



Examensarbete inom Lantmästarprogrammet

PRESSNING OCH HANTERING AV HALM SOM ENERGIRÅVARA

BALING AND HANDLING OF STRAW FOR ENERGY PURPOSE

Robert Knutsson

Examinator: Torsten Hörndahl

**Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för Jordbruksteknik**

Alnarp 2006

FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en två-årig högskoleutbildning vilken omfattar 80 p. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t ex ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 5 veckors heltidsstudier (5 p).

Studien har genomförts på uppdrag av institutionen för LT tillsammans med Lunds energi och LRF. Lunds energi projekterar en nybyggnad av ett biobränsleeldat energiverk som ska värma upp och förse delar av Lund med elektricitet.

Ett varmt tack riktas till Min examinator Torsten Hörndahl och Sven-Erik Svensson som kommit med idén med detta examensarbete samt bidragit med tips och idéer under arbetets gång. Sven-Erik har även varit till hjälp vad det gäller kalkylerna. Tack till Bertil Göransson från LRF:s kommungrupp i Lund, Partnerskap Alnarp för deras seminarier om biobränslen som anordnas på Alnarp, Norrviddinge maskinstation och Svalövs värmeverk som tagit sig tid att svara på frågor och visat mig runt under mina studiebesök och Angelika Blom som har hjälpt till att hitta olika intressanta personer att intervjua.

Alnarp maj 2006

Robert Knutsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	2
SAMMANFATTNING.....	3
SUMMARY	4
INLEDNING	5
LITTERATURSTUDIE.....	6
VILKA OLIKA SORTERS PRESSAR FINNS DET?	6
<i>Småbalspressar</i>	6
<i>Rundbalspressar</i>	6
<i>Fyrkantspressar</i>	8
FINSNITTAGREGAT	10
INSAMLING AV PRESSEADE BALAR FRÅN FÄLT TILL FÄLTKANT.....	10
OLIKA TILLVÄGAGÅNGSSÄTT FÖR ATT TRANSPORTERA BALAR TILL FÄLTKANT	11
<i>Insamling med lastmaskin</i>	11
<i>Lastmaskin, traktor och balvagn</i>	11
<i>Automatisk balsamlingsvagn</i>	11
<i>Självgående balsamlingsmaskiner</i>	12
<i>Balsamlingsvagn efter press</i>	13
TRANSPORTKAPACITETEN.....	14
<i>Gripustrustning till lastare</i>	15
<i>Balspjut</i>	15
<i>Klämmor</i>	15
<i>Grip med klor</i>	16
SKÖRD OCH LAGRING AV HALM	16
<i>Väderförhållande</i>	16
VATTENHALT	17
TRANSPORT OCH HANTERING AV BALAR FRÅN FÄLTKANT TILL MELLANLAGRINGSPLATS.	18
MATERIAL OCH METOD	20
KALKYLER.....	20
<i>Förutsättningar för kalkyler</i>	20
RESULTAT.....	22
DISKUSSION.....	24
SLUTSATS.....	26
REFERENSER	27
<i>Muntliga</i>	28
BILAGA 1, SAMMANFATTNING AV KALKYLERNA	
BILAGA 2, ARBETSPRINCIP FÖR BIG BALE NORTH, BALSAMLINGSVAGN	

SAMMANFATTNING

Lunds Energi projekterar för att bygga ett kraftvärmeverk i Örtofta som ligger utanför Lund. Kraftvärmeverket kommer att förbruka 60 000 ton halm per år. Examensarbetet går ut på att hitta ett rationellt och kostnadseffektivt sätt att bärga halm. Arbetet tar upp olika pressar som finns på marknaden samt olika system för halmhantering.

Enligt kalkylerna blir stora fyrkantsbalar det billigaste alternativet för halm som ska pressas för förbränning. Dessa balar kan fås i den längd som önskas för att kunna optimera transporten av balar på exempelvis ett lastbilssläp. Transportkapaciteten beror främst på transporthastigheten, avståndet och lassvikten. För att höja transportkapaciteten krävs högre densitet i balarna och större lass. Trafikreglerna begränsar dock storleken på halmtransporterna till bredden 2,60 meter, höjden 4,50 meter och maxlängden 24 meter.

Resultaten i mina kalkylberäkningar stämmer överens med liknande litteratur som jag har studerat. Vissa maskiner har blivit något billigare per kg TS än vad viss litteratur visar men andra har blivit dyrare per kg TS enligt annan litteratur så jag anser beräkningarna relativt tillförlitliga.

Halmen är fullt lagringsbar vid en vattenhalt på 18 % men de flesta halmeldningsanläggningar accepterar en vattenhalt på 20 %. I Malmöområdet finns 55 dagar i medeltal per år att bärga halmen vid en vattenhalt under 18 %. Halmagringen sker först vid fältkant och sedan på en mellanlagringsplats innan halmen når halmpannan. Det finns en mängd olika system för att samla in balarna från fält till fältkant. Enligt kalkylerna i arbetet blir en traktor med automatisk balvagn det mest kostnadseffektiva systemet för insamling av större mängder balar. Systemet blir billigast eftersom en person sköter både insamling av balar på fält, lastning och stackning av halmbalarna utan hjälp av lastmaskin.

Att hantera halmen är dyrt. Varje gång man rör vid balen med en maskin kostar pengar. Det är viktigt att reducera antalet omlastningar och vara så rationell som möjligt i hanteringen. Att använda balklämma istället för balspjut höjer lastmaskinens effektivitet betydligt när det gäller lastning av balar som är placerade i stackar till lastning av exempel lastbilssläp. Att använda balsamlare efter fyrkantspressen sparar in mycket tid då man kan lägga av balarna vid fältkanten istället för att åka och samla balar med lastmaskin på fältet.

Min slutsats blir:

- Halm i stora fyrkantsbalar blir det bästa och billigaste alternativet för storskalig pressning av halm till halmeldning.
- Traktor och automatisk balvagn är det mest ekonomiska alternativet för insamling av stora volymer rundbalar och fyrkantsbalar.
- Transportkapaciteten kan ökas genom balarnas densitet ökas. Större halmlass vid transport vore önskvärt men begränsas idag av trafikreglerna.
- Press med snittverk blir dyrare än press utan snittverk trots fler timmar/år

SUMMARY

I've tried to find the most effective and cost effective way to harvest straw for energy recovery.

You can choose between round bales and big square bales. Square bales are the cheapest way to produce straw for fuel recovery because you can optimize the length of the bales so they fit the transportation equipment.

In the Malmö area the average days of harvesting hay is 55. The effectiveness of transportation depends mostly of the speed, the distance and density of the bales. To increase the capacity of bale transportation larger loads and higher density of the bales is necessary. The traffic rules limit the size of the transportation vehicles. Straw is fully storable with a humidity of 18 % but the most straw power plants accepts a humidity of 20 %. The most contract hay harvesting company's stops baling at a humidity of 19 %.

The storage of the bales is first on the field and later on a bigger storage area. There are plenty of systems to choose between when collecting bales from the field to the storage area. The cheapest way for collecting bales from field to the storage area on the field is with a tractor and an automatic bale collector. The system is cheapest because there is only one man required for collecting and stacking. No Wheel loader is necessary in this system.

Handle the straw are expensive. Each time you move a bale the bale-cost rise. It's important have an effective handling of the bales and reduces the number of times the bales will be removed to lower the cost of bale handling.

The wheel loader gets more effective if it's equipped with a bale squeeze then a bale spear during truck loading. If the baler is equipped with a bale collector you save a lot of time during bale handling, you don't need to collect the bales with a wheel loader on the whole field because the bales are automatically collected on the field's turning point.

