

# Rapport

Spannmål som en framtida energikälla för uppvärmning.



Av  
Christina Marmolin  
John Andersson  
Ylva Blomberg  
Mattias Andersson  
Örjan Hansson

Projektet är finansierat av Sparbankstiftelsen Skaraborg

Sammanfattning .....	3
Bakgrund .....	4
Syfte .....	4
MÅL .....	5
Spannmålspannor .....	5
Integrerade brännare-pannor. ....	5
Stokers .....	5
Spannmålsbrännare .....	5
Jämförande eldningsdata för havre och pellets i förhållande till villaolja .....	6
Distribution och hantering av havre för förbränning .....	6
Distribution.....	6
Bulkbilar.....	6
Löshantering i lastbil och traktorkärra .....	7
Förpackad vara .....	7
Lagring .....	8
Silo eller spannmålsfickor .....	8
Planlager.....	9
Hantering av havre mellan lager och panna .....	10
Manuell hantering .....	10
Fritt fall.....	10
Transportör Inmatning.....	10
Luft.....	11
Hantering av aska .....	12
Sintring.....	13
Hantering av aska från pannrum till åker .....	14
Spannmålspannor .....	14
Dokumentation av olika hanteringssystem vid förbränning av spannmål i Danmark .....	14
Dokumentation av olika hanteringssystem i Västra Götaland med Sonnys maskiner AB .....	23
Ekonomi i eldning med havre: .....	27
Kapitalkostnad.....	28
Bränslekostnad. ....	28
Transport och lagring .....	29
Arbetskraft.....	29
Drift och underhåll .....	30
Energiskatteåterbetalning .....	30
Konkurrenskraft för olja.....	31
Konkurrenskraft för havre .....	31
Konkurrenskraft för pellets. ....	31
Konkurrenskraft för flis.....	31
Resultat.....	32
Risakanalys .....	34
Eldning av havre på den egna gården.....	36
Slutsats. ....	37
Stöd för odling av energigrödor .....	38
Havreöverskott .....	38
Miljö.....	39
Havre som bibränsle.....	39
Biobränsle.....	39
Miljökalkyl för havre .....	39

Konventionell odlad havre respektive ekologisk odlad havre samt träpellets. ....	40
Utsläpp vid havreeldning .....	41
Koldioxid.....	41
Svavel.....	41
Kväve .....	41
Utsläpp vid havreodling .....	42
Aska.....	42
Övriga miljöeffekter med spannmål – havre som bränslekälla.....	42

## Sammanfattning

Spannmål har stora möjligheter att utvecklas som ett alternativt bibränsle för odling på åkermark. I Skaraborg är den största spannmålsgrödan havre med ca 60 000 ha därefter följer höstvet och vårkorn.

Havre som bibränsle är intressant ur flera aspekter. Positiv i växtföljden då havre ger ett lägre bekämpningsbehov i efterföljande gröda samt har ett lågt bekämpningsbehov vid odling, rationellt maskinutnyttjande med övriga spannmålsslag, lättillgänglig teknik för hantering och transport, ger flexibilitet att bibehålla åkerarealen i systemet för eventuella framtida behov mm. Genom att ersätta villaolja med havre minskar behovet av fossil energi med ca 85% .

Havre som bibränsle är en förnyelsebar energikälla med kort och effektiv omloppstid ( från sådd till skörd). Energinetto i konventionell foderhavreodling är dubbelt så stor jämfört med ekologisk odling.

Den bästa ekonomin vid eldning får man som lantbrukare med egen havre som inte behöver köpas in med skattade pengar ( inkomst skatt och moms). Vid full kostnadstäckning får priset på havre inte överstiga 0,75 – 0,97 kr/kg (exkl. moms) om lönsamheten skall vara jämförbar med pellets vid ett pelletspris på 1,52 kr/kg (exkl. moms). Beroende på hur man värderar eget arbete kan det vara lönsamt även om havrepriset stiger över 1,00 kr/kg + moms. Ska det gå att få ut ett större mervärde för lantbruket är det inte genom att sälja havre till förbränning utan genom att sälja färdig värme.

Skillnaderna i lönsamhet mellan att elda med pellets eller havre i större anläggningar är marginell enligt våra beräkningar. Pelletspriset i framtiden kommer att påverka utvecklingen.

Havre har en lättillgänglig teknik för hantering och transport. Distribution kan ske med bulkbilar, löshantering i lastbil/ traktorkärra eller som förpackad vara. Hantering mellan lager och panna kan ske manuellt genom fritt fall, via transportör eller inmatning genom luft.

Påfyllnad av havre samt uraskning dammar ned, viktigt att tänka på vid val av hanteringssystem. Övrigt att tänka på är att spill av havre på fel ställe kan dra till sig onödiga skadedjur.

Praktiska erfarenheter från några som har gått från vedeldning till att elda med havre är att arbetsbehovet har minskat betydligt. I jämförelse med träpellets har eldning med havre/ spannmål visat sig innebära mer arbete med tillsyn, rengöring av brännare och panna samt askhantering. Havre ger större mängder aska än andra jämförbara bibränslen. Inblandning av foderkalk i havren med ca 1,5 % minskar risken för att askan smälter och sintrar i pannan. Rörliga roster brännare/panna och automatisk uraskning minskar även de riskerna för sintring. Askan är viktig att återföra till åkermarken. Innehållet av ex fosfor och kalium per kg aska är lika stort som i handelsgödsel.

Rökgaserna från spannmålseldning är sura och kan orsaka problem med korrosion om det blir kondens i skorstenar eller rökrör. Vi tror att det därför är uteslutande keramiska skorstenar används i Danmark. Rökgastemperaturen måste därför hållas så hög att det inte innebär risk för kondens i skorstenen. Undvik därför att låta pannan gå på ”lågvarv” . Kondensrisken minskar ytterligare genom att montera en motdragslucka vid pannan eller på rökröret för att ventilera skorstenen. Sommartid bör varmvattnet värmas på annat sätt tex solenergi, el eller genom att man eldar mot en ackumulatortank.

## Bakgrund

Projektet har sin grund i att förutsättningar för spannmålsodling med den kommande jordbrukspolitiken kommer att innebära stora förändringar för ett flertal grödor, framför allt havren kommer att få en betydligt sämre marknad då den inte omfattas av interventioner. För att trygga lantbrukets sysselsättning och ekonomi med föreslagna förändringar av EU: s gemensamma jordbrukspolitik (CAP) är det viktigt att finna alternativ användning av jordbruksmark. Idag har vi en utvecklad teknik dvs. effektiv hantering och maskinpark för odling av spannmål. Produktionens effektivitet bygger på högt maskinutnyttjande. I dagens lantbruk är det viktigt med växtföljd så att markstrukturen bibehålls samt att växtsjukdomar och ogräs minimeras.

Tabell 1. Åkerarealens användning i Skaraborg 2002

Område	H-vete	V-vete	Råg	H-korn	V-korn	Havre	Rågvete	Blandsäd	Tot spannmål
Skaraborg	41203	4986	3980	288	26310	58107	6755	5451	147080

Sammanställning från rapport rapport JO 10 SM 03031 Jordbruksverket

Spannmål har stora möjligheter att utvecklas som ett alternativt biobränsle på åkermark. Havre är det spannmålsslag som genom rådande marknad haft och har låga priser och då havre dessutom lämpar sig väl till förbränning har projektet haft havre som utgångspunkt.

Ett av riksdagens 15 miljömål är att begränsa klimatpåverkan. De regionala miljömålen utgår från riksdagens. Utsläppen av växthusgaser skall som medelvärde för perioden 2008-2012 vara minst fyra procent lägre än utsläppen år 1990. En väg är att ersätta fossil energi med förnybara energikällor som tex havre. Lantbruket är en framtida part som energiproducent eller energileverantör.

Havre som energi är i sig inget nytt. Havre användes tidigt till hästars energiintag för att vara till draghjälp i lantbruket. Stora mängder har exporterats till England som hästfoder.

*Intervju med om havre eldning i "C – en ide´ tidskrift om cerealier"*

### **Rätt att elda upp mat?**

De etiska aspekterna då? Hur går det att försvara att mat eldas upp?

– De etiska frågorna är viktiga att ventilera, men inte så svåra att diskutera, säger Christina Marmolin.

– Vi har glömt att för 100 år sedan åt oxar och hästar spannmål från 1 miljon hektar i Sverige. Idag har vi mycket färre djur. Vi löser inte heller de fattiga ländernas problem genom att ha ett spannmålsöverskott. Katastrofbistånd kan ha den negativa effekten att det slår sönder den lokala marknaden. Sedan är det oljan. Vi får acceptera att den lilla olja som finns ska delas över världen, inte bara gå till oss här i de rika delarna.

– Dessutom är det som vi eldar upp egentligen inte mat, utan sämre kvaliteter. Det är havre som skulle få prisavdrag för färg eller dåligt matade korn.

– Mycket av vår havreexport går till England och USA där det används som hästfoder. Vi odlar ju idag salix som energi, men då blir marken obrukbar. För den som odlar spannmål som bränsle är åkerjorden fortfarande med i systemet och marken hålls öppen.

## **Syfte**

Bibehålla sysselsättning och ekonomin hos lantbruksföretagen i Skaraborg genom att undersöka möjligheterna att använda spannmål och då i första hand havre vid produktion av energi.

## **MÅL**

Beräkna de ekonomiska och miljömässiga förutsättningarna för spannmålseldning i jämförelse med pellets och olja för:

- Villor
- Flerfamiljsfastigheter
- Industrilokaler
- Offentliga byggnader

Miljömässiga förutsättningarna beräknas på energibalans, dvs. mängden insatt energi i förhållande till mängden som produceras. Beräkning sker på både ekologiskt som konventionellt odlat. Beräkna miljöbelastning vid eldning (utsläpp)

Inventera befintlig teknik (hanterbarhet, lagring, funktion - Verkningsgrad)

Förslag på möjliga distributionskanaler från producent till konsument

Förslag på organisationsformer för att kunna få energistöd alt. Odling på uttagen areal.

## **Spannmåls pannor**

Marknaden för spannmålseldning är framförallt bestående av tre olika produktlinjer.

### **Integrerade brännare-pannor.**

Dessa består av en komplett enhet där vi återfinner såväl brännare, panna samt ett bränslefförård. Oftast är den här typen av utrustning en så kallad multiutrustning där man kan använda bränsle av olika slag. Vanligast är kombinationen spannmål – pellets men även flis kan användas i de flesta.

Denna produkt har funnits på marknaden i snart 10 år och får väl anses som väl beprövat.

Någon svensk produktion av denna produkt finns inte. Givetvis så finns det en del fabrikat som är mer lämpade än andra beroende på vilket bränsle man i huvudsak skall använda.

Likaså så skiljer det en hel del på vilken utrustningsgrad som de olika fabrikaten kan erbjuda (ex.vis. O<sup>2</sup>-styrning, askutmatning mm.).

### **Stokers**

En stoker är en eldningsutrustning som man kopplar till en befintlig panna. En stoker är också det en typ av multiutrustning som nästan alltid är konstruerad för att kunna användas till flera olika typer av bioenergi. Produkten som sådan har funnits väldigt länge och har väl generellt tidigare, oftast använts för eldning av flis. Här återfinns produkter med varierande storlek på bränslefförårdet. Utrustningsstandarden varierar. Finns både svenska modeller som utländska.

### **Spannmålsbrännare**

Är en helt ny produktgrupp (svensk) som vuxit fram de senaste åren. Bygger till stora delar på en pelletsbrännare. Produkten är avsedd att monteras på en befintlig panna och den saknar bränslemagasin. En spannmålsbrännare är utvecklad för framförallt spannmålseldning även om vissa modeller (enligt tillverkarna) även kan eldas med pellets. Variationen är stor vad det gäller färdiga tillbehör såsom O<sup>2</sup>-styrning, askurmatning mm.

## Jämförande eldningsdata för havre och pellets i förhållande till villaolja

Angivna uppgifter är typiska medelvärden för respektive bränsle. Biobränsle kan ha stora variationer beroende på kvalitet, sort, odlingsplats, lagringsförutsättning mm.

