossarna var liten och slåtern utgjorde en mindre del av maskinkostnaden.

Maskinsamverkan

För skörd med hackvagn i konventionell produktion i Ss gjordes en jämförelse mellan alternativen att två gårdar vardera med en vallareal på 50 ha har egna maskiner eller att maskinsamverkan sker mellan de två gårdarna så att en uppsättning maskiner används på 100 ha. Fastän läglighetskostnaderna ökade vid samverkan eftersom skörden pågick under fler dagar minskade de totala skördekostnaderna med 12%.

Ett alternativ till att utföra skörden med egna maskiner är att låta skörden utföras av exempelvis en maskinring. Vid arealer mindre än 100 ha utfördes skörden till lägre kostnad av maskinringen jämfört med att ha egna maskiner. Om man måste vänta i tre dagar på att maskinstationen ska komma var det billigare att ha egna maskiner redan från arealer på drygt 70 ha och uppåt jämfört med från ca 100 ha om skörden utfördes vid optimal tidpunkt.

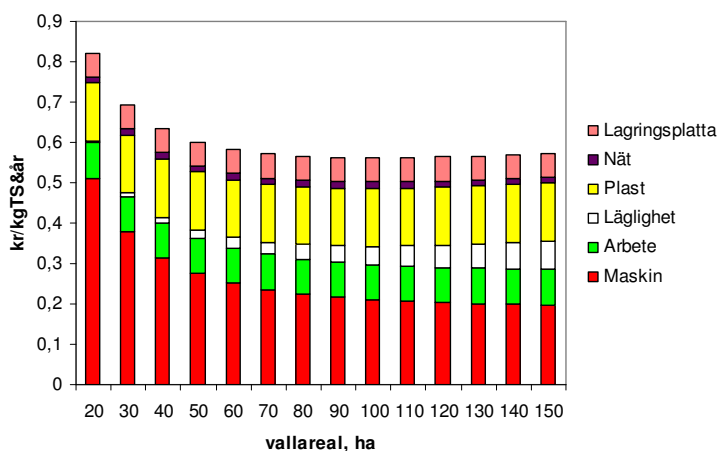
Jämförelse mellan skördesystemen

För en rättvis jämförelse mellan skördesystemen med ensilering i plansilo eller i rundbalar adderades kostnaderna för ensilering till skördekostnaderna. I tabell 3 summeras kostnaderna för skörd och ensilering för skörd med maskinkedja M vid 70 ha vall i konventionell produktion och 90 ha vall i ekologisk produktion.

Tabell 3. Kostnader för skörd och ensilering med maskinkedja M för de studerade systemen vid 70 ha vall i konventionell produktion respektive 90 ha i ekologisk produktion

Kostnader kr (kg TS) ⁻¹	KONV			EKO		
	Hackvagn	Exakthack	Rundbalar	Hackvagn	Exakthack	Rundbalar
Maskin	0,22	0,20	0,24	0,24	0,22	0,28
Arbete	0,087	0,10	0,10	0,11	0,13	0,12
Läglighet	0,031	0,025	0,039	0,031	0,026	0,042
Skördekostnader	0,34	0,33	0,38	0,38	0,38	0,44
Plast & nät			0,16			0,16
Plansilo/platta	0,19	0,19	0,06	0,19	0,19	0,06
Täckning plansilo	0,03	0,03		0,03	0,03	
Skörd+ ensilering	0,56	0,55	0,60	0,60	0,60	0,66
Lagring- och ensileringsförluster, % av TS	17	17	7	17	17	7
Skörd+ ensilering inkl förluster	0,67	0,66	0,65	0,72	0,72	0,71

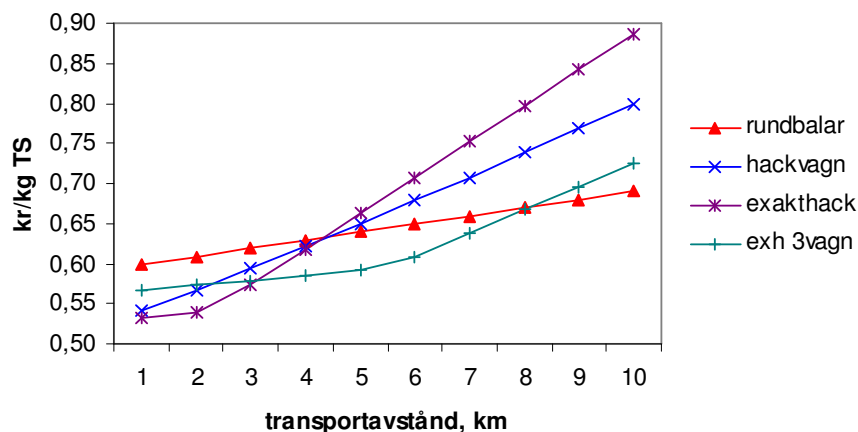
I figur 2 visas hur skörde- och ensileringskostnaderna varierar med vallarealen. Vid små arealer hade maskinernas kapitalkostnad stor betydelse för den totala skördekostnaden. Maskinkostnaderna räknat per kg eller per ha skördad vall minskade med ökande areal eftersom maskinernas årliga användningstid ökade. Läglighetskostnaderna i sin tur ökade med ökande vallareal eftersom skörden tog längre tid att genomföra. Arbetskostnaderna per kg TS var oberoende av skördad vallareal. I likhet med arbetskostnaden var plastkostnaden per ha eller kg TS vid skörd med rundbalspress oberoende av vallarealen med följd att skördar vid större arealer var mer känsliga för kostnadsförändringar jämfört med små vallarealer. Eftersom läglighetskostnaderna ökade med ökande areal samtidigt som maskinkostnaderna minskade med ökande areal hade varje maskinkedja en areal där skördekostnaderna var som lägst. Den arealen uppnåddes när de ökande läglighetskostnaderna vägde upp minskningen av maskinkostnaderna.