Conclusions:

- Big square bales are the cheapest and the best way to produce hay bales.
- Tractor and automatic bale collector are the most economic way to collect a big number of round bales and square bales.
- To increase the capacity of bale transportation larger loads and higher density of the bales is necessary.
- Balers equipped with cutting section are more expensive than regular balers even when it's used more hours per year

INLEDNING

Med de ökande kostnaderna för uppvärmning har många nya uppvärmningssystem uppkommit de senaste åren. Lunds energi projekterar nu för att bygga ett stort kraftvärmeverk vid Örtofta som ska förse Lund med hetvatten för uppvärmning i ett centralvärmesystem. Kraftvärmeverket ska eldas med förnyelsebara energikällor, dels med flis och även med övriga energigrödor. Kraftvärmeverket kommer att producera både hetvatten och elektricitet.

Ett halmeldat värmeverk skulle kunna utnyttja en stor del av halmen som finns i området och ett ganska stort antal arbetstillfällen skulle kunna skapas. Fördelen med de närodlade energigrödorna är att de återskapas varje år, de behöver inte fraktas runt halva jordklotet som vilket är fallet med oljan, det finns heller ingen risk för några större miljökatastrofer, läckage etc. vid förbränning av energigrödor.

Målet med detta arbete är att ta reda på hur man skördar energibränslen på ett effektivt sätt. Vilka slags maskiner som finns tillgängliga samt göra kalkyler på olika maskinkedjor.

Syftet med examensarbetet är att få insyn i skördesystemen och de olika halmhanteringssystem som finns att tillgå samt att hitta ett så rationellt och kostnadseffektivt halmbärgningssystem som möjligt. Kraftvärmeverket kommer att göra av med en mycket stor mängd halm, Bertil Göransson på LRF:s kommungrupp i Lund beräknar kraftvärmeverket kommer att förbruka 60 000 ton halm per år. Det gäller att hitta ett bra system som gör pressning och halmhantering mycket effektiv pga. att säsongen för halmpressning är relativt kort i Sverige.

Jag kommer att koncentrera mig på skördetekniker framförallt vad det gäller halm eftersom detta i dagsläget är det bränsle som verkar vara aktuellt att elda i kraftvärmeverket. Jag begränsar detta arbete till pressning och hantering av balarna på fält till fältkant samt från fältkant till mellanlagringsplats.

Arbetet fokuserar på teknik och ekonomi inom halmpressning och halmhantering.

LITTERATURSTUDIE

VILKA OLIKA SORTERS PRESSAR FINNS DET?

Man delar oftast in halmpressarna i 2 olika huvudgrupper: Rundbalspressar och fyrkantpressar. Fyrkantpressarna delas in i 2 undergrupper: småbalspressar och storbalspressar.

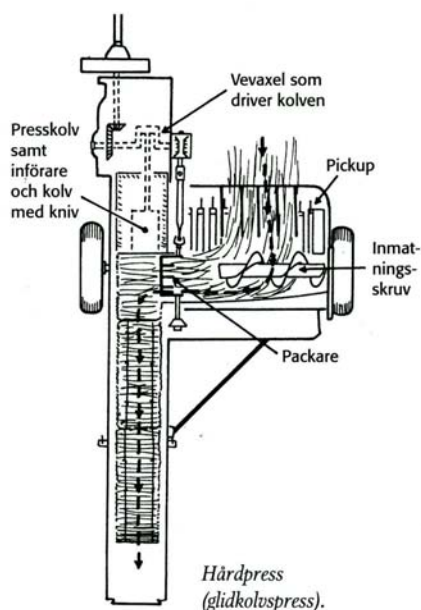
Småbalspressar

Småbalspressarna delas in i svängkolvspresar och glidkolvspresar.

Svängkolvspresarna gör balar av lös eller mediumtyp med en densitet på ca 50 kg/m³.

Denna typ av pressar ger balar med en otymplig form och existerar knappast längre.

Hårdpressarna är numera vanligare. Pressen är försedd med en kniv som skär av materialet vid varje kolvslag. Presstrycket är 2-3 bar. Balar som är pressade med en glidkolvspres får en densitet mellan 90-135 kg/m³. (Nilsson, 1991)



Figur 1: Bilden visar funktionen hos en glidkolvspres för småbalar. (Sörkvist m.fl., 2000)

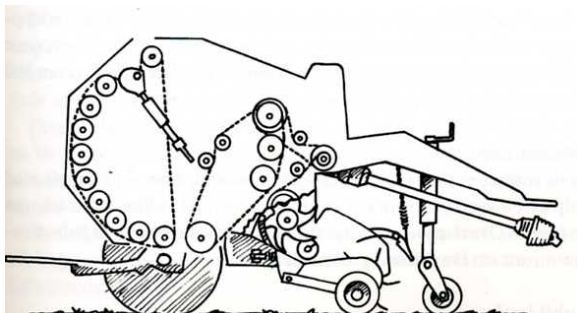
Rundbalspressar

Rundbalspressarna började användas i USA i början av 1970-talet. Det tog till mitten av 1970-talet innan rundbalspressarna började användas i Europa. (Neuman, 2001)

Rundbalar finns av 2 huvudtyper. Fixkammarpresar och flexkammarpresar.

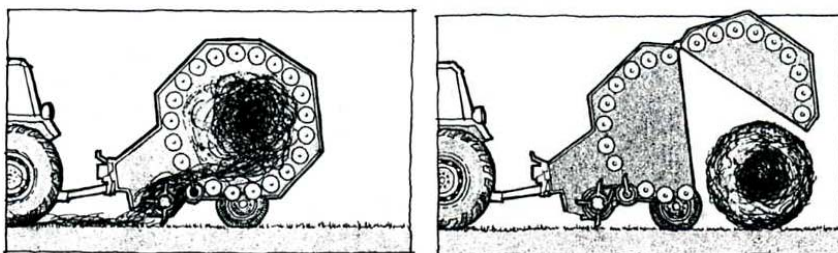
Flexkammarpresen har en flexibel pressvolym. Materialet formas och pressas till en cylinder redan från början, det inmatade materialet läggs på balen i skikt som pressas efterhand. Detta

gör att densiteten blir ganska hög och likartad genom hela balen. (Neuman, 2001) Rullen blir pressad från mitten och ut till manteln. Balens diameter och densitet kan varieras i dessa typer av pressar. (Nilsson, 1991) Balarnas diameter varierar mellan olika fabriker. Till exempel finns det pressar som kan variera diametern mellan 0,6 till 1,8 meter. (Neuman, 2001) När transport och lagringsekonomi prioriteras för t.ex. halm till värmeverk är flexkammartypen att rekommendera eftersom packningsgraden i dessa balar är högre. (Nilsson, 1991)



Figur 2: Bilden beskriver funktionen hos en fixkammarpres. Halmen pressas från centrum av pressen tills önskad storlek erhålls. Densitet blir jämn i hela balen. (Sörkvist m.fl., 2000)

Fixkammarpresen har en fixerad pressvolym där rullen pressas först när kammaren på pressen blir full. Balens kärna blir lös medan ytskiktet blir hårt pressat. (Nilsson, 1991) Materialet till en ny bal rullar runt i pressen med 20 till 30 varv per minut medan pressen fyller presskammaren. Först när presskammaren är full med material börjar sammanpressningen som sedan fortgår undertiden mer material matas in. Detta möjliggör pressning av lösa balar om så önskas. Möjligheten att få höga volymvikter blir dock begränsad. (Neuman, 2001)



Figur 3 & 4: Bilderna beskriver funktionen hos en fixkammarpres. Halmen pressas först när kammaren är full. Detta ger balar med lös kärna. (Sörkvist m.fl., 2000)

Nyare rundbalspressar har en bruttokapacitet på 8,2 ton/timma. Nettokapaciteten ligger dock på 13,6 ton/timma. Den stora skillnaden mellan brutto och nettokapaciteten beror på att pressen måste stanna vid bindning av balen. Densiteten på balarna på nyare rundbalspressar är 121 kg/m³. (Nilsson, 1991)

Enligt Hadders & Nilsson (1993) var densiteterna i balarna bestående av halm relativt jämna från bal till bal när de var pressade under samma förutsättningar. Hadders & Nilsson (1993) rapporterar att densiteten i rundbalar troligtvis är lägre pga. att den nominella skärlängden är avsevärt större.