Tabell 2. Eldningsdata

Bränsle	Fukthalt %	effektivt värmevärde MJ/kg	Effektivt värmevärde kWh/kg	Verkningsgrad %	Askhalt %	Svavel %	Volymvikt kg/m <sup>3</sup>
Havre	14	14,8	4,1	75	3	0,11	520
Pellets	10	16,8	4,7	85	0,5	0.015	650
Eo 1 Eldningsolja	0,01	42,7	11,9	90	0,005	0,05	

## Distribution och hantering av havre för förbränning

En av de riktigt stora fördelarna med att använda spannmål som bränsle både inom gården och vid försäljning av energi är att det är en mycket välkänd vara med en lättillgänglig teknik för hantering och transport. Många gårdar har redan utrustning för inläggning, torkning och lagring av större kvantiteter. Systemen på gårdsnivå är uppbyggda för hantering av spannmål i lös fraktion. Transporterna sker i allmänhet inom torkanläggningen och mellan tork och eventuell foderberedningsanläggning med elevatorer, skruvar och bandtransportörer. Spannmål kan även transporteras med luft, så kallad pneumatisk transport. Vid transporter mellan gårdar och från spannmålshandlare sker hanteringen löst i lastbil med tipp alternativt trakturvagn eller traktorkärra med tipp. Inlastningen till gårdens spannmålsanläggning sker oftast med hjälp av en elevator kombinerad med en tippgrop.

### Distribution

Beroende på kundens värmebehov kan distributionen ske på olika sätt. Vid större mängder kan leverans ske löst på flakbil med tipp eller med bulkbilar, som normalt inom lantbruket används för fodertransporter.

Tabell 3. Exempel på åtgång av bränsle vid olika storlekar av anläggningar

<b>Bränsleförbrukning</b>				
Ersatt mängd olja	Mängd havre	Mängd havre	Mängd havre	Mängd havre
m <sup>3</sup> /år	ton/år	m <sup>3</sup> /år	ton/mån	m <sup>3</sup> /mån
4	12	24	1,8	3,6
8	24	48	3,6	7,2
50	150	300	22,5	45
100	300	600	45	90

Uppgiften om bränsleåtgången per månad motsvarar 15% av årsförbrukningen vilket normalt är maximala bränsleförbrukningen under en vintermånad.

### Bulkbilar

Bulkbilar finns i lite olika storlekar, vanligtvis är bilen indelad i fyra fack och rymmer 26 – 29m<sup>3</sup>, ca 6,5 – 7 m<sup>3</sup> per fack. Till dragbilen finns även släp med fyra till sex fack med en

volym på ca 40 m<sup>3</sup>. Vid leverans skall minst ett helt fack kunna tömmas vilket innebär att den minsta mängd som kan tas emot vid förbrukningsstället är ca 3,3 ton havre. Ett fack i en bulkbil motsvarar ungefärligen den havremängd som åtgår under en vintermånad vid en ersatt totalförbrukning av olja på ca 8 m<sup>3</sup>. Bil med släp på tillsammans 18 m längd får lasta 28 ton, en billängd på 24 m får lasta 37 – 40 ton.

För inmatning vid leveransstället skall finnas en fast monterad koppling i metall, en 4” hankona, placerad ca 1,2 m över mark. Maximalt slangavstånd från bilen får vara 15 m. Inblåsningrören skall vara av metall. Röret skall mynna i en cyklon för luft och dammfrånskiljning. För normalvillan är denna distributionsteknik troligtvis inte aktuell på grund av för små lagringsmöjligheter.

## Löshantering i lastbil och traktorkärra

Löshantering i lastbil och traktorkärra är en transportform som kan användas för olika storlekar av anläggningar. Om utlastning inte kan ske genom tippning till tippgrop eller liknande finns möjligheten att använda stationära eldrivna eller mobila traktordrivna fläktar för pneumatisk transport till lagret. Också här skall finnas en cyklon med dammfrånskiljning. Alternativt kan avlastning ske med eldriven spannmålsskruv.

Även mindre flaktransporter kan specialbyggas för den lilla anläggningen här finns även exempel när vagnen också i vissa fall fungerar som lager för spannmålen utanför pannrummet.

## Förpackad vara

Förpackad vara, pellets levereras ibland till mindre förbrukningsställen packade i 20 kg:s säckar på pall. För spannmål bedöms det som en alltför kostsam hantering. Användning av *storsäckar* kan vara en möjlighet. Storsäckar finns i olika storlekar och typer, en av marknadens tillverkare har storsäckar i volymer från 0,3 – 2,2 m<sup>3</sup>, den större med bottenmått 95 x 95 cm och en höjd på 195 cm med en möjlig maxlast på 2500 kg. Denna typ av säck innehåller lite drygt 1 ton havre, det vill säga knappt ca en månads bränsleåtgång under vintern i en villa. För tömning av storsäcken finns olika typ av utförande, plan- eller konisk botten med avtappningsmöjlighet av mindre mängder. Storsäcken kan också fungera som bränslelager i pannrummet. Är pannrummet placerad i en ekonomibyggnad med gott om utrymme ovanför pannan kan storsäcken hängas upp i en räls typ foderräls för direkttömning i pannans förråd. Vid lägre takhöjd kan storsäcken placeras hängande vid sidan om pannan och tömmas till en kortare spannmålsskruv.

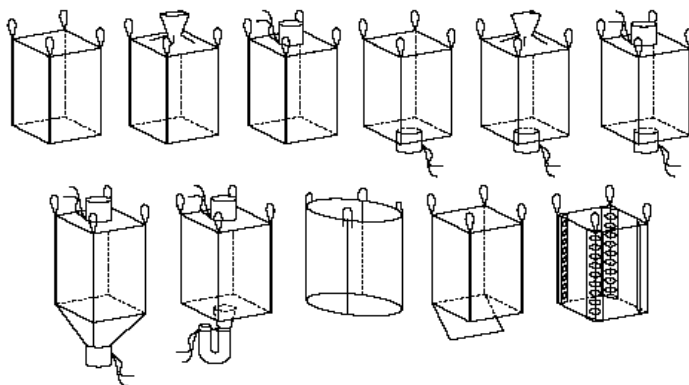


Bild 1. Olika typer storsäckar.



Kontroll av mängd levererad vara kan vid löshantering ske på en fordonsvåg. I vissa fall är bulkbilar utrustade med chassivåg vilket ger möjligheten att mäta skillnaden i last vid kunden före och efter leverans. Levererad mängd i storsäckar kan uppskattas i volym, alternativt kan säckarna vägas separat på fordonsvåg, eller vid påfyllningsstället med hjälp av lastceller.

## **Lagring**

Spannmål för eldningsändamål skall vara nedtorkad till lagringsdugligt skick, ca 14-15 % vattenhalt. Lagring kan sedan ske fuktfritt och under tak även i oisolerade utrymmen utan risk för att spannmålen möglar och orsakar hälsoproblem vid eventuell manuell hantering.

Till skillnad från andra biobränslen är spannmål begärlig föda för såväl fåglar som möss och råttor. Det är därför viktigt att i hanteringskedjorna hitta lösningar som minskar risker för angrepp av skadedjur. Det kan vara till exempel att försöka undvika spannmålsspill vid påfyllningspunkter till skruvar och transportörer samt att hålla rent kring lager och buffertlager i och utanför pannrummet.

Enligt rekommendationer från Lantbrukets Brandskyddskommitté får maximalt 10 m<sup>3</sup> fast bränsle förvaras i pannrummet. Bränslet får inte placeras närmare eldstaden eller eldningsapparaten än 1 m i sidled och 2 m framför. Annat bränsleförråd i byggnad typ bostadshus, skall utföras med en brandavskiljande vägg i klass EI60. (Konstruktionen skall vara avskiljande mot rök och brand i 60 minuter). Förråd som har direkt förbindelse med pannrum skall förutom den brandavskiljande väggen vara utrustad med självstängande dörr eller lucka i brandklass EI60. Kravet på brandavskiljning gäller inte för en friliggande förrådsbyggnad på ett avstånd av minst 15 m från bostaden.

## **Silo eller spannmålsfickor**

Silo eller spannmålsfickor finns färdigtillverkade i stål, glasfiberarmerad plast, aluminium eller i väv typ trevira silos. Helst bör de placeras inomhus om möjlighet finns, men även utomhusplacering är möjlig för många typer av silos. Inom tätbebyggt område bör man vara medveten om att kommunens byggnadsnämnd förmodligen kräver bygglov. En mindre typ av vävd förrådsbehållare/silo kombinerad med frammatningsskrub finns för pelletslagring. Utrustningen skall modifieras för att även klara spannmålslagringen.



Bild 3. Lagring av bränsle i en textilsilo, Pellistore i pannrummet



Bild 2. Lagring i fodersilo som är placerad utomhus.

## Planlager

Planlager om pannrummet är placerat i en ekonomibyggning finns möjligheten att lagra bränslespannmålen i ett planlager placerat i våningen ovanför pannrummet. För att underlätta tömningen kan en metallkon liknande nedre delen på en foderficka monteras under bjälklaget i pannrummet.



Bild 4. Planlager av spannmål placerat över pannrummet.

Vid större fastbränsleanläggningar och vid anläggningar där det kan vara svårt att ur utseende synpunkt placera en smal hög bränslesilo utomhus kan man använda ett utomhusbeläget planlager – inmatningsficka med lättare plåttak. Plåttaket görs öppningsbart med hjälp av tex. hydraulik, leveransen av bränslet till lagret kan ske lätt med hjälp av tippning direkt i planlagret. Liknande system finns för flishantering och pelletshantering.



Bild 5. Lagring i utvändigt planlager med höj och sänkbart lock.

# Hantering av havre mellan lager och panna

## Manuell hantering

Manuell hantering förekommer till mindre pannor. Spannmålen hanteras i hinkar eller foderkärror och öses i brännaren/stokerns bränsleförråd. Normalt är att förrådet behöver fyllas på en till två gånger per dag under de kallaste månaderna. Tillsatsen av kalk sker samtidigt manuellt i bränsleförrådet. (Se kapitel Aska under sintring som beskriver kalkinblandning)

## Fritt fall

Fritt fall är också i princip en manuell hantering som tillämpas när spannmålen kan förvaras antingen i ett planlager eller i en ficka på våningen ovanför pannrummet. Manuellt öppnas ett skjutspjäll i ett rör som mynnar ovanför brännaren/stokerns bränsleförråd. Även här strös eventuell kalkinblandning manuellt över spannmålen i bränsleförråd.



Bild 6. Rör med spjäll för nedtömning av spannmål från övre planet.

## Transportör Inmatning

Transportör inmatning med hjälp av spannmålsskruvar från lagringsfickor är möjligt. Inmatningsskruven kan antingen ha manuellt tillslag eller styras via nivåvakter i ett buffertlager i pannrummet.



Bild 7. Inmatning till panna från utvändig silo.

Möjlighet att använda utrustning för transport av foder, foderkedja eller fodervajer med medbringare i rör finns också. Även här finns det möjlighet att styra frammatningen med nivåvakter.

Vid automatiserad frammatning av bränslet till pannan borde inblandningen av foderkalk kunna styras till den frammatande skruven med hjälp av en portionerare från någon typ av foderberedningsanläggning. Alternativt bör kalken blandas in med spannmålen när lagret fylls.

## Luft

Med luft är ett system där spannmål sugs in från förrådet med hjälp av luft via en vattenslang av plast, liknande principen för dammsugare. Tekniken har utvecklats både hemmatillverkad och industriellt för att tillhandahålls på marknaden. Tekniken kan underlätta transporter som sker från en närbelägen byggnad om man vill undvika synliga skruvar. Kraftiga vinklar på transportslangen gör det möjligt att komma in i trånga utrymmen. Det är tveksamt att suga spannmål som är inblandad med kalk då kalken blir liggande på botten i sugslangen, detta bör undersökas mer. Vid all transport med luft är det viktigt att damm och luft avskiljs från spannmålen i cyklon och dammfilter.



Bild 8. Utrustning för framsugning av spannmål till cyklon i pannrum.



Bild 9. Inkoppling av slang för sugning av spannmål vid foderficka.

## Hantering av aska

Vid eldning med spannmål, bildas större mängder aska än vid eldning med andra jämförbara biobränslen. Den som eldar med spannmål bör därför vara inställd på att aska ur sin panna oftare än den som eldar med exempelvis pellets.

Askhalten i havre är enligt fodermedelstabeller 3,0 – 3,4 % per kg torrs substans. Vid tester av en panna för spannmålseldning vägde Åfab askmängden och mätte upp praktiska askmängder i havre på 2,1 – 3,1 % av invägd bränslemängd. Uppgifter finns också på att mängden aska vid eldning med spannmål blir ca 70 – 90 kg per m<sup>3</sup> ersatt eldningsolja.

Uppgifter om askans volym är knapphändiga. Aska från ved och halm har volymvikter mellan hundra till några hundra kilo per kubikmeter. Erfarenheter visar att askans volym minskar avsevärt när uraskningen av pannan är mekaniserad, enligt en uppgift kan askans volym minskas med 30 – 50 %. På en av gårdarna samlades askan automatiskt upp i ett oljefat på 200 l. Fatet fylldes på en månad under vintern, under samma tid åtgick 2700 kg spannmål, en uppskattning av askans volymvikt är 450 kg/m<sup>3</sup>.