Figur 2. Skörde- och ensileringskostnader med rundbalspress med maskinkedja L för varierande vallareal i konventionell produktion i Ss

Skörde- och ensileringskostnaderna för de studerade skördesystemen påverkas olika av ökat transportavstånd. Vid långa transportavstånd är det enligt Schick & Stark (2002) fördelaktigt

ur kostnadssynpunkt att separera skörd och transport dvs. låta skörd och transport ske med olika maskiner. Detta stämmer överens med resultatet från denna studie där hackvagnen gav låga skördekostnader vid en km transportavstånd medan den förlorade i konkurrenskraft jämfört med de andra skördesystemen när transportavståndet ökade. Rundbalarna förlorade inte i skördekapacitet när transportavståndet ökade eftersom transporten inte behövde ske under skörden. Vid transportavstånd mindre än fyra km resulterade skörd med exakthack samt hackvagn i lägre skörde- och ensileringskostnader jämfört med rundbalssystemet (Figur 3). Upp till tre km transportavstånd var systemet med exakthack och två transportvagnar billigare än att använda tre vagnar. Från 4 km transportavstånd var det endast exakthacken med 3 vagnar som kunde konkurrera med rundbalssystemet.



Figur 3. Skörde- och ensileringskostnader vid varierande transportavstånd vid skörd av 90 ha med maskinkedja M i konventionell produktion i Ss.

GENERELLA SLUTSATSER OCH RÅD

De läglighetsfaktorer som tagits fram i denna studie är även användbara i kommande studier för beräkning av läglighetskostnader för olika vallskördesystem.

Det är viktigt att ha kunskap om vilken dag som skörden har sitt maximala värde eftersom en försenad start av skörden ökar läglighetskostnaderna oberoende av skördekapacitet. Eftersom första skörden har högst läglighetskostnader är det viktigast att undvika att första skörden försenas. Där finns också mest att vinna på att minska läglighetskostnaderna genom att öka skördens kapacitet.

Om hänsyn inte tas till läglighetskostnaderna underskattas skördekostnaderna och risken finns att för låg skördekapacitet väljs. Betydelsen av att inkludera läglighetskostnaderna vid beräkning av skördekostnaderna och vid val av maskinkapacitet ökar ju större vallareal som ska skördas.

Läglighetsfaktorerna är när de uttrycks per ha vall högre i Götalands södra slättbygder jämfört med Svealands slättbygder samt högre i konventionell jämfört med ekologisk produktion. Om de istället uttrycks per kg TS eller per producerad kg mjölk är läglighetsförlusterna ungefär lika stora eller högre i ekologisk vallproduktion eftersom vall- och mjölkavkastningen då är lägre samtidigt som grovfodergivan är högre.

Plasten står för en stor andel av skörde- och ensileringskostnaderna för rundbalar och i likhet med förändringar i läglighets- och arbetskostnaden får förändrat plastpris större effekt på

totala skörde- och ensileringskostnaden vid skörd av stora vallarealer eftersom de då svarar för en större andel av de totala kostnaderna.

Generellt sätt ger den minsta skördekedjan lägsta skördekostnader upp till ca 60 ha vall. I intervallet 60-90 ha vallareal är kostnadsskillnaden mellan de olika maskinkedjorna små och val av maskinstorlek inverkar inte stort på skördekostnaderna. Den största maskinkedjan ger lägst skördekostnader när vallarealen överstiger ca 90 ha.

Hög slätterkapacitet är ett billigt sätt att öka skördekapaciteten - åtminstone så länge inte den högre skördekapaciteten begränsas av inläggnings- och packningskapaciteten i plansilo.

När transportavståndet och vallarealen ökar, ökar även skillnaden i skördekostnad mellan olika maskinkedjor och maskinsystem. Det är alltså viktigare att välja rätt maskinkapacitet och maskinsystem vid stora vallarealer och långa transportavstånd.