Balarna kan bindas med snöre eller nät. Åtgången av snöre är 60 % mindre per viktenhet halm än åtgången vid småbalspressning. (Bernesson & Nilsson, 2005) Vid användning av nät istället för snöre kan kapaciteten ökas med 30 %. Då blir tiden som pressen står stilla vid knytning endast en tiondel jämfört med om balen skulle lindas med snöre. Nackdelen med nät är att kostnaderna stiger markant i jämförelse med snöre. Detta gör att nätet passar bäst för maskinstationer mm. som kan utnyttja den högre kapaciteten och på det viset sänka sina maskinkostnader. (Nilsson, 1991)

Balarnas bindningstid har under senare år kunnat minskas från 0.73 minuter/ bal till 0.38 minuter/bal. (Bernesson & Nilsson, 2005) John Deere har nu utvecklat en ny typ av system för lindning av snöre kring halmbalar. Pressen har 2 armar som fördelar snöret jämt över hela balen. Detta gör att lindningen endast tar 15 sekunder eller 0,2 minuter/bal. Systemet finns på John Deeres nya fixkamarpressar och ska enligt John Deeres hemsida vara marknadens snabbaste system för lindning av rundbalar. (Deere & Company, 2006)

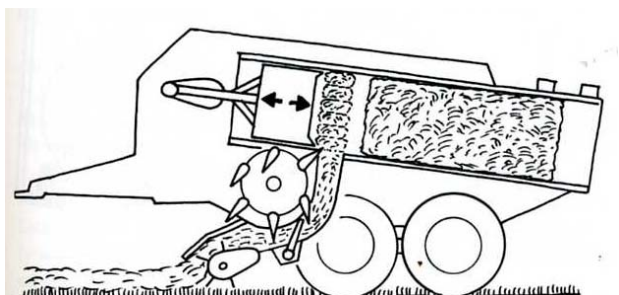
Welgers rundbalspress RP 520 är för tillfället den största rundbalspressen i Europa. Den kan pressa balar med hög densitet och med en diameter upp till 2 meter. (Vernersson, 2006) Dessa flexkammerspressar pressar upp till 600 kilogramms halmbalar. (Welger Maschinenfabrik GmbH, 2006)

En vanlig storlek på fixkamarpressarnas balar är en diameter på 1.20 meter. (Pers. medd. Pilhemmer, 2006)

Fyrkantpressar

Den första storbalspressen för rektangulära storbalar tillverkades i USA av Howard år 1972. De första storbalspressarna kom till Europa 1978. Försäljningen av storbalspressarna gick trögt i början. Under de första 10 åren fanns endast ett fåtal maskiner i Sverige. Sedan tog försäljningen av dessa pressar rejäl fart. En stor fördel med fyrkantpressarna är att man kan anpassa balarnas mått och längd så att man kan optimera transporterens lastkapacitet. (Bernesson & Nilsson, 2005)

Halmen tas in genom pickupen och transporteras med hjälp av skruvar till inmatningen. Matningsmekaniken skjuter upp materialet i en vertikal cylinder vilken är försedd med ett rörligt stopp. I detta läge förkomprimeras halmen. När presskolven är i sitt främre läge flyttas stoppet så den förkomprimerade halmen kommer in i presskanalen varefter presscylindern pressar materialet till den nya balen. Dessa moment sker kontinuerligt med en hastighet av cirka 50 kolvslag per minut. När balarna nått den inställda längden startar knytningen och balen binds ihop av 4 eller 5 snören. (Neuman, 2001)



Figur 5: Bild som beskriver funktionen hos en fyrkantspress. (Sörkvist m.fl., 2000)

Det finns många olika fabrikat av stora fyrkantspressar. De största pressarna på marknaden är inte utrustade med finsnittverk. Claas och John Deere tillverkar pressar som ger ett balmått på 50 x 80 x 2,50. Balarna får en vikt på 200 kg per bal. Pressarna har snittaggregat som går att koppla till och från.

Hadders & Nilsson (1993) har i en undersökning kommit fram till att en fyrkantspress av typen Hesston 4800 har en genomsnittskapacitet på 17,9 ton/timma. På de senare åren har kapaciteten på fyrkantspressarna ökat markant. Söderberg & Haak uppger att deras nya New Holland och Massey Fergusonpressar som tillverkas i Hesstonfabriken har en kapacitet på 1 bal per minut vid bra förhållanden. Detta ger en kapacitet på 30 ton per timma. Intresset för Hesstonbalarna har stadigt ökat för att de dels är lätta att transportera och lagra. Hesstonpressarna har även en hög presskapacitet. Densiteten på balarna mellan 110-190 kg/m³, men det vanligaste är 130-140 kg/m³. (Bernesson & Nilsson, 2005) Hesstonbalar är den vanligaste sortens balar som värmeverk tar emot. En vanlig storlek som på fyrkantsbalarna som levereras till värmeverk är 1,2 x 1,5 x 2,50 meter (Pers. medd, Leire & Nilsson, 2006)



Figur 6: New Holland 980 press som pressar balstorleken 1,2 x 1,5 x 2,50 meter. Ett mycket vanligt mått för balar vid halmeldning. (Foto: New Holland, odaterad)

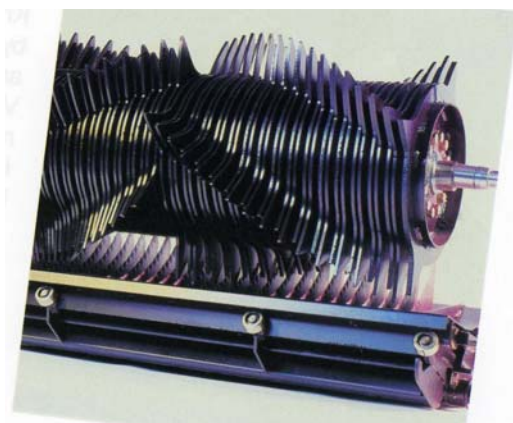
FINSNITTAGGREGAT

För att få en högre densitet i halmbalarna kan ett finsnittaggregat monteras på halmpressen. Detta gör att man kan använda pressarna för både halmpressning och ensilagepressning. På detta sätt kan man utnyttja pressen fler timmar per säsong.

Snittaggregaten består av knivar som är fast monterade följt av en matarrotor som sitter inbyggd i pressen bakom pick-upen. Antalet knivar kan enkelt justeras för att få den hackselängd som föraren önskar (Pers. medd. Söderberg & Haak, 2006). Hackselängden blir enl. Hadders & Nilsson (2005) mellan 20-70 mm.

Den största fördelen med snittaggregat är att balens densiteten blir högre. Det har även visat sig att nät och plastlindade balar har en tendens att svälla. Detta gör att balens densitet minskar. (Nilsson 1991) Den stora nackdelen med snittaggregaten är att de tar mycket effekt och sänker kapaciteten (Pers. medd. Leire & Pilhemmer, 2006)

Effektbehovet för ett snittaggregat är 35-40 kW eller 48-55 Hk. (Hadders & Nilsson, 1993) Spillet från en rundbalspress är 0.3%/bal utan snittaggregat och med ett snittaggregat är spillet 2,1 %/bal vid 55 % TS. (Alfredsson, 2004)



Figur 7: Snittaggregat monterat inuti en New Hollandpress. (New Holland, odaterad)

INSAMLING AV PRESSADE BALAR FRÅN FÄLT TILL FÄLTKANT

När halmen är pressad ligger balarna utspridda över fältet. Det är då lämpligt att samla ihop dem till fältkanten för vidare transport från fältet. Detta gör att lantbrukaren kommer ut tidigare på sitt fält och man undviker därmed att köra ut med tunga transportsläp på fältet. (Bernesson & Nilsson, 2005)

Enligt flera lantbrukare är en midjestyrd lastmaskin att rekommendera framför en traktor med frontlastare. Lastmaskinen ger en bättre sikt och det är lättare att justera balarna vid stackning.