Tabell 4. Exempel på askmängder

<b>Bränsleförbrukning</b>				
Ersatt mängd olja m <sup>3</sup> /år	Mängd havre ton/år	<i>mängd aska</i> kg/år	manuell uraskning m <sup>3</sup> /år	automatisk uraskning m <sup>3</sup> /år
4	12	360	1,0	0,8
8	24	720	2,1	1,6
50	150	4500	13	10
100	300	9000	26	20

Vill man inte aska ur sin panna varje dag under vinterperioden är det klokt att välja en panna med stort askförråd eller med automatiserad uraskning. Vid automatisk uraskning finns en skraptransportör eller en skruvtransportör i pannan som transporterar ut askan till en behållare i eller utanför pannrummet. Behållaren som askan förvaras i skall vara av obrännbart material och utrustad med lock. Locket är nödvändigt för att det inte ska damma.



Bild 10. Automatisk uraskning med skruvtransport till begagnat oljefat.

Hanterar man askan manuellt finns det risk för att dra in fint askdamm i lufvägarna, askan kan irritera slemhinnor. Varför andningsskydd rekommenderas.



Bild 11. Manuell uraskning ur panna, Pannans askbehållare syns i förgrunden.



Bild 12. Askcontainer vid större anläggning.

## Sintring

Det förekommer inte sällan att askan smälter i pannan, sintrar och bildar slag. Tendensen till slaggbildning förefaller att vara beroende av spannmålsslag, spannmålsparti och pannans konstruktion. Askan från vete, rågvete och korn smälter lättare än askan från havre. Det kan

bero på att havreaskan innehåller större kisel mängder än askan från de övriga spannmålslagen. Skillnad i sintring mellan olika partier kan också bero på variationer i gödsling, och vilken jordart havren vuxit i. Har slaggen börjat stelna i pannan kan arbetet med att skrapa ren pannan upplevas drygt. Pannor som är utrustade med rörliga roster och automatisk uraskning minskar risken med att få sintrad aska som ligger kvar i pannan. Erfarenheter från praktiken både i Danmark och i Sverige visar att slaggbildningen blir mindre om man blandar in foderkalk i spannmålen. Rekommenderad mängd för inblandning är 1,5 %.

### **Hantering av aska från pannrum till åker**

Askan är en resurs som växtnäring vilken bör återföras till marken där spannmålen odlas.

Vid de studiebesök som genomförts där spannmålen värmdes upp bostadshuset på gården användes olika metoder för att sprida askan. På gårdar med djurhållning, blandades askan i gödseln för senare spridning. I ett fall blandades askan med gräsklipp från en gräsmatta i en kompost för senare spridning på åker, i några fall lagrades askan i hög i väntan på spridning. De som inte blandade askan i gödsel hade inga sofistikerade spridningsutrustningar. I princip används lastmaskin eller frontmonterad skopa på traktor.

Om spannmål kommer att säljas i större omfattning till bränsle vore det bra om man kan utarbeta ett system för återtagande av aska till gården, eventuellt med utbytesbehållare eller små containers. Det förefaller mest praktiskt om man har möjlighet att blanda askan i gödsel för kombinerad spridning. Ett frågetecken kan vara om hur pumpbarheten på flytgödsel kan påverkas vid stor askinblandning.

## **Spannmålspannor**

### **Dokumentation av olika hanteringssystem vid förbränning av spannmål i Danmark**

#### **1 Twin-heat stoker med Reka panna( 2 x 48 kW) . Stampenborg Praestö, Sjaelland**

Större gods med uppvärmning av förvaltarbostaden och huvudbyggnaden, tillsammans utgör dessa byggnader ca 1600 m<sup>2</sup> byggnadsyta. Godsets har 500 ha egen mark och en djurproduktion med 500 suggor, i helintegrerad produktion. Idén med anläggningen är att hitta billigast möjliga bränsle. Förvaltaren på gården anser det därför vara viktigt att ha ett bra nätverk för inköp av olika bränslen.

#### **Anläggning**

Anläggningen består av två stycken 48 kW Twin Heat stokers som är kopplade till Reka fastbränslepannor. Byggnaderna där pannorna är placerade fungerar också som garage. Värme leds via en kulvert till de byggnader som värms upp. På våren stängs den ena pannan ned och under sommarsäsongen används endast en panna för uppvärmning av varmvatten. Anläggningen har varit i drift i 5,5 år.



Bild 13.  
Twin Heat stoker kopplad  
till Rekapanna

### **Bränsle**

Pannorna har eldats med olika bränsleslag och man har provat samtliga spannmålsslag. Man har också eldat med raps och ärtor. Vid besöket eldades sågspån eftersom det för tillfället var billigast. Erfarenheter från eldning med spannmål är att vattenhalten inte bör vara högre än 17 – 18 % . Vid högre vattenhalter faller energiutbytet. Vid eldning med spannmål blandas foderkalk i bränslet till en mängd av 1.5 %, för att minska problem med att askan sintrar i pannan.

Bränsleåtgången är ca 15 ton på 10 dagar under vintern när det är kallt. Sommartid räcker 15 ton i två månader.

Allt bränsle lagras i fodersilos. Bränslet blåses upp i silon. Gården har en vagn med utrustning för pneumatisk transport. Från silon skruvas bränslet till ett mindre förråd på brännaren. Vid stokern mynnar skruven i en cellsluss för att undvika risk för bakbrand.

Vid upptändning av en kall panna med spannmål som bränsle kan det vara svårt att få spannmålen att tända i början, därför rekommenderas att starta med sågspån och dieselolja för att få en riktigt bra glödbädd.

### **Uraskning**

Uraskningen sker manuellt med skyffel. Askan förvaras i en tunna i pannrummet och töms regelbundet i gårdens flytgödselbehållare och sprids på åkern tillsammans med gödseln.

### **Skötsel**

Förbränningen övervakas varje dag. Tillsynen tar någon minut per dag. Förvaltaren påpekar vikten av att placera pannrummet centralt och lätt tillgängligt för att tillsynen skall kunna ske smidigt. I övrigt plockas brännaren ned för rengöring och uppborring av lufthålen en gång per år. Tidsåtgången är då ca 2 timmar per panna.

### **Specifika frågor om skorstenar**

Skorstenen är tillverkad av keramiskt material. Rökstemperaturerna ligger på ca 200 – 250 grader. Under sommaren eldar man endast för varmvatten i en av pannorna. Det påverkar inte



rökgastemperaturen. Inspektorn har aldrig märkt att det skulle vara någon risk för kondens i skorstenen.

## **2 Refo panna ca 30 kW. Christian Nielsen Fakse, Sjaelland**

Lantbruk som driver smågrisproduktion med 130 suggor. Uppvärmning av bostadshuset och saggstallarna sker från samma värmepanna, totalt ca 800 m<sup>2</sup> yta, Samtliga avdelningar i svinstallet har aldrig uppvärmning samtidigt varför totalytan är mindre.

### **Anläggning**

Pannrummet är inrymt i ett gammalt garage. Refo panna som har ca 30 kW effekt. I pannan finns en behållare för bränslet på ca 250 liter. Anläggningen har varit i drift i sju år. Pannan används även sommartid eftersom värmebehov finns till smågrisavdelningarna. Varmvatten till bostaden tas ut via en värmeväxlare placerad i bostad.



Bild 14. 30 kW panna med bränsleförråd på 250 liter

### **Bränsle**

Flera olika bränsleslag har provats i pannan. Vid besöket eldades vete med inblandning av soja. Sojan hade blivit okänslig som foder varför den hamnat i pannan. Andra bränsleslag som provats var bland annat flis vilket gick bra även vid 40 % vattenhalt. Rent soja mjöl har inte fungerat bra att elda. Lantbrukaren anser att spannmål kan fungera som bränsle upp till 20 % vattenhalt. Han har även eldat med spannmål som varit syrad med propionsyra. Brukaren tycker sig märka att det skiljer i bränsleegenskaper mellan spannmål med olika proteinhalter. Foderkalk blandas i spannmålen för att minska behovet av att skrapa slagg.

Spannmålsbränslet transporteras till pannrummet i en fodervagn på ca 300 l. Bränslet öses upp i pannan för hand med en skopa. Under den kallaste perioden körs bränsle in två gånger per dag. Gården förbrukar ca 20 ton bränsle per år.

### **Uraskning**

Uraskningen sker manuellt med skrapa efter var 100:e kg vete, (borde bli 200 ggr per år). Renskrapning från slagg sker en gång per dag. Askan förvaras i avskuret oljefat i pannrummet. Askan läggs i gödselbehållaren och sprids så på åkrarna.

## **Skötsel**

Tidsåtgången är ca 10 minuter per dag för att sköta anläggningen, normalt är att titta till pannan en gång per dag. Lantbrukaren tycker att det skulle vara positivt att mekanisera påfyllningen av spannmål. Pannan sotas efter varje ton bränsle.

## **Specifika frågor om skorstenar**

Man har eldat med spannmål i sju års tid i anläggningen. Skorstenen är en Isocern skorsten. Han anser att det är viktigt att elda med en hög skorstens temperatur. Rökgastemperaturen svänger beroende på vilken last pannan körs på. När den ligger på pauseldning sjunker rökgastemperaturen. Temperaturen kan bli så låg som 60 – 90°C, vid pauseldning. Vid eldning med stor last ligger rökgastemperaturerna på ca 200°C.

Vid låg last blir skorstenen våt – det blir kondensutfällning. Denna kondens är korrosiv, efter fem år fick lantbrukaren byta förbindelseröret (rökgasröret) mellan pannan och skorstenen.

Han får ingen utfällning av kondens inne i pannan eftersom han har en shunt som alltid styr in varmare vatten tillbaka till pannan. Detta är en konstruktion just för att undvika risk för kondensbildning i pannan. För att minska risken för att få låg rökgastemperatur på sommaren när effektuttaget blir litet blockerar han några av pannans konvektionstuber och minskar på detta sett pannans effekt.

Han tycker att det vore idé att uppfinna en automatstyrning som via temperaturmätare i skorstenen kan stänga eller öppna spjäll i pannan och påverka konvektionsdelens storlek.

Spannmål med vattenhalter över 20 % eller flis över 40 % påverkar eldningen så att det inte går bra att elda vid låglast. Han har även eldat propionsyrabehandlad spannmål men vet inte om det har varit aggressivare för anläggningen. Han har åsikten att halm ger aggressivare rökgaser än spannmål.

## **3. Refopanna, ca 30 kW, Börge Larsen Haslev, Sjaelland**

Tidigare lantbruk där marken är frånsåld, endast en mindre areal med julgransodling finns kvar. Två hus värms upp, bostadsytan är ca 350 m<sup>2</sup>.

## **Anläggning**

Pannan är ca sex till sju år gammal, placerad i en av ekonomibygnaderna.

## **Bränsle**

För närvarande eldas med träpellets. Tidigare eldades med spannmål men man slutade med detta eftersom askan brände fast och sintrade, man tyckte det var för arbetskrävande. Man har också provat att elda med hälften spannmål och hälften träpellets. Samt har eldat en blandning med raps och vete men upplevde att man hade samma problem med askmängd och sintrande aska som vid enbart vete eldning. Åtgång av bränsle under eldningssäsongen oktober till maj är ca 10 – 12 ton. Bränslet är förvarat i ett planlager ovanför pannrummet. Det levereras till gården med hjälp av en bil som kan blåsa upp spannmålen eller pelletsen till det övre planet. Pannans bränslefföråd, ca 250 liter stort, fylls via ett rör med ett spjäll som förskjuts manuellt.

## **Uraskning**

Vid eldning med träpellets sker utaskningen en gång per vecka, vid eldning med spannmål fick man aska ur en gång per dag.

## **Skötsel**

En noggrannare rengöring av pannan sker var tredje månad.

### **4. Faust , 55 kW. Erik Mortensen Fredriksund, Sjaelland.**

Gård som numer drivs vid sidan av en entreprenadverksamhet. En bostad med ca 300 m<sup>2</sup> yta värms från pannan. Uppvärmning av varmvatten sker via en värmeväxlare. Det är första eldningssäsongen för pannan.

## **Anläggning**

Pannrummet är placerat i den gamla mjölkkoladugården intill bostadshuset. Effekten på anläggningen är 55 kW som toppeffekt. Pannans stokerdel är försedd med ett rörligt roster och askutrymmet i pannan är stort.