Av de studerade systemen har skörd med rundbalar minst och skörd med exakthack störst behov av arbetskraft. Den högre skördekapaciteten för skörd med exakthack gör dock att skörden går snabbare och skillnaden i arbetsbehov mellan systemen räknat i man-timmar är mindre. Om arbetskraft saknas för något moment i skörden leder det till kostsamma väntetider, reducering av skördens kapacitet samt ökade skördekostnaderna.

Vid korta transportavstånd (1 km) har skörd med hackvagn och exakthack lägst skörde- och ensileringskostnader. Exakthack med två eller tre transportvagnar ger de lägsta kostnaderna vid 2-7 km transportavstånd. Vid längre transportavstånd är skörd med rundbalar det billigaste skördesystemet av de som undersökts i denna studie.

Eftersom transporten inte behöver ske under skörden så förlorar inte rundbalarna i skördekapacitet när transportavståndet ändras. Det gör däremot hackvagn och exakthack eftersom transportkapaciteten minskar när transportavståndet ökar. Rundbalar är ett intressant alternativ om vallarealen ska utökas med fält långt ifrån gården och plansilo för ensilering av den extra arealen saknas.

Om hänsyn tas till att förlusterna av TS under ensilering och lagring är lägre vid ensilering i rundbalar jämfört med i plansilo gör det att skörde- och ensileringskostnaderna för skörd med rundbalar är något lägre jämfört med skörd med hackvagn och exakthack.

Maskinsamverkan är ett bra sätt att sänka skördekostnaderna, framför allt vid små vallarealer, eftersom ökad årlig användning av maskinerna sänker maskinkostnaderna och gör att större maskiner med högre kapacitet kan användas. För att undvika höga läglighetskostnader är det dock viktigt att skörden inleds vid rätt tidpunkt. Vid vilken vallareal egna maskiner lönar sig är beroende av maskintaxan och skördetidpunkten.

PUBLIKATIONER OCH RESULTATFÖRMEDLING

Institutionsrapport –miljö, teknik och lantbruk 2007:06 från Inst. för biometri och teknik, SLU (se referenser Gunnarsson m.fl. 2007).

AgEng 65th International conference on Agricultural Engineering, Hannover 9-10/112007, Presentation: Machine capacities and costs for silage harvest in Swedish milk production.

EGF 2008 Uppsala. Posterpresentation: Effects of climate and cutting delays on timeliness losses in silage harvest.

Svensk Mjölks rådgivarsajt och lantbrukarsajt.

Faktablad från SLU; Fakta Jordbruk.

Artikel i branschtidning, journalist på Lantmannen är kontaktad.

REFERENSER

- ASABE. 2006. Agricultural Machinery Management. ASAE EP496.2 FEB2006. St. Joseph, Michigan, USA. 385-390.
- ASABE. 2006b. Agricultural Machinery Management Data. ASAE D497.5 FEB2006. St. Joseph, Michigan, USA. 391-398.
- Fagerberg B., Torssell B. W. R. & Nyman P. 1990. Summary: Users manual for the computer programme PCVALL. Part III: Model description with biological- physical background. Växtodling 21, Inst. för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Gunnarsson C. & Hansson P.-A. 2004. Optimisation of field machinery for an arable farm converting to organic farming. *Agricultural Systems* **80**: 85-103.
- Gunnarsson C., Spörndly R. & Hansson P.-A. 2005. Timeliness Costs for Silage Harvest in Conventional and Organic Milk Production. *Biosystems Engineering* **92**(3): 285-293.
- Gunnarsson C., Spörndly R., Rosenqvist H., Sundberg M. & Hansson P.-A. 2007. Optimering av maskinsystem för skörd av ensilage med hög kvalitet. Rapport- miljö, teknik och lantbruk 2007:06 Inst. för biometri och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Maskinkalkylgruppen. 2007. Maskinkostnader 2007, underlag och kalkylexempel på timkostnader för lantbruksmaskiner. LRF Konsult Linköping, Hushållningssällskapet Malmöhus.
- Nilsson B. 1976. Planering av jordbrukets maskinsystem- Problem, modeller och tillämpningar. Rapport Nr 38, Inst. för arbetsmetodik och teknik, lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Schick M. & Stark R. 2002. Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen zur Raufutterernte. FAT-Berichte Nr. 588, Eidgenössische Forschungsanstalt fuer Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon TG, Schweiz.
- Stenberg M., Nilsson-Linde N. & Tuvevesson M. 2001. Vitklöver i tvåskördesystem. I: Vallbaljväxter- senaste nytt från odlingsförsöken. Rapport nr. 7: 8-16, Fältforskningsenheten, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Torssell B. W. R. & Kornher A. 1983. Validation of a Yield Prediction Model for Temporary Grasslands. *Swedish Journal of Agricultural Research* **13**: 125-135.
- Torssell B. W. R., Kornher A. & Svensson A. 1982. Optimization of parameters in a yield prediction model for temporary grasslands. Rapport 112. Inst. för växtodling, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Witney B. 1995. *Choosing and Using Farm Machines*, Land Technology Ltd, Scotland UK.