OLIKA TILLVÄGAGÅNGSSÄTT FÖR ATT TRANSPORTERA BALAR TILL FÄLTKANT

Insamling med lastmaskin

Vid balinsamling på mindre fält är det vanligt att man samlar balarna 2 och 2 med frontlastare eller lastmaskin och kör balarna direkt till fältkanten utan omlastning till släpvagn. (Pers. medd. Larsson, 2006)

Lastmaskin, traktor och balvagn

Det vanligaste sättet i Sverige är att man samlar ihop balarna med en lastmaskin eller frontlastare monterad på en traktor. Balarna ställs upp på en stor vagn eller lastbilsläp dragen av en traktor och transporteras till fältkanten. (Pers. medd. Leire, Sundberg m.fl.) Effektiviteten beror mycket på lastmaskinsförarens skicklighet. Nackdelen med detta system är att lastmaskinen måste vara med vid både av och pålastningen av balarna. (Pers. medd. Larsson, 2006)

Automatisk balsamlingsvagn

Ett mycket effektivt system för att samla ihop pressade fyrkantsbalar är att använda en automatisk balsamlingsvagn som dras efter traktorn. Denna vagn kan ta med sig 10 fyrkantsbalar av Hesstonstorlek åt gången. Vagnen staplar sedan 5 balar högt. Traktor och baluppsamlingsvagn kör i samma riktning som halmpressen körs i. Fram på traktorn sitter en kraftig balk som man stöter till balen med så den vrids 90°. På detta vis läggs balen rätt för att kunna fångas upp av den hydrauliska balsamlingsmekanismen som sitter på vagnen.

Uppsamlingsanordningen består av ett balspjut som är monterad längst fram på vagnen. Balen lyfts upp av balspjutet och placeras på vagnen. Balen placeras då på högkant så snörena kommer ytterst för att klara den höga belastning som blir pga. balarnas tyngd.

Allt sker under en mycket hög hastighet på fältet. Se bilaga: 2. (Big Bale Co (North) Ltd, 2006)



Figur 8 & 9: Balsamlingsvagn från England. Lastning sker automatiskt.(Big Bale Co (North) Ltd, 2006)



Figur 10: Lossning sker utan att en lastmaskin behöver finnas tillgänglig. (Big Bale Co (North) Ltd, 2006)

Självgående balsamlingsmaskiner

I USA och Kanada används även självgående balsamlingsmaskiner som har en stor kapacitet för att samla in balar för att sedan lasta av dem vid fältkant eller för kortare transporter. Företaget Freeman balers Ltd tillverkar en maskin som kallas Roadsider 5400. Denna maskin samlar in 8 storbalar som sedan transporteras iväg för stackning. Maskinerna har bra fjädring och starka motorer med automatväxellådor. Detta ger föraren möjlighet att transportera balarna i hastigheter upp till 70 km/tim, även på ganska ojämna underlag. (Allied Systems Company, 2006)

En annan fördel med de självlastande fordonen är att de lägger balarna i en någorlunda stabil stack eller lastar av dem var och en för sig. Detta gör att ingen lastmaskin behöver finnas tillgänglig vid avlastning av balarna. Lastmaskinen kan t.ex. istället gå på fältet och bygga småstackar eller lasta andra fordon på fältet. (Hadders. m.fl, 1997)

Enligt Bernesson & Nilsson (2005) uppges stackningsmaskinerna spara in mycket tid jämfört med om balarna samlas in och stackas vid fältkanten med frontlastartraktor eller hjullastare.



Figur 11: Självgående balsamlingsmaskin som transporterar 8 Hesstonbalar. (Allied Systems Company, 2006)

Balsamlingsvagn efter press

Ett system som kommit under de senare åren är att man monterar en balsamlare direkt på fyrkantspressen. Samlingsvagn tillverkad av Hesston: Den består av en plattform som monteras bakom pressen. Detta gör att man kan samla ihop 3-5 stycken fyrkantsbalar i taget beroende på modell. Den färdigpressade balen trycks ut på plattformen och med hjälp av hydraulik skjuts balen till höger respektive vänster sida av pressen. Slutligen läggs den sista balen i mitten. Personen som kör pressen kan sedan välja var han vill släppa balarna. Förslagsvis vid fältkanten. (Pers. medd. Nilsson, 2006)

Pressningen påverkas obetydligt av balsamlaren. Det krävs dock något högre motoreffekt på traktorn för att orka dra vagnen, speciellt på kuperade fält. Samlarvagnen förlänger och breddar dock pressekipaget. Pressen kan köras med samma hastighet som vanligt. De ihopsamlade balarna släpps av i farten. (Hadders m.fl, 1997)



Figur 12 & 13: Balsamlare för fyrkantspressar. Balarna tippas av vid fältkanten under gång. (Fig. 13: Foto: Ysta´ maskiner, 2006)

Balsamlare tillverkad av Claas.

Quadropack som maskinen heter kan bära 4 balar. Samlaren är av vagnstyp och dras efter pressen. Balarna placeras ovanpå varandra och bildar ett torn. När en bal är färdigpressad trillar den ut på samlingsvagnen där den lyfts rakt upp och gör plats för nästa bal som även den lyfts osv (Claas, 1997). Balsamlingen sköts helt automatiskt och man kan tömma vagnen när som helst oavsett om den är full eller inte. Samlaren kan hantera balar upp till 2,5 meter. Med rätt redskap på lastmaskinen kan man sedan enkelt lyfta alla 4 balarna på en gång till lagringsplatsen (Hadders m.fl, 1997)



Figur 14: Fyrkantspress med balsamlare för 2 balar. (Claas, 1997)

TRANSPORTKAPACITETEN

Transportkapaciteten beror främst på transporthastigheten, avståndet och lassvikten. Om man vill öka transportkapaciteten måste därför lassvikten ökas, eftersom halm är skrymmande begränsas lastkvantiteten till lastfordonets volymkapacitet. (Bernesson & Nilsson, 2005) Trafikreglerna begränsar storleken på halmtransporterna till bredden 2,60 meter, höjden 4,50 meter och maxlängden 24 meter. (Vägverket, 2006)

Gripustrustning till lastare

Balspjut

Det vanligaste sättet att greppa balarna är att använda ett redskap försett med 2 eller flera spjut. Detta är både ett enkelt och billigt sätt. Nackdelar är att man inte kan greppa balen på dess kortsida samt att spjutet kan utgöra en olycksrisk. Om man vill köra flera balar en längre sträcka kan man komplettera balspjutet med en hydraulisk bygel som fixerar balarna. (Hadders m.fl, 1997)



Figur 15: Balspjut för lastare. Det vanligaste sättet att hantera balar i Sverige. (Bala Agri, 2006)

Klämmor

Det finns flera typer av gripar som klämmer ett större antal balar i taget. Dessa kan konstrueras så att man kan greppa balarna på både lång- och kortsida. Balarna sitter i ett fast grepp och kan flyttas i flera ledder om klämman har sådana funktioner.



Figur 16: Klämman för halmbalar. Monteras på lastmaskin eller frontlastare. (Bala Agri, 2006)

På de enklaste varianterna sitter gripklorna monterade på en vertikal axel. Detta gör att endast en balbredd fungerar optimalt. På de mera avancerade varianterna sitter klämmorna monterade med glidlager i var sin hydrauliskolva som är oberoende av varandra. Detta gör att balklämman kan ta balar i storleken 0,7 meter till 2,6 meter. Dessa klämmor kan hantera mycket stora halmängder år gången, höjden och lastarens lyftkapacitet är den begränsande faktorn. (Pers. medd. Kellander, 2006)

Studier gjorda med balklämmor visar att en klämman som kan ta 4 Hesstonbalar (2 ton halm) åt gången visade sig ha en häpnadsväckande effekt på kapaciteten utan att kostnaden per ton hanterat material ökade. ”Genom att lastaren hanterade 4 balar istället för 2, steg hemkörningshastigheten med 15 % ” enligt JTI:s beräkningsmodell. De stora greparna är även rationella att flytta balar med från fält till fältkant. Man kan acceptera att köra ganska långa avstånd på fältet för att samla balar i en eller ett par stackar. (Hadders, m.fl, 1997)

Grip med klor

Dessa redskap har klor som går in snett in i balen. Man lyfter balarna uppifrån. Fördelen med dessa är att man kan lägga balarna mycket tätt. Dessutom kan man ta flera balar efter varandra utan att ta ett nytt grepp. (Hadders, m.fl, 1997) Balarna blir på detta sätt mycket lätta att ställa i stackar. (Pers. medd. Kellander, 2006) Nackdelen med klorna är att de är betydligt dyrare än ett balspjut, det finns även en risk att balens snören skadas av klorna.