## **Bränsle**

Anläggningen eldas för närvarande med träpellets, på grund av det låga priset. Tidigare har man prövat att elda ett vete, korn, rågvete, ärtor och kaffeböner men har ingen erfarenhet av havre eldning. Rågvete hade hög vattenhalt 24 %, och kaffeböner med extremt hög (25 %) askhalt. Erfarenheterna av eldning med ärtor och korn är att det luktar illa. Ingen kalk har blandats in i spannmålen. Tanken är att också pröva att elda med majs. En åsikt som framfördes är att spannmål som är sprutat med preparat mot svampsjukdomar förefaller ge mer problem med slagg och sintring än obehandlad spannmål. Lantbrukaren tror att ett svampangrepp på spannmålskärnan påverkar askan så att risken för sintring minskar.

Idag förvaras bränslet löst i en vagn och pannans bränsleförråd fylls på manuellt med en skopa. Påfyllning sker två ggr per vecka. Man skall montera upp två stycken fodersilos à sex ton vardera i utrymmet ovanför pannrummet för bränsleförråd. Bränslet kommer att blåsas upp i behållarna. Pannans bränsledel kommer förmodligen att fyllas via ett manuellt skött spjäll i framtiden.

## **Uraskning**

Uraskningen sker manuellt, vid eldning med träpellets måste man aska ur vart sjunde dygn, vid eldning med spannmål vart tredje dygn. Man tycker inte att man har något problem med att slagg bränner fast i pannan. Problemet med att sprida askan med klumpar i är inte löst. En vanlig handelsgödselspridare kan förmodligen inte användas

## **Skötsel**

Förutom uraskningen tror man att det skall räcka att göra en större service av pannan en gång per år.

### **5. Twinheat 20 kW Jörgen Nielsen Kalundborg, Sjaelland.**

Deltidsjordbruk, anläggningen har varit i drift i sju år. Uppvärmd yta är ca 250 m<sup>2</sup>. Pannan är placerad i ett uthus.

## **Anläggning**

En mindre panna på 20 kW är ansluten till en keramisk skorsten. Pannan används också för varmvatten på sommaren. Stokerns bränslebehållare är ca 500 l.



Bild 15. 20 kW Twin Heat med bränslebehållare på 500 liter

### **Bränsle**

Pannan eldas endast med spannmål och då speciellt vete som odlas på den egna arealen. Inblandning av kalk med ca 1 – 2 % sker. Spannmål med vattenhalter på upp mot 18 % har eldats. Brukaren har också provat träpellets vilket fungerar bättre än vete men bedöms som för dyrt. Bränslet förvaras i ett planlager på övre planet som rymmer 10 ton, påfyllning till pannan via en metallkon är nedsänkt från taket. Påfyllningen av bränslet sker genom att manuellt öppna pannans bränsleförråd och öppna ett spjäll från spannmålsfickan. Årsförbrukning är ca 13 – 14 ton spannmål.

### **Uraskning**

Uraskningen sker efter tre till fyra dygn på vintern och var fjortonde dag på sommaren. Det förekommer slagg i askan. Askan sparas och blandas med gräsklipp från trädgården, sprids ut och plöjs ned på åkern.

### **Skötsel**

Ingen extrem skötsel läggs ned på pannan, enheterna har tagits isär en gång på fem år.

### **Specifika frågor om skorstenar**

Till pannan är monterat en keramisk skorsten, Isocern. I Danmark är det vanligast med keramiska skorstenar. Han har aldrig hört talas om att skorstenarna rostar. Han tror att tillsatsen av krita (kalk) neutraliserar syror i röken.

Rökgasttemperaturen är ca 100° vid tomgång och 200° vid fullast. Fukt i skorsten har inte uppmärksammats.

På sommaren produceras varmvatten av anläggningen. Det fungerar tack vare att han har golvvärme i badrummen som får vara på hela sommaren annars skulle han ha för lite last.. Det är viktigt anser han att returvattentemperaturen till pannan inte understiger 60°. Han anser även att det är viktigt att rensa rökgångarna ordentligt då det blir en fin beläggning som ligger både på pannans tuber och vid anslutningen till skorstenen. Vid skruvens mynning i brännarröret bör man vara noga med att göra rent.

**6. Rekapannor två stycken, 60 kW resp. 80 kW. Jörgen Faye Kalundborg, Sjælland.**

Större gods där jorden numer till stor del är utarrenderad. Tidigare svinstallar är ombyggda till kontor. Lokalerna som värms upp är kontorslokalerna på ca 660 m<sup>2</sup> samt bostäder på totalt 690 m<sup>2</sup>. Har eldat med spannmål sedan 1997.

### **Anläggning**

En 60 kW Reka panna är senare kompletterad med ytterligare en 80 kW panna. Pannan har rörliga roster utformade som trappsteg. Den första pannan installerades 1997.



Bild 16. Askurmatare som mynnar i skottkärra

### **Bränsle**

Spannmål används som bränsle. Man har eldat med vete och en blandning med hälften korn och hälften vete. Bränslet förvaras i två stycken fodersilos. Fodersilorna rymmer 10 – 12 ton och fylls varannan månad. Företaget har en egen vagn med blåsutrustning för påfyllning. Matning från silo till brännare sker via flexiskruvar. Mellan skurv och brännare finns en cellsluss för att förhindra bakbrand. Ett problem med matningen är att lantbrukaren önskar tillsätta kalk. Han efterfrågar automatisk dosering. Bränsleåtgången är ca 350 kg /dygn på vintern eller ca 10 ton per månad, bränslebehovet kommer totalt att vara ca 150 ton per år när även den stora huvudbyggnaden skall värmas upp. Uppvärmning av varmvatten på sommaren sker med el och pannorna släcks ned helt.

### **Uraskning**

Pannorna är försedda med automatisk uraskningskruv som mynnar i en skottkärra. Skottkärran töms var 10:e dag. Askan blandas med hästgödsel som sedan sprids på åkermark.

### **Skötsel**

Varannan dag eller tre ggr per vecka sker en manuell rensning av slagg i pannan. Rökstuber rensas 2 ggr per vecka. Pannorna är även utrustade med luftrensare för att ta bort flygaska ur rökstuber.

### **Specifika frågor om skorstenar**

Skorstenen är isocern inplacerad i en äldre murad skorsten. Det finns ingen tendens till kondens i skorstenen. Inget i anslutning till skorsten eller panna har bytts ut på grund av rost. Returvattnet till pannan ligger på 60° och framledningsvattnet ligger på 80° just för att undvika risk för att få korrosiv utfällning i pannan.

Vatteninnehållet i spannmålen som använts som bränsle har legat på 15 – 17 % och han har ingen erfarenhet av att elda med fuktigare bränsle.

### **7. Baxipannor 2st á 40 kW. Niels Vinderslev Randers, Jylland.**

Uppvärmning av ett bostadshus, ekonomibyggnader som är ombyggda till kontor och affärslokal, sammanlagt ca 2000 m<sup>2</sup>. Båda pannorna stängs ned på sommaren

#### **Anläggning**

Två stycken pannor finns uppställda i den gamla logen, intill den ombyggda kontorsdelen.

#### **Bränsle**

Bränslet förvaras utomhus i en fodersilo av stål med kona bränslet blåses upp i silon vid leverans. Vid besöket eldas med träpellets, den nuvarande pannskötaren har ingen erfarenhet av eldning med spannmål, men tror sig veta att det är mer arbetskrävande än att elda med pellets. Skruven från fodersilon styrs av kännare i pannans bränsleförråd som startar och stoppar samt öppnar bränsleförrådet. Skruven är dessutom försedd med en tidsbegränsning. Pannans förbränning stannar inte under på fyllningen.

#### **Uraskning**

Uraskning sker manuellt, Vid eldning med spannmål sker uraskningen en gång per dag. Till företaget hör 100 ha jord med åkermark där askan sprids.

### **8. Overdahl 80 kW. Fritz Undall Aabybro, Jylland.**

Gård med större bostadshus, bed and breakfast verksamhet med 12 sängplatser dessutom uthyrning av lägenheter till permanentboende. Totala boendeytan som skall värmas upp är 900 m<sup>2</sup>. Inget lantbruk bedrivs.

#### **Anläggning**

Overdahl panna med brännare som inte är utrustat med något bränsleförråd, 80 kW.



Bild 17.  
Stoker utan bränsleförråd

#### **Bränsle**

Anläggningen eldas med spannmål som köps in från den ekonomiska föreningen. Vid leverans blåses spannmålen upp i en större fodersilo som är placerad ovanför pannrummet. Inblandning av kalk sker genom att chauffören häller några säckar kalk över spannmålslasset

innan han blåser upp spannmålen i behållaren. Det är en mycket dammig hantering. Bränsleåtgången är ca 8 – 9 ton spannmål per månad under vintern. Man har också eldat pellets en kort tid men hade mycket dålig kvalitet och gick därför över till spannmål.

### **Uraskning**

Uraskning sker manuellt en gång per dag. Man skrapar också ut slagg, vilket inte upplevs som några problem om den är varm. Har den däremot kylts ned är den mycket hård. Askan läggs i en skottkärra och körs ut ur pannrummet och läggs i hög, bakom pannrummet. Tanken är att askan skall spridas ut på åkern.

### **Skötsel**

Man använder en speciell dammsugare vid sotning pannan. Det har varit stora problem med funktionen av frammatningen av spannmål till pannan. Skruven har gått sönder och bytts ut ca 7 ggr. Systemet är sårbart eftersom värmetillförseln bryts omedelbart om skruven har ett haveri. Om det istället hade varit ett bränsleförråd anslutning till brännaren hade systemet varit mindre sårbart.

## **9. Overdahl 19 kW, Peter Nielsen Hjallerup, Jylland.**

### **Anläggning**

En nyrenoverad och välisolerad villa på 205 m<sup>2</sup> med golvvärme värms upp av en 19 kW anläggning. Villan är mangårdsbyggnad till en gård med 65 ha åker och slaktsvinsproduktion 1200 platser Anläggningen är en Overdahl panna och stoker med 300 l bränsleförråd. Den är placerad i ett uthus. Anläggningen skall stängas av helt under sommaren för varmvattnet produceras med elenergi.

### **Bränsle**

Råg används som bränsle. Foderkalk eller krita tillsätts inte. Bränslet körs in i pannrummet med skottkärra och skopas upp i stokerns bränsleförråd manuellt. Bränsleåtgång är en skottkärra varannan dag, eller trettio kg spannmål per dygn.

### **Uraskning**

Uraskning sköts helt manuellt en gång per vecka. Hittills har askan lagts i en hög utanför pannrummet. Tanken är att askan skall spridas på åkermark, man vet dock inte hur. Slagg upplevs inte som något problem men det finns en del hårda klumpar i askan. Pannan är försedd med en relativt stor asklåda.

## **10. Overdahl, brännare 20 kW ansluten till panna på 63 kW. Ulrik Hypholt Dronninglund, Jylland**

### **Anläggning**

Anläggningen har funnits i 17 månader och den uppvärmda ytan är ca 200m<sup>2</sup>. Brännaren matas med bränsle via en kort skruv från ett buffertförråd på 200 liters. Pannan kan också eldas med ved eller annat fastbränsle om brännaren kopplas ifrån.



Bild 18. 200 liters fat  
som buffertförråd

### **Bränsle**

Anläggningen har i första hand eldats med korn, Havre har också eldats men korn har fungerat bättre. Hanteringen av spannmål är idag manuell. Spannmålen bärs in med hinkar i pannrummet och hålls i buffertförrådet. Tanken är att investera i en silo på loftet ovanför pannrummet. Spannmålen kan då blåsas upp i silon. Matning av brännare kan då automatiseras helt. Bränsleåtgång är ca 40 kg korn/dygn under vintern eller 1200 kg/månad.

### **Uraskning**

Uraskning sker manuellt. Det är ibland problem med slaggbildning. Slaggen följer ofta med vid uraskning. Askan sprids ut på åkermark. Mängden aska är förvånansvärt liten anser brukaren.

### **Skötsel**

Var fjortonde dag sotas pannan.

## **Dokumentation av olika hanteringssystem i Västra Götaland med Sonnys maskiner AB**

### **11 Villabrännare, kopplad till fastbränslepanna**

#### **Anläggning**

Anläggningen består av en Sonny multibrännare kopplad till en äldre vedpanna. Panna och brännare står i pannrummet som tillhör huset. Anläggningen värmer upp en bostad på 140 m<sup>2</sup>. Brännarens effekt är vid havreeldning ca 18 kW och vid eldning med vete ca 8 – 10 kW. För varmvattenförsörjning finns en beredare i pannan. Sommartid sker uppvärmningen av tappvarmvattnet med en elpatron.