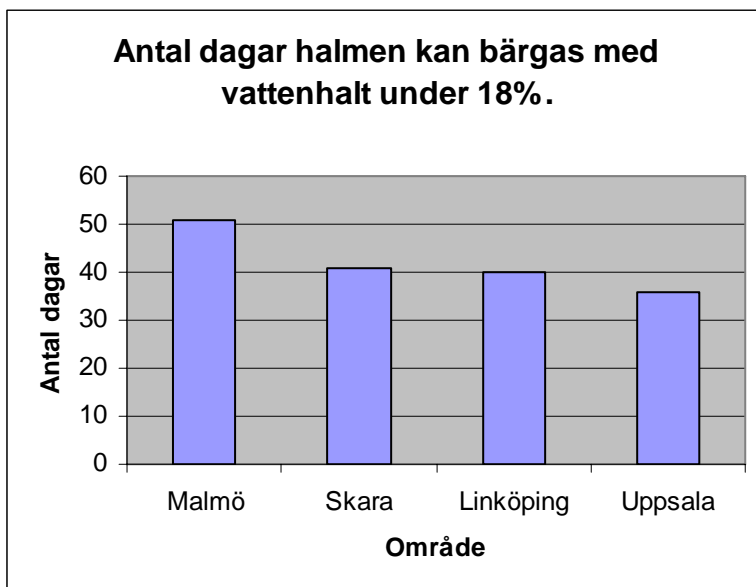
Abb. 721

Figur 17: Grip med klor för halmbalar. Med hjälp av hydraulik kläms klorna in i halmbalarna. (Foto: Bressel und Lade, 2006)

SKÖRD OCH LAGRING AV HALM

Väderförhållande

Nilsson (1991) rapporterar att Lundin gjorde en undersökning mellan åren 1975-1985. Undersökningen visar hur många dagar som finns tillgängliga för att bärga halm från fält i olika delar av Sverige. Det visade sig att det fanns 55 dagar i genomsnitt för att bärga halm under året i Malmöområdet, Linköping: 40 dagar, Skara: 41dagar, Uppsala: 36 dagar. *Ska man vara på den säkra sidan så får man räkna med betydligt färre dagar per år.* Regn på ojämnt tjocka strängar på fältet kan medföra ojämn fukthalt i balarna. (Hadders & Nilsson, 1993)



Tabell 1: Antal dagar halm kan bärgas med vattenhalt under 18 % i olika delar av Sverige under en 10 års period,

Lantbrukarens önskemål är att transportera iväg balarna så fort som möjligt efter pressning för att börja bereda stubben inför nästkommande gröda. Det är viktigt att pressa halmen relativt fort på fältet eftersom genomfuktade strängar skapar extrakostnader såsom vändning av halmsträngar och därigenom en ökad andel kvarlämnad halm på fältet som inte kan pressas pga. strängvändningen. Halm förlorar värde som bränsle om den försämras. (Nilsson, 1991)

Praktikerna har (enl. Hadders, m.fl.1997) en bestämd uppfattning om vilken slags halm som är lätt att elda. Oljeväxthalm och vete halm anses som lätteldade medan havrehalm anses som besvärlig. Halm som gränat pga. regn eller dagg uppskattas vid halmeldning. Nytröskad halm, så kallad gul halm helst inte ska förekomma. Den gråa halmen har lägre kaliumhalt i strået. Detta gör att askans smältpunkt höjs. Detta medför mindre slagg i halmpannorna.

VATTENHALT

Vatten som tränger in i balen vållar sällan några hygieniska problem så länge balen ligger fritt. Balar som ligger ute i regnet och sedan samlas ihop i stackar kan sedan börja mögla då de hamnar i en stack. (Hadders & Nilsson, 1993)

Halm är fullt lagringsbar upp till 18 % vattenhalt visar undersökningar. (enl. Bernesson & Nilsson, 2005) De flesta värmeverk tar emot halm med en fuktighet upp till 20 % vattenhalt. Om balarna är för fuktiga börjar mögelsvampar och bakterier att bryta ner halmen. Detta ger varmgång som kan medföra att temperaturen stiger till flera hundra grader. Risken för självantändning blir då mycket stor. De flesta maskinstationer brukar sluta att pressa halm då vattenhalten överstiger 19 %. (Bernesson & Nilsson, 2005)

TRANSPORT OCH HANTERING AV BALAR FRÅN FÄLTKANT TILL MELLANLAGRINGSPLATS.

För att minimera problemen med transporter, göra balarna lättillgängliga för halmeldningsanläggningen och underlätta för lantbrukaren körs balarna lämpligen för vidare lagring till en större lagringsplats i närheten av panncentralen. (Pers. medd. Leire, 2006)

Halmbalarna som finns i närområdet transporteras med fördel med traktor och släpvagn. Balarna längre bort bör transporteras med lastbil. Lastnings och lossningstiden för lastbil blir för dyr för balarna inom närområdet. (Pers. medd. Nilsson, 2006)



Figur 18: Bild av mellanlagringsplats för halm i närheten av Svalöv

Lastning sker lämpligen med lastmaskin försedd med balspjut eller balklämma. På de rationella högårdarna i USA används klämtruckar som är landsvägsregistrerade för mycket snabba transporter från fält till fält. Klämtruckarna liknar en lastbilsfront med parallellt justerbar balklämma monterad bakom de bakhjulen. Förarplatsen är vändbar för att föraren ska få en bra överblick vid lastning. Maskinerna är försedda med lastbilsdäck och kräver torrt underlag för att ta sig fram på fält. Kapaciteten vid lastning är likvärdig med en lastmaskin försedd med balklämma men transporten mellanfälten går snabbare eftersom transporthastigheten är ca 80 km/tim. (Pers. medd. Kellander, 2006)



Figur 19: Klämtruck för fyrkantsbalar från USA. Maskinen är försedd med lastbilsdäck för snabba transporter på väg men den kräver torra lastningsplatser för att inte sjunka.

Mellanlagring kan ske utomhus, inomhus eller i enkla byggnader utan väggar. Vid utomhuslagring ska balarna lagras så högt som möjligt för att undvika att balarna blir fuktiga pga. regn. Det gäller att få en så liten area som möjligt utsatt för väta. Stapling sker lämpligast med teleskoplastare försedd med balspjut. (Pers. medd. Leire, 2006)



Figur 20: Teleskoplastare med balspjut. Balspjutet är kompletterat med en hydraulisk bygel som fixerar balarna. (CLAAS KGaA mbH, 2006)

MATERIAL OCH METOD

KALKYLER

Förutsättningar för kalkyler

De olika maskinkedjorna jag har räknat på är visar olika förslag på maskinkedjor som man kan tänka sig för halmpressning och halmhantering från fält till fältkant. Traktorernas hästkraftsantal är dimensionerade för det redskap som finns bakom traktorn enligt redskapstillverkarens rekommendationer. Kapacitetsinformationen kommer från maskintillverkare, maskinstationer och beräkningar från Bernesson & Nilsson (2005).