#### **Bränsle**

Anläggningen eldas med havre med vattenhalter på 13 – 14 %. Havren förvaras i spannmålsilo som är placerad i en ekonomibyggnad. Förflyttning av spannmål från silon till pannrummet sker med en dammsugare genom att spannmålen sugas via en nedgrävd 2” vattenslang. Vid spannmålsilon är slangen nedstoppad i ett rör som är monterat på fickans kona, slangen slutar någon cm från spannmålens rasbrant i röret. Dammsugaren skapar ett



undertryck i en cyklon som är placerad i pannrummet. När dammsugaren är i drift fylls cyklonen med havre. Fyllnadshastigheten är ca 7 – 8 liter per minut. Gångtiden regleras med en klocka, normalt går dammsugaren 7 till 8 minuter vid varje påfyllning. Från cyklonen släpps spannmålen ned manuellt i bränsleförrådet i brännaren genom att öppna ett spjäll.

Som dammfilter i pannrummet svarar dammsugarens dammfilter. Det byts två gånger under eldningssäsongen

Avståndet till bränsleförrådet i logen är ca 45 m, slangen ligger grunt i marken. Problem som har uppstått med transporten har varit enstaka stoppar om det kommit med grövre föremål eller enstaka halmstrån i spannmålen. Det har hänt 5 – 10 ggr under en eldningssäsong.

Se bild 8 under kapitel hantering av spannmål mellan lager och panna sid 11.

### **Uraskning**

Pannan är försedd med automatisk uraskning. Askskruven mynnar i en metallhink med volym på ca 20 liter. Hinken töms varannan dag. Askan läggs idag på hög, tanken är att sprida askan på åkermark, det har ännu inte skett efter två eldningssäsonger.

### **Skötsel**

Ägaren sotar pannan en till två gånger mellan ordinarie sotning (som är 2 ggr/år). Tidigare eldades pannan med ved och då sotades inget extra mellan sotningarna. I övrigt anser ägaren inte att det är någon extra skötsel i systemet jämfört med tidigare.

När brännaren tänds upp tar man hjälp av ca 0,5 l pellets och 0,5 l tändvätska för att få spannmålen att brinna.

## **12. Villapanna. Dammsugare + doserare**

### **Anläggning**

Endast buffertförrådet av spannmål studerades. En container med ca 2 m<sup>3</sup> volym är monterad på ett chassi. Funktionen att transportera spannmålen från containern till pannan sker på motsvarande sätt som är beskrivet i anläggning 11. Containern är försedd med en skruv som mynnar vid sugslangen. Den av skruven frammatade mängden spannmål är avpassad till slangens sugförmåga. Spannmålsspill vid vagnen drog till sig småfåglar. Även andra djur kan lockas.



Bild 19. Spannmålen sugs från kärran till pannrummet med hjälp av en dammsugare.

## **13. Uppvärmning av två stycken bostadshus på gård**

### **Anläggning**

Anläggningen används nu för andra vintersäsongen. Brännaren är på 95 kW effekt, med en bränslebehållare på 600 liter. Brännaren är kopplad till en Veto-panna som inköptes samtidigt. Värmen leds till två bostadshus med kulvertar. Sommartid värms varmvattnet med el.

### **Bränsle**

Man har endast eldat med lagringsduglig spannmål med en vattenhalt på max 18 – 19 %. Intill brännaren finns ett större buffertförråd i form av en container på hjul. Containern rymmer 2000 kg, vilket täcker behovet för ca tre veckors uppvärmning när det är som kallast ute. Containern används även för att transportera havren från gårdens torkanläggning till pannrummet.

### **Uraskning**

Uraskning sker automatiserat med skrapor i pannan och askskruv. Askskruven mynnar i ett 200 l oljefat. Fatet är försett med lock för att motverka neddamning av pannrummet. Tunnan fylls upp med aska på ca 1 månad. Askans volym minskar när den transporteras av en skruv. Askan har spridits på åkern med hjälp av traktorskopa.

## **14. Handelsträdgård**

### **Anläggning**

Värmeanläggningen är under uppbyggnad. Tidigare oljeförbrukning har varit 350 m<sup>3</sup> per år. Vilket motsvarar ca 900 - 1000 ton spannmål. Olika bränsleslag skall kunna användas.

### **Bränsle**

Spannmålen blåses upp i en begagnad fodersilo med en transportfläkt från Kongskilde.

### **Uraskning**

Uraskning sker automatiskt. Systemet för omhändertagande av askan var inte färdigt vid besöket.

## **15. Större gårdsanläggning**

### **Anläggning**

En anläggning som nyligen har blivit färdiginstallerad. Förutom ett större bostadshus på 600 m<sup>2</sup> boendeyta värms ytterligare två olika hus via panncentralen. Totalt värms en yta av ca 1500 till 1600 m<sup>2</sup> upp. Panncentralen är placerad i en av de mindre ekonomibygnaderna på gården i närheten av bostaden.

### **Bränsle**

Havren köps in och levereras löst till gården. Havren lagras i ett planlager. Transport från planlager sker med frontlastarskopa. I panncentralen finns ett buffertlager (en mindre container) som fylls med skopan. Tidigare oljeåtgång uppskattas till ca 32 m<sup>3</sup>, vilket skulle motsvara ca 80 – 95 ton spannmål.

### **Uraskning**

Pannan är försedd med automatisk uraskning. Askan skruvas till en hjulburen container, med metallock. Volymen på containern är ca 1 m<sup>3</sup>.

## 16. Landsbygdsskola – Åsebro

### Anläggning

Åsebro skola, för ca 300 elever är utrustad med en helt nyligen installerad eldningsanläggning. Förutom skolans lokaler betjänar värmeanläggningen också ett äldreboende, fyra lägenheter i form av radhus. Uppskattad energiförbrukning motsvarar ca 60 m<sup>3</sup> olja eller 150 - 180 ton havre. Tidigare har skolan värmts upp med flis och sedan pellets.



Bild 20.  
Två brännare gör det möjligt att elda mot varierande effektbehov

### Anläggning

Anläggningen består av två stycken 95kW Sonnys multibrännare kopplade till Arimaxpannor. Under sommarperioden kommer en av pannorna att stängas av och den andra kommer att användas för produktion av varmvatten. En befintlig oljepanna kommer att finnas kvar för att eventuellt användas för varmvatten under sommaren.

### Bränsle

Bränslet matas in till pannorna via en 6" skruv som är placerad i ena änden av ett utvändigt äldre flisförråd, med skrapor i botten som matar bränslet mot skruven. Bränsleförrådet har en volym av 25 – 30 m<sup>3</sup>. Förrådet är försett med ett lättare tak och är helt öppningsbart med hjälp av hydraulkolvar. Bränslet kan levereras med tippförsedd vagn.

### Uraskning

Uraskning sker automatiskt från pannorna. Askan transporteras med en skruv ut från pannorna till en metallcontainer som står utomhus. Skruvtransport av askan mal sönder askan vilket minskar askvolymerna med ca 30 – 50 %. Det finns planer på att de lantbrukare som levererar spannmål skall ta med askan tillbaka för spridning på åkermark.

### Sammanfattning

Vid eldning med spannmål kan det vara problem med att askan smälter och sintrar i pannan. Inblandning av foderkalk i bränslet med ca 1,5 % minskar risken för sintring. Brännare/pannor med rörligt rooster och automatiserad uraskning minskar också risken för sintring.

Rökgaserna från spannmålseldning är sura och kan orsaka problem med korrosion om det blir kondens i skorstenar eller rökrör. Vi tror att det därför är uteslutande keramiska skorstenar som används i Danmark. Rökgestemperaturen måste hållas så hög att det inte innebär risk för

kondens i skorstenen. Det är därför lämpligt att dimensionera en anläggning för spannmålseldning så att man undviker att låta pannan gå för ”lågvarv”. Att vid större anläggningar installera två stycken pannor ökar flexibiliteten. För att ytterligare minska risken för kondens är det också vanligt att montera en motdragslucka vid pannan eller på rökröret för att ventilerat skorstenen. Sommartid bör varmvattnet värmas på annat sätt tex. solenergi, el eller genom att man eldar mot en ackumulatortank.

Eldning av spannmål har visat sig innebära mer arbete med tillsyn, rengöring av brännare och panna samt askhantering än träpelletseldning. Praktiska erfarenheter från några som har gått från vedeldning till att elda med havre är att arbetsbehovet har minskat betydligt. Askkan från havreeldning är lätt vilket medför att den ”dammar” ned om man inte har slutna system. Vid påfyllnad av havreförråd till brännare/panna dammar havren kraftigt vilket gör att man för villabruk/egnahem bruk bör tänka på att göra hanteringen så damm och spillfri som möjligt. Spill av havre i pannrum kan dra till sig onödiga skadedjur. Även askkan från havre är lätt vilket medför att den ”dammar” ned om man inte har slutna system.

## **Ekonomi i eldning med havre:**

För att jämföra ekonomin i att elda med havre har vi valt att titta på 5 olika typ anläggningar.

### **En villa:**

En villa med ett värmebehov på ca 36 000 kWh. Det kan vara bostaden på ett lantbruk eller en villa på landsbygden eller i en mindre tätort.

### **Two villor:**

Two bostäder med ett gemensamt värmebehov på 72 000 kWh. Företrädesvis bostäder på lantbruk. Båda bostäderna värms med en gemensam panna.

### **En villa + en lokal:**

En privatbostad och uppvärmningen av en lokal tillhörande företaget som värms av gemensam panna. Värmebehov 72 000 kWh varav hälften kan hänföras till företaget.

### **En mindre industri/lokal:**

Uppvärmning av byggnad tillhörande företag eller offentlig byggnad med ett värmebehov på 225 000 kWh. Det kan till exempel vara någon mindre skola, kyrka eller liknande.

### **En medelstor industri/lokal:**

Även här handlar det om uppvärmning av byggnad tillhörande företag eller offentlig byggnad. I detta fall med ett värmebehov på 450 000 kWh.

I de båda första anläggningarna handlar det om helt privat förbrukning vilket innebär att värmen belastas fullt ut av skatter och moms. Spannmål som används på den egna gården behöver dock inte belastas med moms. Anläggning nummer tre innebär att den halvan som är privat belastas med skatt och moms och den halvan som löper på företaget är skatte- och momsbefriad. I anläggning 4 och 5 är all värmeproduktion till för värmeproduktion i lantbruket alternativt annan verksamhet.

## Kapitalkostnad

Kostnaden för själva investeringen har hämtats från nettoprislistan för en pannstillverkare. Därefter har kostnaden för installation och kringutrustning skattats vilket givit den totala investeringskostnaden. Räntan är satt till 5 %, livslängden är skattad till 15 år för oljepannorna och 10 år för övriga pannor. Alla bibränslepannor i dessa beräkningar har mer rörliga delar vilket kan motivera en kortare avskrivningstid. Med hjälp av annuitetsberäkningar har sedan den totala kapitalkostnaden för respektive panna beräknats.

Tabell 5. Investeringskostnader.

	Havre	Pellets	Flis	Olja
1 villa	74 000 kr	74 000 kr	85 500 kr	48 000 kr
2 villor	90 500 kr	90 500 kr	90 500 kr	53 000 kr
1 villa + en lokal	81 450 kr	81 450 kr	81 450 kr	47 700 kr
1 mindre industri/lokal	148 800 kr	148 800 kr	148 800 kr	96 000 kr
1 mellanstor industri/lokal	257 600 kr	257 600 kr	257 600 kr	168 000 kr

Tabell 6. Årliga kapitalkostnader.

	Havre	Pellets	Flis	Olja
1 villa	9 583 kr/år	9 583 kr/år	11 073 kr/år	4 624 kr/år
2 villor	11 720 kr/år	11 720 kr/år	11 720 kr/år	5 106 kr/år
1 villa + en lokal	10 548 kr/år	10 548 kr/år	10 548 kr/år	4 596 kr/år
1 mindre industri/lokal	18 234 kr/år	18 234 kr/år	18 234 kr/år	9 249 kr/år
1 mellanstor industri/lokal	33 360 kr/år	33 360 kr/år	33 360 kr/år	16 186 kr/år

## Bränslekostnad.

För beräkning av bränslebehovet har vi utgått från värmebehovet på de olika anläggningarna sedan räknat om hur mycket bränsle som behövs av respektive sort för att ge samma mängd energi utifrån energiinnehåll och verkningsgraden.

Tabell 7. Energiinnehåll och verkningsgrad på pannan.

	Energiinnehåll	Verkningsgrad
Havre	4 100 kWh/ton	75 %
Träpellets	4 850 kWh/ton	85 %
Flis	3 500 kWh/ton	75 %
Eldningsolja	10 000 kWh/m <sup>3</sup>	90 %

Tabell 8. Bränslepriser

	Bränslepris inkl. moms	Bränslepris exkl. moms
Havre	1 250 kr/ton	1 000 kr/ton
Träpellets	1 900 kr/ton	1 520 kr/ton
Flis	250 kr/ton	200 kr/ton
Olja användning i lantbruket	8 000 kr/m <sup>3</sup>	3 616 kr/m <sup>3</sup> *
Olja övrig användning	8 000 kr/m <sup>3</sup>	6 400 kr/m <sup>3</sup>

\*efter skattereduktion.