Traktor och maskinkalkylerna är beräknade med maskinkonsulenternas kalkylmodell. Kalkylerna är baserade på medelårskalkyl där underhållskostnaderna är rörliga. Detta används av datorprogram som STANK-in-mind och JTI-kalkyl. Återanskaffningsvärdet och timkostnader är hämtat ut Kostnadskalkyler 2006, utgiven av Föreningen Skånes Maskinstationer. (FMS, 2006)

Pressarnas årliga användning är 200 timmar förutom pressen med snittverk som antas kunna användas till ensilageskörden och därmed kunna få ett timantal på 430 timmar per år. Traktorerna antas ha 500 timmars användning per år och teleskopplastaren 1000 timmar per år.

Försöket är uppdelat i 7 olika maskinkedjor. Jag vill med dessa beräkningar komma fram till om det lönar sig att använda sig av en rundbalspress istället för en fyrkantspress samt hur en press med snittaggregat står sig i jämförelse med en press utan snittaggregat. Rundbalspressen är billig i inköp men pressar balar med ganska låg effektivitet. Balarnas densitet blir även lägre än med en fyrkantspress. En av maskinkedjorna har en press med snittaggregat. Pressar med snittaggregat är dyrare än de utan men snittaggregatet gör att pressen kan användas i gräskörden och därigenom kan man få flera timmar på pressen per år.

Jag har dessutom kalkylerat på olika halmhanteringskedjor. Jag har jämfört det traditionella sättet att plocka balarna med lastmaskin, traktor och vagn och jämfört med andra system som finns att tillgå. Hur de ”nya” systemen står effektivitetsmässigt och kostnadsmässigt i jämförelse.

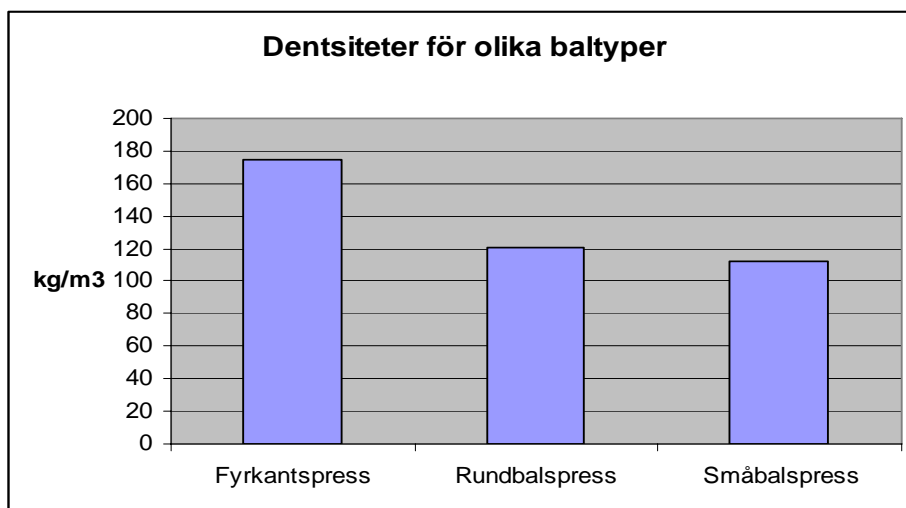
Maskinkedjorna som kalkylerna är beräknade på är följande:

Nummer:	Maskinkedja:
1	Traktor + Rundbalspress, teleskoplastare, traktor + balvagn
2	Traktor + Press med snittaggregat, teleskoplastare, traktor + balvagn
3	Traktor + Fyrkantspress 980, teleskoplastare, traktor + balvagn
4	Traktor + Fyrkantspress 980, teleskoplastare
5	Traktor + Fyrkantspress 980, självgående balsamlingsmaskin
6	Traktor + Fyrkantspress 980, traktor + automatisk balvagn
7	Traktor + Rundbalspress, traktor + automatisk balvagn

Tabell 2: Maskinkedjorna är uppdelade i nummer 1-7:

RESULTAT

Balarnas densitet skiljer ganska mycket beroende på vilken slags press som används. De stora fyrkantsbalarna får högst densitet medan rundbalar och småbalar har en betydligt lägre densitet. För att transportererna ska bli effektiva och till en så låg kostnad som möjligt är de stora fyrkantsbalarna att föredra. Fyrkantsbalarna är även lättare att stapla, man kan utnyttja transportererna väl eftersom man kan göra balarna i en optimal längd för lastbilstransporter.



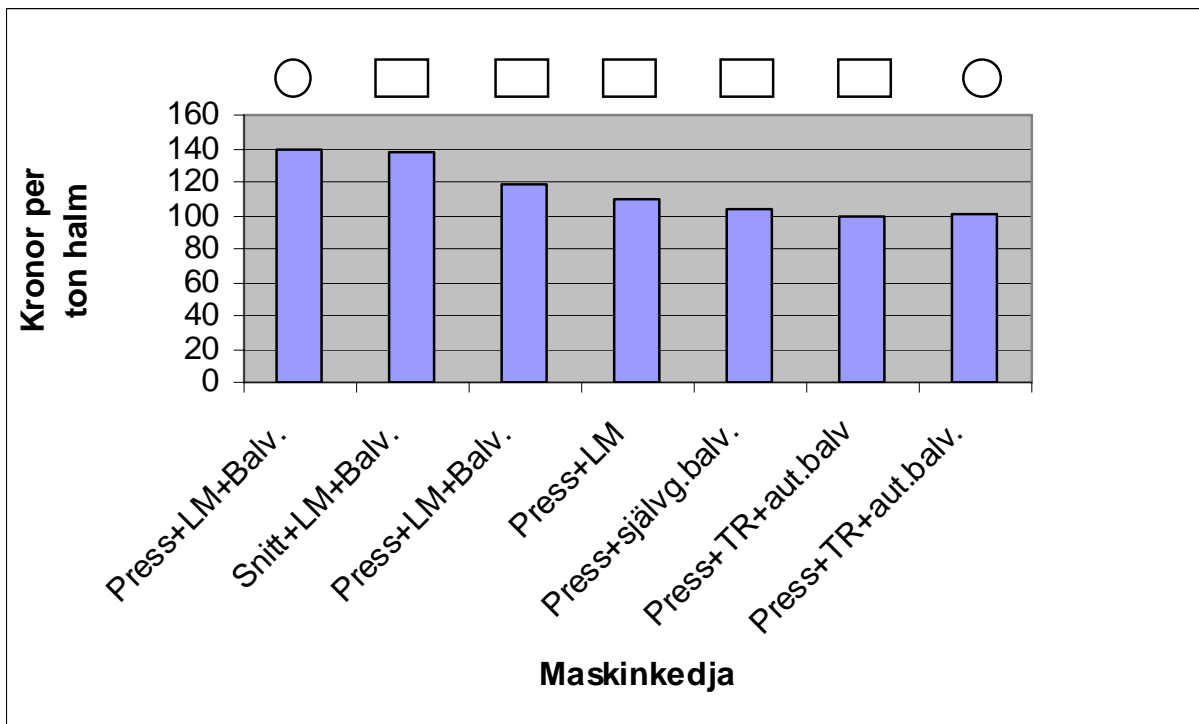
Tabell 5: Diagram som visar densiteten för de olika baltyperna.

Resultat av mina kalkyleringar:

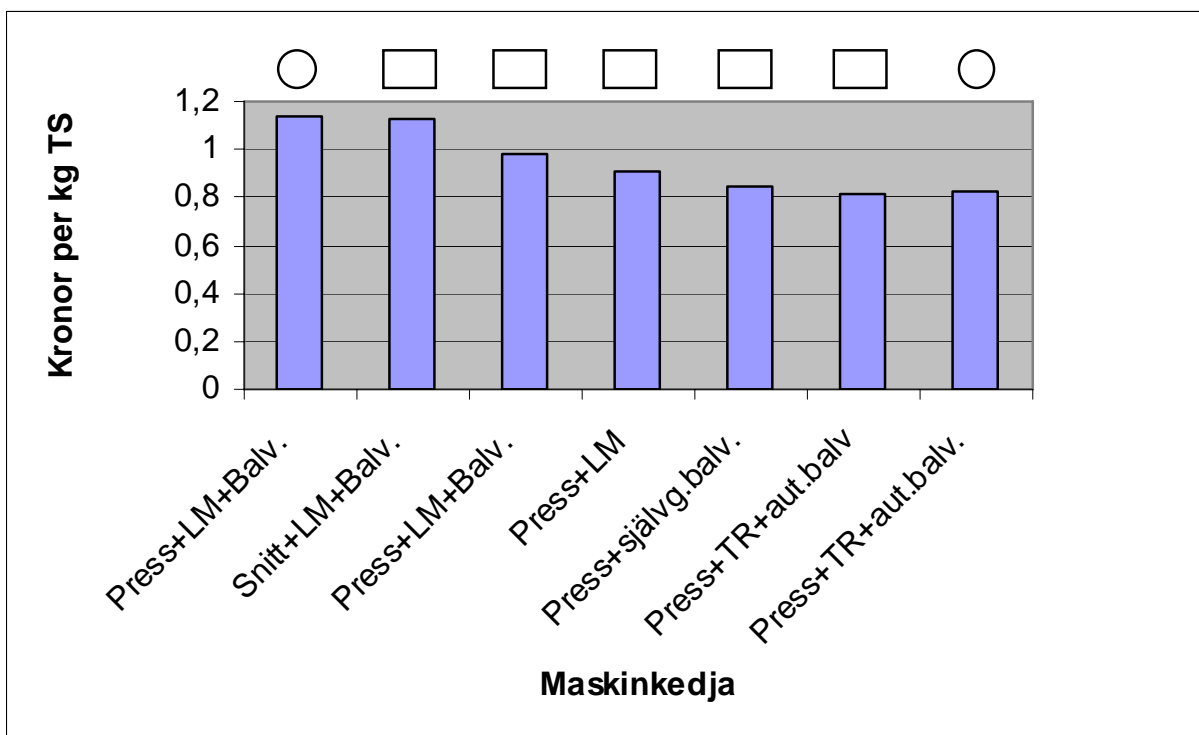
Enligt kalkylerna är det billigaste alternativet att använda sig av en fyrkantspress som gör stora balar (1,2 x 1,5 x 2,5) tillsammans med en traktor och en bogserad automatisk balvagn.

Resultatet visar att trots att rundbalspressen är betydligt billigare än fyrkantspressarna så blir inte kostnaden per ton halm lägre än att köra med än en fyrkantspress. Pressen med snittaggregat blir dyrare än maskinkedjan med fyrkantspress utan snittaggregat trots att pressen körs 430 timmar istället för 200 timmar som pressen utan snittaggregat körs.

Kalkylerna visar att det lönar sig med automatisk balvagn både vad det gäller fyrkantsbalar och rundbalar. Man måste betänka att detta gäller när maskinerna har full körning under hela säsongen.



Tabell 3: Resultatet efter mina beräkningar, kronor per ton halm vid 18 % vattenhalt.
Symboler ovanför staplarna: Cirkel = Rundbal, Fyrkant = Fyrkantsbal



Tabell 4: Kostnaden i kronor per kg TS
Symboler ovanför staplarna: Cirkel = Rundbal, Fyrkant = Fyrkantsbal

DISKUSSION

Rundbalar blir dyrare än fyrkantsbalar. Man ska dessutom tänka på att vidaretransport av rundbalarna blir mycket dyrare än fyrkantsbalarna på grund av den låga densiteten och att de använder utrymmet dåligt vid transport på exempelvis lastbil.

Press med snittverk blir dyrare än press utan snittverk. Detta beror på att pressen har ett högre återanskaffningsvärde med snittaggregat, kapaciteten är lägre och balarna är mindre än för de största pressarna. Underhållskostnaden är även högre för pressar med snittverk.

Maskinerna har under de senaste 10 åren effektiviserats markant om man ser till antal ton halm per timme. Det som begränsar är dock antalet timmar per säsong. I Malmöområdet finns det 55 dagar per år som det går att bärga halm under 18 % vattenhalt. Detta är ett medeltal över 10 år. Maskinkedjorna måste därför vara dimensionerade för de år där man har betydligt färre dagar på sig att skörda, alternativt bygga ett halmlager med tillräcklig kapacitet för att klara sig under dessa år.

Att använda balklämma istället för balspjut höjer lastmaskinens effektivitet betydligt när det gäller lastning av balar som är placerade i stackar till lastning av exempel lastbilssläp. Att använda balsamlare efter fyrkantspressen sparar in mycket tid då man kan lägga av balarna vid fältkanten istället för att åka och samla balar med lastmaskin på fältet. Det finns även många andra smarta lösningar på att samla in balar i fält som står sig mycket bra i kalkylerna, men dessa system är inte vanliga i Sverige.

Kalkylerna bygger på hur det ser ut i dagsläget, men vad händer i framtiden? Kommer halmen beskattas vid eldning? Om bränslepriserna går upp, kommer då flera lantbrukare bygga egna halmpannor så det blir svårt att få tag på bränsle i närområdet? Hur långt kan det då vara lönsamt att transportera halmen? Kanske lagar och förordningar ändras så att halmtransporterna försvåras eller fördyras?

Kalkylerna är gjorda på ett så tillförlitligt sätt som möjligt. Dock finns vissa antaganden som till exempel kapaciteten och underhållskostnaderna på den automatiska balsamlingsmaskinen eftersom inga tillförlitliga värden fanns att tillgå.

Att hantera halmen är dyrt. Varje gång man rör vid balen med en maskin kostar pengar. Det är viktigt att reducera antalet omlastningar och vara så rationell som möjligt i hanteringen.

Det mest intressanta i min undersökning är att påvisa viktiga skillnader mellan olika metoder, såsom baldensitet, pressteknik, insamlingsteknik, transportkapacitet och de olika svenska trafikreglerna.

Jag har på ett objektiva sätt försökt att ge svar på min frågeställning i examensarbetet om att hitta ett rationellt och kostnadseffektivt sätt att bärga halm. I min litteraturstudie har jag undersökt vilka pressar som finns på marknaden samt olika tillgängliga system för halmhantering.

Kalkylerna som är gjorda med dataprogrammet JTI-kalkyl får anses ganska säkra eftersom metoden är välbeprövad och relativt tillförlitlig. Ytterligare maskinkedjor kunde vara önskvärdt men man måste begränsa tidsåtgången och urvalet. I framtiden bör flera försök göras och gärna jämföra halmhanteringen utomlands där vi har mycket att lära och därigenom ta till oss det bästa.

Intressant att notera är att man kan vinna både tid och pengar på att lära sig av rätt metod.

SLUTSATS

- Halm i stora fyrkantsbalar blir det bästa och billigaste alternativet för storskalig pressning av halm till halmeldning.
- Traktor och automatisk balvagn är det mest ekonomiska alternativet för insamling av stora mängder rundbalar och fyrkantsbalar.
- Transportkapaciteten kan ökas genom balarnas densitet ökas. Större halmlast vid transport vore önskvärt men begränsas idag av trafikreglerna.
- Press med snittverk blir dyrare än press utan snittverk trots fler timmar/år
- Det lönar sig att köra med automatisk balvagn både när det gäller fyrkantspressar och rundbalar vid stora volymer