Ingen hänsyn har tagits till att det går att få ett bättre pris vid inköp av större kvantiteter.

En av de stora fördelarna med att elda med havre är att kvalitén inte är avgörande för eldningsvärdet vilket innebär att havrepartier som håller sämre kvalitet som spannmål kan vara attraktiva som bränsle. Det går dock inte att räkna med att det alltid kommer att finnas tillgång till sämre partier. Detta medför att vissa år kommer det att finnas god tillgång på havre med sämre kvalitet och andra år är det svårt att hitta billiga partier. För en framtida odling av havre som biobränsle är det viktigt att lönsamheten motsvarar andra spannmålsgrödor.

## Transport och lagring

Kostnaden för transport och lagring styrs till stor del av hur hanteringskedjan ser ut och hur långt bränslet skall transporteras. Detta medför att kostnaden kommer att se olika ut på olika anläggningar. När det gäller lagring är volymen ofta av större intresse än vikten och därför har vi skattat kostnaden per m<sup>3</sup>. All transport/lagring beräknas ske på ett rationellt sätt vilket gör att vi satt samma kostnad för havre, pellets och flis oavsett förbrukad mängd.

Tabell 9. Kostnad för transport och lagring samt volymvikter

	Transport och lagring	Volymvikter
Havre	150 kr/m <sup>3</sup>	520 kg/m <sup>3</sup>
Träpellets	150 kr/m <sup>3</sup>	650 kg/m <sup>3</sup>
Flis	150 kr/m <sup>3</sup>	200 kg/m <sup>3</sup>
Eldningsolja	25 kr/m <sup>3</sup>	840 kg/m <sup>3</sup>

Flis kan hanteras på olika sätt vilket gör det svårt att jämföra på ett bra sätt. En förutsättning för att de beräknade mängderna skall räcka är att flisen är torr vilket innebär att all flisning måste ske när det är bra förhållande. Detta i sin tur innebär att mycket stora volymer behöver hanteras och lagras på något sätt. Alternativt kan flisning ske löpande under året men om flisen inte är torr så kommer verkningsgraden att bli mycket sämre vilket leder till att större kvantiteter behövs för att få samma effekt och därmed en sämre ekonomi.

## Arbetskraft

För att få en bra jämförelse har vi valt att redovisa eget arbete separat. På detta sätt kan vi även räkna fram hur mycket det går att få i ersättning för sitt arbete vid skötsel av pannan.

Vid jämförelse mellan olika bränsleslag kommer en stor del av analysen att spegla hur man värdesätter olika hanteringskedjor. Att snåla på investeringen kommer att leda till hög arbetsförbrukning för biobränslena. Om detta sedan är lönsamt beror på hur man värdesätter

arbetsinsatsen. För den som skall göra investeringen privat kan det vara av intresse att hålla nere investeringskostnaden och kanske acceptera en högre arbetsinsats. För ett företag är det viktigare att se kalkylen inklusive kostnaden för arbetet. Vi försöker här visa resultatet på ett sätt så att lönsamheten kan jämföras med eller utan arbete. Kostnaden för arbetskraft är i kalkylerna satt till 175 kr/tim.

I kalkylerna har vi räknat med att arbetsbehovet är konstant oavsett anläggningens storlek. En förutsättning för detta är att mekaniseringsgraden är relativt hög annars kommer större anläggningar att kräva mycket mer arbetstid. Till denna arbetstid tillkommer sedan tid för service och sotning som utförs av fackmän.

Tabell 10. Arbetsbehov.

	Havre	Pellets	Flis	Olja
Arbetstid	30 timmar/år	20 timmar/år	30 timmar/år	1 timmar/år

## Drift och underhåll

Posten för drift och underhåll avser främst den del som köps in. Det kan vara sotning, slitdelar till utrustningen samt inköpt service. Delarna blir något dyrare i och med att pannorna blir större men skillnaden mellan de olika storlekarna bedöms inte vara speciellt stor.

Tabell 11. Kostnad för drift och underhåll.

	Havre	Pellets	Flis	Olja
1 villa	5 000 kr/år	2 500 kr/år	5 000 kr/år	1 000 kr/år
2 villor	6 300 kr/år	3 100 kr/år	6 300 kr/år	1 300 kr/år
1 villa + en lokal	5 600 kr/år	2 800 kr/år	5 600 kr/år	1 100 kr/år
1 mindre industri/lokal	7 900 kr/år	3 900 kr/år	7 900 kr/år	1 600 kr/år
1 mellanstor industri/lokal	9 900 kr/år	4 900 kr/år	9 900 kr/år	2 000 kr/år

## Energiskatteåterbetalning

Vid förbrukning av energi i lantbruks-, skogsbruks- och vattenbruksverksamhet har man rätt att söka återbetalning av energiskatterna. Det handlar om energiskatten ca 732 kr/m<sup>3</sup> för eldningsolja av miljöklass 1. Även 79 % av koldioxidskatten kan återbetalas vilket motsvarar 2052 kr/m<sup>3</sup> eldningsolja.

Även för tillverkande industri finns vissa möjligheter att få återbetalning av skatterna på energin. I det fallet gäller att uppvärmning av lokaler för tillverkning och produktionslager ger rätt till återbetalning av skatterna. Slutlager ger däremot inte rätt till återbetalning av energiskatterna.

Uppvärmning av övriga lokaler t.ex. skolor, kyrkor affärslokaler ger inte någon rätt till återbetalning av energiskatterna.

## **Konkurrenskraft för olja**

I och med att vissa användare kan få energiskatterna återbetalda kommer oljans konkurrenskraft att variera mellan olika branscher. För jord-, skogs- och vattenbruk samt för tillverkande industrier där skatten är lägre är det svårt för biobränslen att konkurrera med den ”billiga” oljan. Dessutom ger olja ett mycket driftssäkert och lättskött system.

## **Konkurrenskraft för havre**

De fall där havre bäst kan hävda sig är när den odlas på den egna gården och skall användas till uppvärmning av egna privatbostäder. Anledningen till att havren då kan hävda sig är att den inte belastas med moms vid förbrukning på den egna gården. Eftersom havren tas från den egna produktionen slipper man skatta för försäljningsintäkten vilket medför att lantbrukaren kan elda med ett bränsle som är inköpt av pengar som inte är beskattade. Konsekvensen av detta är att lantbrukarna får ett lägre pris på bränslet. Nackdelen med att elda med bränsle som ”sänker inkomsten” är att det kommer att påverka sjukpenningen och även en framtida pension negativt i och med att inkomsterna sjunker.

Även vid eldning av sämre partier kan havreeldningen bli konkurrenskraftig. Vid ett träpelletspris på 1,52 kr/kg (exkl moms) har havreeldning nästan lika god konkurrens eller något sämre beroende på anläggningens storlek.

I och med att havre är en ettårig gröda kan odlingen lätt ökas om efterfrågan stiger. Areal finns det gått om så det som avgör om det skall bli ekonomiskt intressant att odla är priset på havre för förbränning. Värdet på havre för värmeproduktion sätts i förhållande till alternativa bränslen.

## **Konkurrenskraft för pellets.**

Pellets tillverkas från skogsråvara. Vilket medför att träpellets konkurrerar om råvaran med t.ex. spånskivetillverkare. Priset sätts därmed av tillgång och efterfrågan på råvaran. Eftersom det är konkurrens om råvaran kan inte volymerna öka nämnvärt utan att priset stiger vilket kan försämra konkurrensförmågan för träpellets.

## **Konkurrenskraft för flis**

Kostnaderna för flis är svåra att uppskatta i en generell kalkyl eftersom så mycket beror på hur det hanteras och vilken råvara som används. I denna kalkyl tänker vi oss en gårdsbaserad flisproduktion. Volymerna är för små för att baseras på inköpt flis. Värdet på flisen sätts även på alternativvärdet på råvaran. Om enbart hyggesavfall används så har inte råvaran något värde men så fort material som skulle kunna sälja som massaved så innebär det att materialet har ett alternativvärde. Ett grövre material kommer å andra sidan att innebära en minskad arbetstid för att få ihop nödvändig mängd flis.

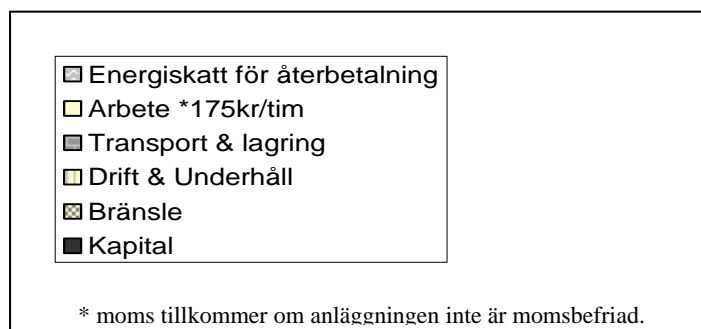
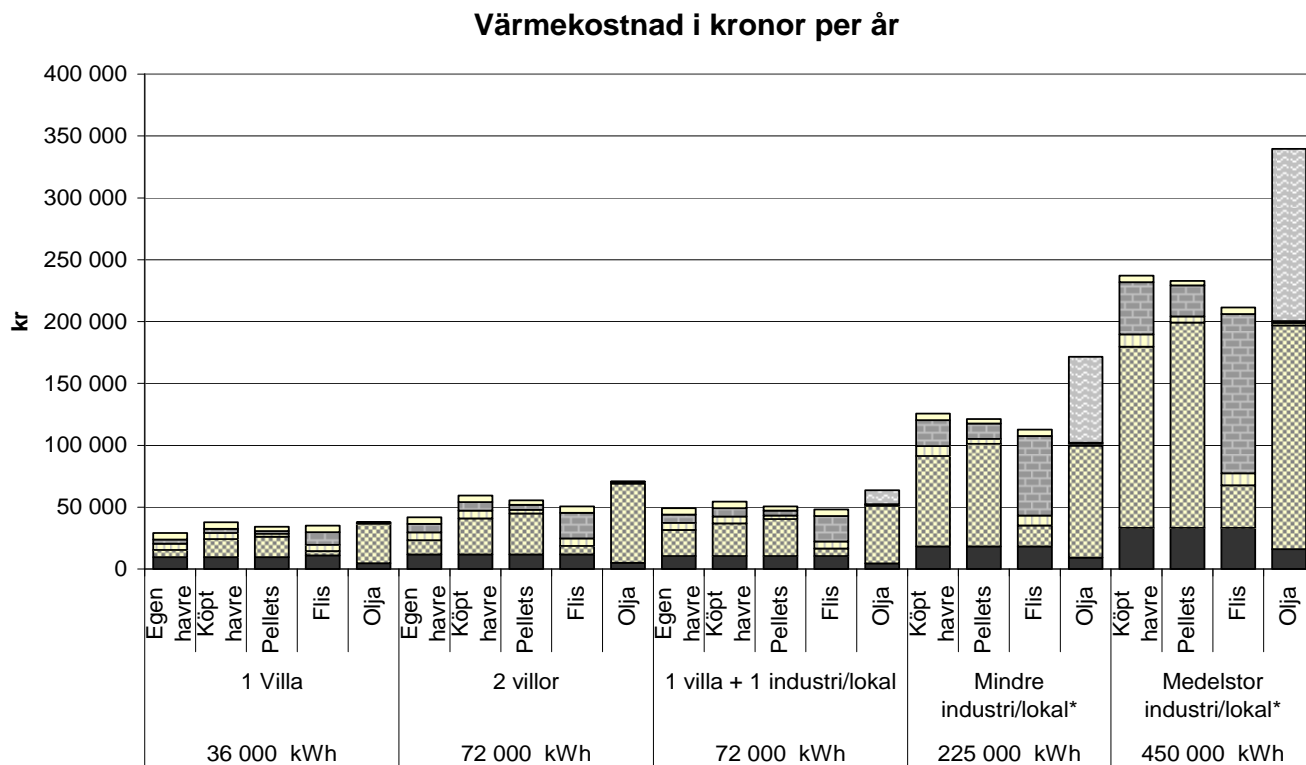
Hanteringen av flisen har stor betydelse för ekonomin. Om bränsleekonomin skall bli god krävs att flisen är torr. Vid fuktig flis kommer pannans verkningsgrad att sjunka. Det finns även en större risk för biologisk aktivitet i fuktig flis som kan innebära hälsorisker för de personer som kommer i kontakt med flisen. Om allt material skall flisas vid lämplig tidpunkt kan det innebära att relativt stort lagringsförråd behövs.