REFERENSER

- Alfredsson, H. 2004. *Spill från rundbalspress med och utan knivar*. Examensarbete Lantmästarprogrammet, SLU inst f JBT. Alnarp 2004:21
- Allied Systems Company, 2006. Sökord: *5400 Roadsider*.
<http://www.alliedsystems.com/freeman/5400roadsider.htm> (2006.05.11)
- Bala Agri, 2006. *Prislista januari 2006*
- Bernesson, S., Nilsson, D. 2005. *Halm som Energikälla*. SLU-rapport 2005:07 Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala
- Big Bale Co (North) Ltd, 2006 *Bale Handling*
<http://www.bigbalenorth.com/super.asp> 2006.06.02
- Claas 1999. Broschyr: *Storbalspressar, Quadrant 2200-2200 RC*. LMB Lantmännens Maskin AB, 1999 feb.
- Claas, 1997. Broschyr: *Quadrant 1150, 1150 Rotocut*. LMB Lantmännens Maskin AB, 1997 nov.
- CLAAS KGaA mbH, 2006. *Teleskoplastare, Telehandler - Powerful, versatile and flexible*.
http://www.claas.com/countries/generator/cl-pw/en/products/tl/_startpage/start.lang=en_UK.html# (2006.06.02)
- Deere & Company, 2006. *Nytt lindningssystem med två garnarmar*,
http://www.deere.com/sv_SE/products_ag/balers/fixed/twinarm.html, (2006.04.27)
- FMS, 2006. Föreningen Skånes maskinstationer. 2006. *Resultat kostnadskalkyler 2006*
- Hadders, G., Jonsson C., Sundberg, M. 1997. *System för hantering av halm i rektangulära storbalar*, JTI-rapport 240.
- Hadders, G., Nilsson, D. 1993. *Storskalig hantering av stråbränslen från jordbruket*. JTI-rapport 160.
- Neuman, L. 2001. *Stora balar och stora pressar*. Kurslitteratur: Odlingsblocket -Teknik - våren 2005, Lantmästarutbildningen, Alnarp
- Nilsson, D. 1991. *Bärgning, transport, lagring och förädling av halm till bränsle*. Institutionen för lantbruksteknik, rapport 150, 1991

Sörkvist, L., Helleberg, B., Malmström, L., Neuman, L. 2000. *Jordbrukets fältmaskiner*. Natur och kultur/LTs förlag.

Verneresson, Lars.(1999.12.10). *Europas största rundbalspress*. ATL-lantbrukets affärstidning. www.atl.nu/Article.jsp?article=505, (2006.04.28)

Vägverket, 2006. *Lasta lagligt 2005/2*.
<http://www.vv.se/filer/publikationer/lastalagligt.pdf> (2006.06.05)

Welger Maschinenfabrik GmbH, 2006. *Huge bale chamber - enormous capacity !*
http://www.welger.com/ordner_english/produkte-engl/Kat_2_RP535-engl/produkte_m02_rp535-e.html# (2006.04.28)

Muntliga

Larsson Bengt, Engsnäs lantbruks AB, maj 2006

Leire Rolf, Svalövs värmeverk, april 2006

Nilsson Martin, Norviddinge maskinstation AB, april 2006

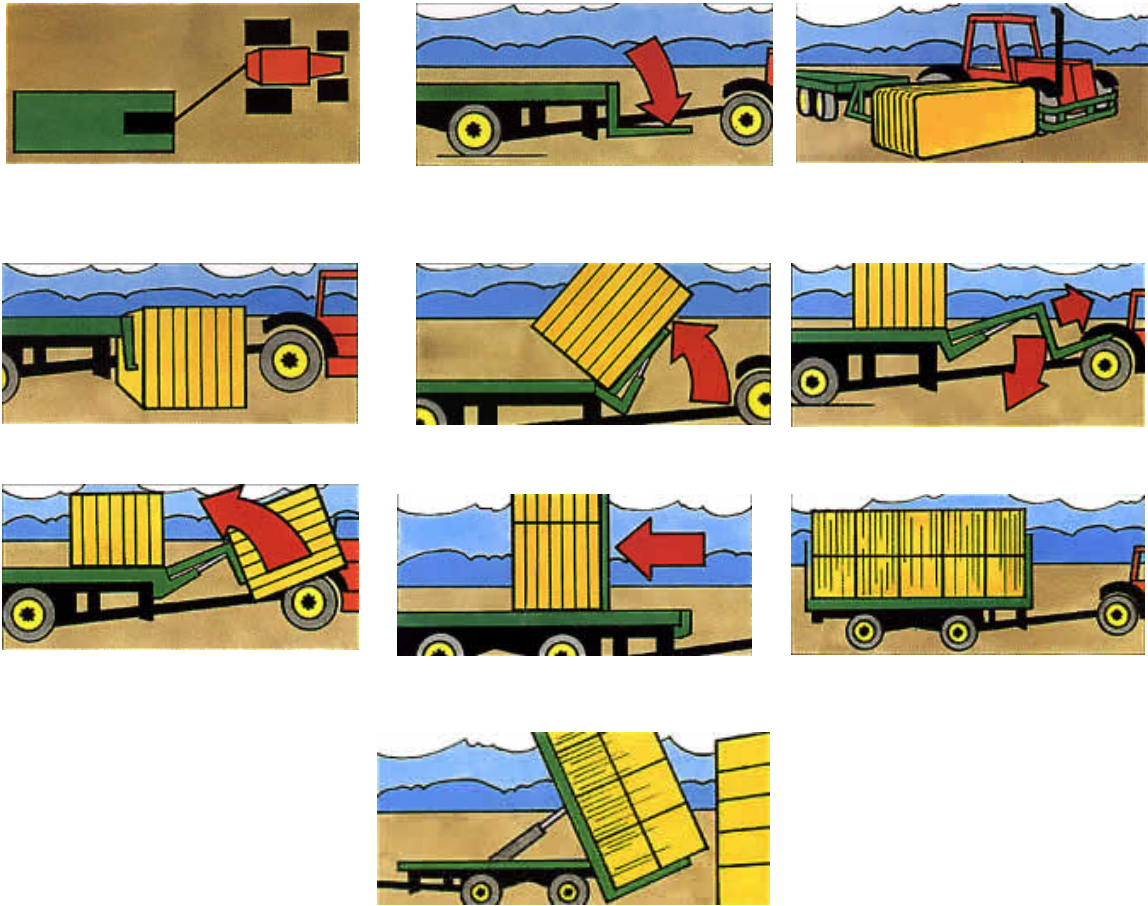
Pilhemmer Carl, Varvs maskinstation AB , maj 2006

Söderberg & Haak, Kundtjänst Staffanstorps, maj 2006

SAMMANFATTNING KALKYLER

Maskinkedjor:	Maskinkedja:	Kr/tim inkl förare	Årlig användning timmar	Summa kr/tim	Ton/tim	Kostnad/to n halm
Traktor + Fyrkantspress 980		1583	Traktor 500, Press 200		20	79,2
Teleskoplastare		374	1000		25	15,0
Traktor + balvagn	3	622	Traktor 500 + Vagn 120	2579	25	24,9
						119,0
Traktor + Fyrkantspress 980		1583	Traktor 500, Press 200		20	79,2
Teleskoplastare	4	374	1000		12	31,2
						110,3
Traktor + Fyrkantspress 980		1583	Traktor 500, Press 200		20	79,2
Traktor + automatisk balvagn	6	812	Traktor 500, Vagn 400	2395	40	20,3
						99,5
Traktor + Fyrkantspress 980		1583	Traktor 500, Press 200		20	79,2
Självgående balsamlingsmaskin	5	814	400	2397	34	23,9
						103,1
Traktor +960 press		1342	Traktor 500, Press 430		17	78,9
Teleskoplastare		374	1000		17	22,0
Traktor + balvagn	2	622	Traktor 500, Vagn 120	2338	17	36,6
						137,5
Traktor + rundbalspress	7	935	Traktor 500, Press 200		12	77,9
Traktor + automatisk runbalsvagn		451	Traktor 500, Vagn 200	1386	20	22,6
						100,5
Traktor + rundbalspress		935	traktor 500 + Press 200		12	77,9
Teleskoplastare		374	1000		14	26,7
Traktor + balvagn	1	482	Traktor 500+ Vagn200	1791	14	34,4
						139,1

Bilaga 1: Sammanfattning av kalkyler.



Bilaga 2: Bilderna visar en principskiss över hur en automatisk balsamlingsvagn fungerar. (Big Bale Co (North) Ltd, 2006)