Flis är svårare att hantera än spannmål och pellets. Detta medför att lagret bör ligga nära pannrummet för att det inte skall krävas extra transporter mellan lager och pannrum.

## Resultat.

Figur 1.



De som har möjlighet att använda havre som har odlats på den egna gården får den billigaste uppvärmningskostnaden för uppvärmning av bostaden. Detta beror på de skattefördelar som ges till lantbrukare med egen odling.

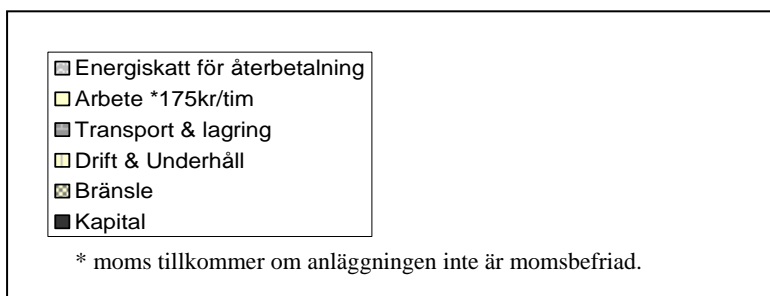
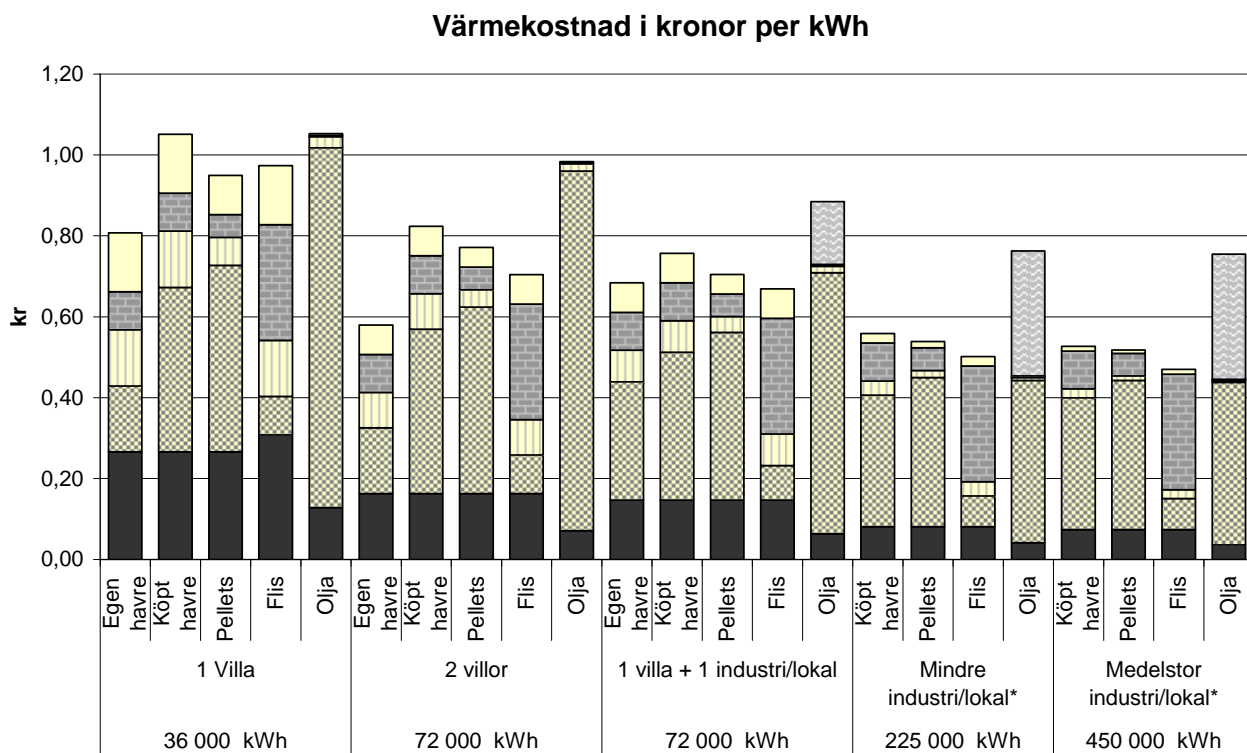
Vid en jämförelse av årskostnaden för en bostad framkommer att skillnaden mellan de olika alternativen inte är stor. Billigaste värmen för den som inte kan odla sin egen havre kommer från träpelletseldning. Uppvärmning med flis kan bli några hundralappar dyrare än pellets och olja är det dyraste alternativet. Kostnaden för havreeldningen i en villa med inköpt havre är jämförbar med kostnaden för olja för den som kräver full ersättning för eget arbete. Eftersom det är privat konsumtion får inget avdrag för moms göras på inköpta varor och tjänster till privat boende.

Vid uppvärmning av två bostäder ser vi ett liknande mönster som vid en bostad. Billigast är egen havre därefter kommer flis som är något billigare än pellets. Vid uppvärmning av två bostäder är det betydligt billigare att använda havre än olja som bränsle.

Vi uppvärmning av en bostad samt någon typ av driftsbyggnad i lantbruket försvinner en viss del av de skattefördelar som egen havre medför. Billigast bränsle är alltså havre tillsammans med flis tätt följt av pellets. Eftersom energiskatten inte skall belasta den delen av eldningsolja som används i lantbruksföretag kommer oljan att bli ett alternativ. Även inköpt havre kan konkurrera med olja för den som inte kräver ersättning för eget arbete. Om exemplet istället speglar en bostad och en lokal som inte berättigar till sänkt energiskatt så är oljan det dyraste alternativet även här. Avdrag för moms på inköpta förnödenheter får göras för den del som löper på företaget.

För de båda storförbrukande anläggningarna som vi har räknat på gäller att oljan är billigast om det handlar om ett jordbruks-, skogsbruks- eller vattenbruksföretag eller en tillverkande industri. Därefter kommer flis enligt våra beräkningar. Pellets och spannmål är med dessa priser jämförbara. Är det lokaler som inte berättigar till lägre energiskatt så är oljan mycket dyrare än övriga alternativ.

Figur 2.



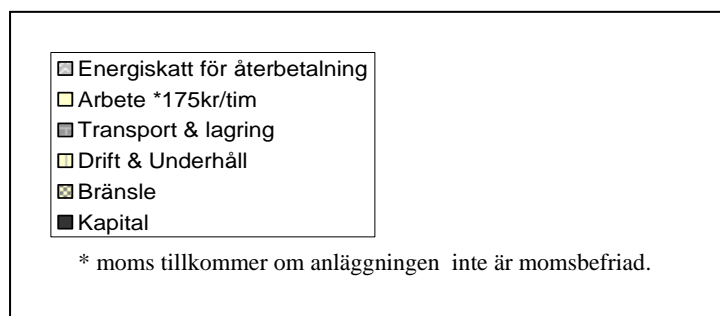
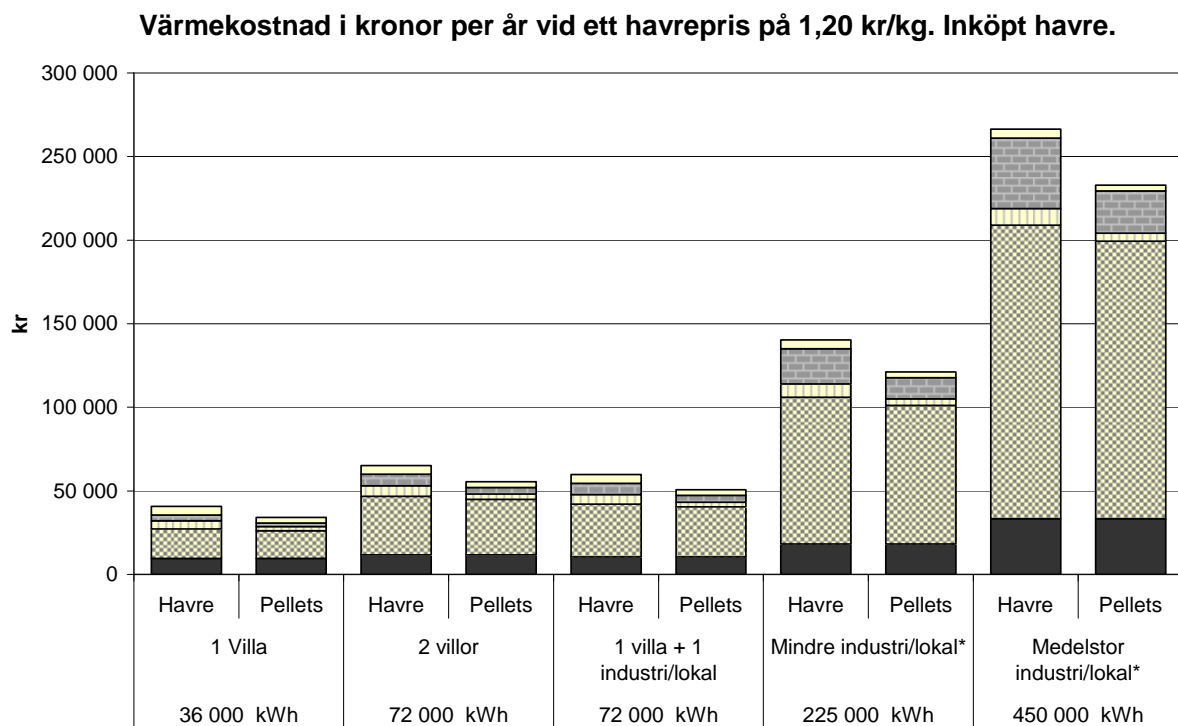
Att köpa eldningsolja innebär att man köper sig en viss del bekvämlighet i och med att den kräver en relativt liten arbetsinsats samtidigt som det är ett mycket driftsäkert alternativ. Samtidigt är det svårt att påverka lönsamheten i och med att största delen av värmekostnaden är inköpt bränsle. Vid eldning med biobränslen kommer de kontanta utläggerna att bli betydligt mycket mindre samtidigt som behovet av eget arbete ökar. För den som har tid och är intresserad kan det vara ett bra sätt att minska på de kontanta utläggerna jämfört med olja.

## Risikanalyis

Vid en investering i ny teknik är det viktigt att undersöka riskerna med tekniken för att se vad som händer om prisrelationerna förändras. Lönsamheten jämförs mellan inköpt havre och pellets för förbränning. Jämförelsen sker vid två olika prisnivåer på havre

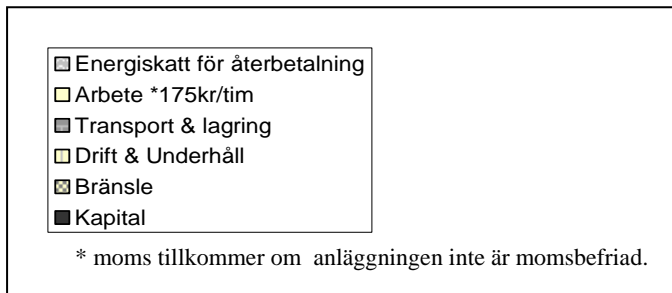
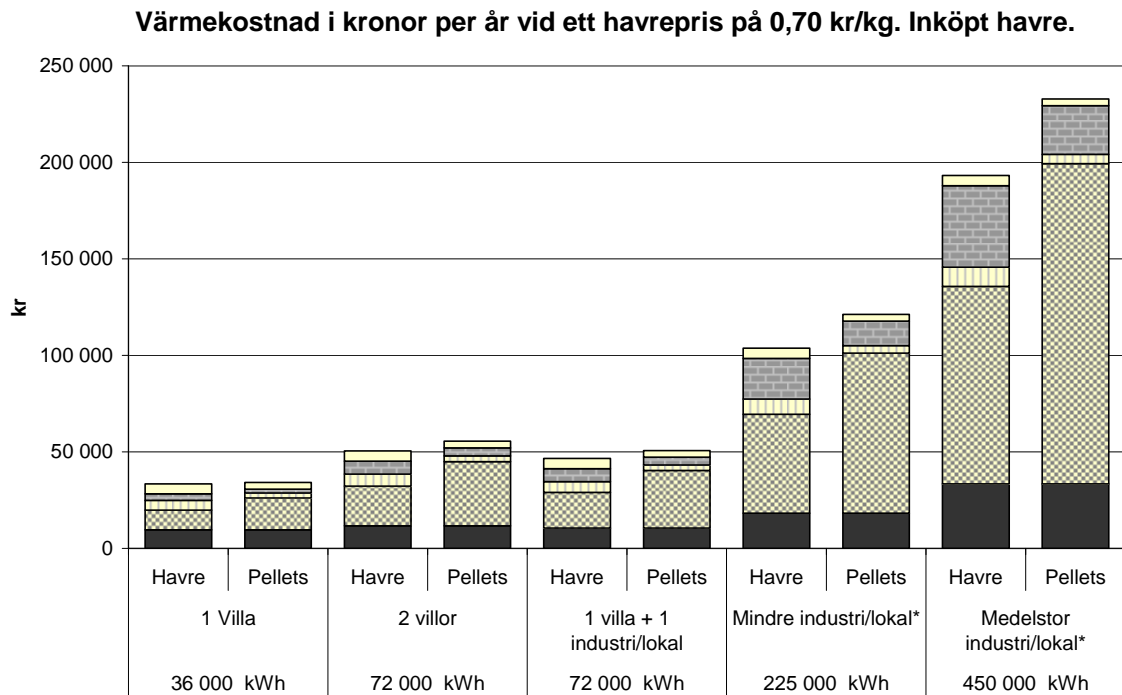
Vid en inköpskostnad för havre på 1,20 kr/kg har havren svårt att konkurrera vid de förutsättningar som denna beräkning bygger på. För dem som kan ordna en billig transport och lagring kan havre även vid detta höga pris vara konkurrenskraftigt.

Figur 3.



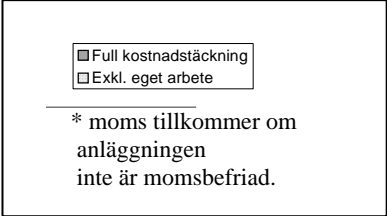
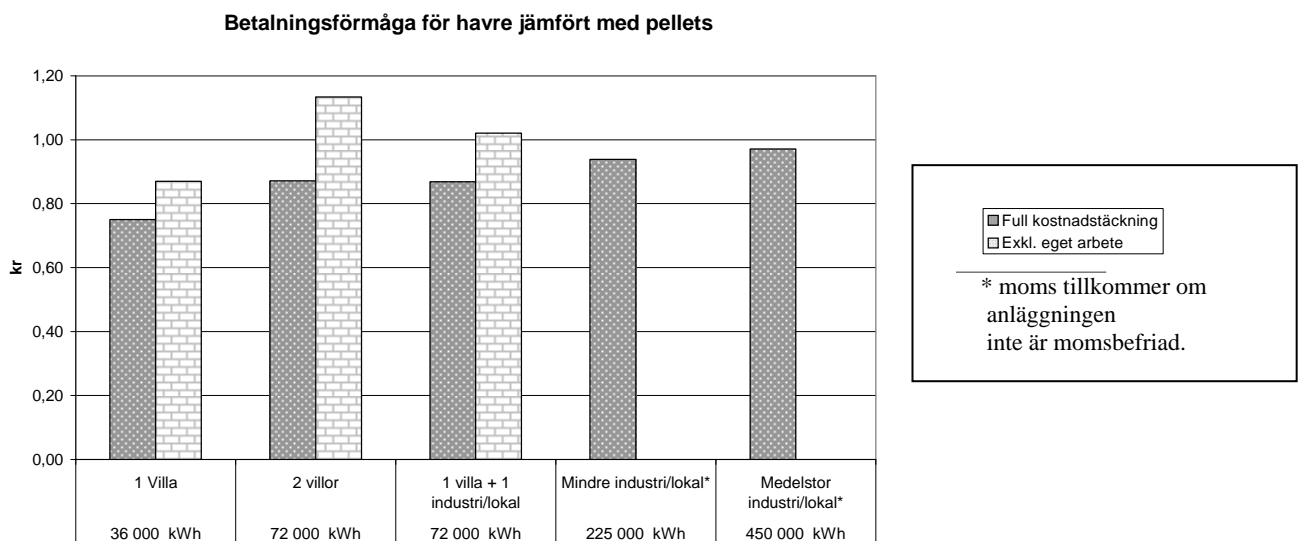
När det går att köpa havre för 0,70 kr/kg är eldning med havre billigare än eldning med pellets.

Figur 4.



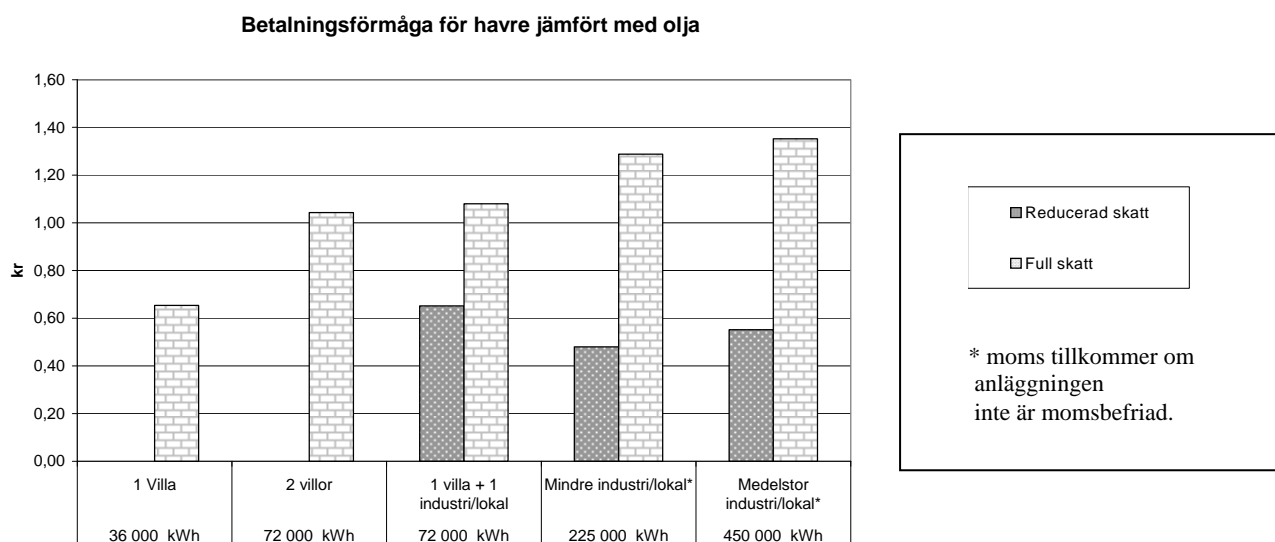
Olika storlekar på anläggningar kan ge olika betalningsförmåga för havren beroende på behovet av arbete, transport & lagring samt drift & underhåll.

Figur 5.



När träpellets kostar 1520 kr/ton exklusive moms (1900 kr/ton inklusive moms) kan en privatperson betala 0,75 – 0,87 kr/kg exklusive moms (0,94 – 1,09 kr/kg inkl moms) för havre med jämförbar lönsamhet. För den som inte ser arbetsinsatsen som en kostnad blir motsvarande siffror 0,87 – 1,13 kr/kg exklusive moms. Mindre och medelstora industrier kan betala 0,94 – 0,97 kr/kg havre exklusive moms och då få lika god lönsamhet i att elda med havre som att elda med pellets. Skillnaderna i lönsamhet mellan att elda med pellets eller havre i större anläggningar är marginell enligt våra beräkningar.

Figur 6.



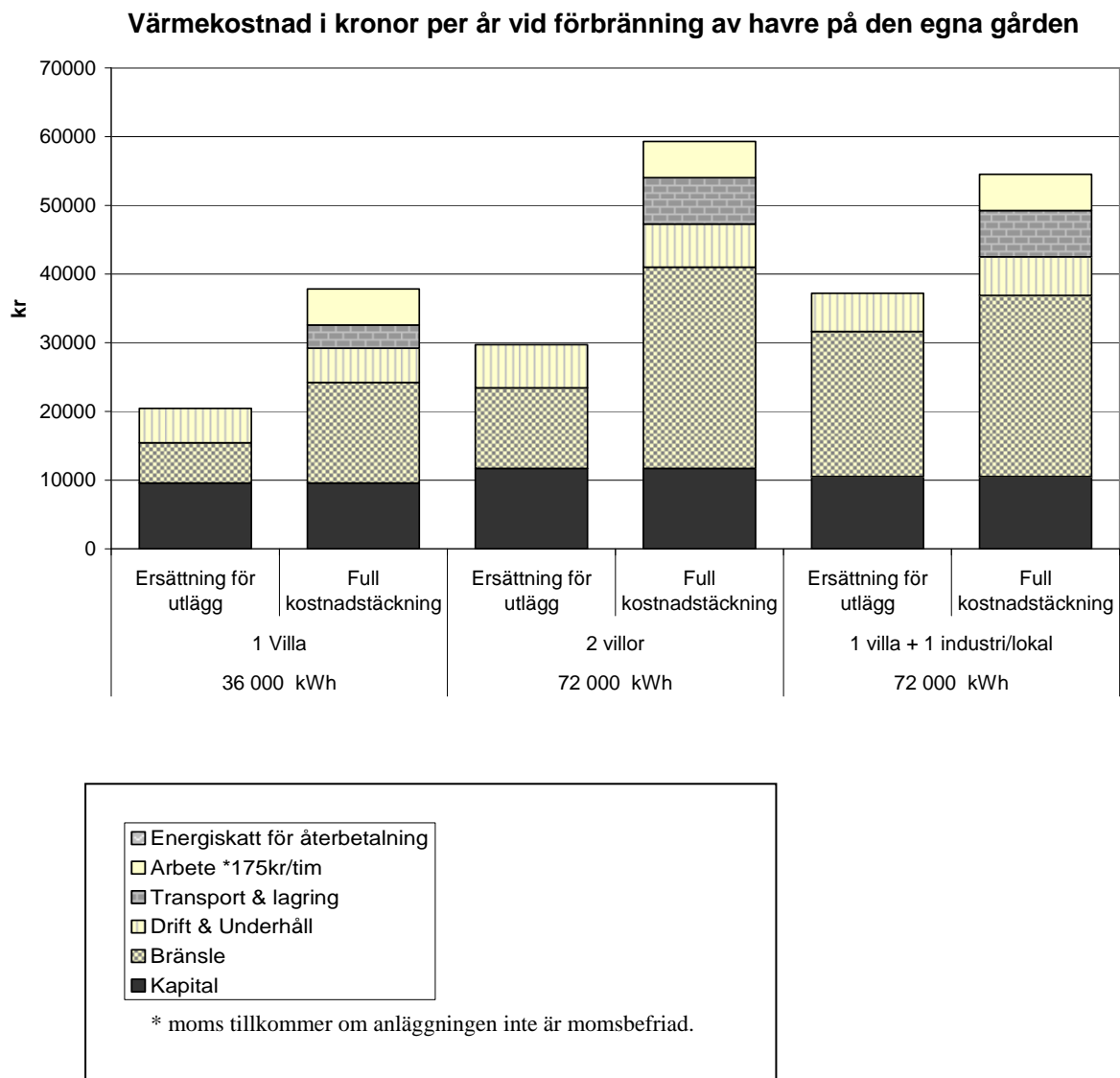
Vid jämförelse mellan att elda med havre och att elda med eldningsolja är det mycket viktigt att ta hänsyn till om reduktion av energiskatten är möjlig eller inte. För lantbruksföretag och tillverkande industrier mm. som har rätt att få tillbaka energiskatten är det svårt att få lönsamhet i att elda med havre. Endast när havrepriset sjunker under 0,48 – 0,65 kr/kg är det intressant att elda med havre.

För privatpersoner och företag/organisationer som inte har rätt till reducerad energiskatt är havre ett mycket intressant alternativ till eldningsolja. Att köpa in havre och kräva full ersättning för eget arbete när värmebehovet endast ska täcka en villa går inte. Då får inte havren kosta mer än 0,65 kr/kg. När värmebehovet för två villor alternativt en villa och en mindre industrilokal kan havren betalas med 1,04 – 1,08 kr/kg. Vid uppvärmning av mindre eller mellanstora industrilokaler eller motsvarande som inte har rätt till reducerad energiskatt kan havren betalas upp till 1,35 kr/kg exklusive moms för att få samma lönsamhet som med eldningsolja.

### Eldning av havre på den egna gården

För den som använder egen havre kan det vara svårt värdera vad det egentligen kostar att elda med havre i den egna anläggningen. Om man inte ser det egna arbete som någon belastning och därmed inte anser att det medför någon kostnad kan arbetskostnaden tas bort. Finns lagringssilo till spannmål som inte utnyttjas på gården är det inte helt nödvändigt att sätta upp lagringen som en kostnad. Under förutsättningar att silon är betald och inte kräver underhåll för att vara funktionsduglig.

Figur 7



Moms och inkomstskatt på egen spannmål behöver inte tas upp som en kostnad. Jämför vi kostnaderna vid full kostnadstäckning och om enbart kostnaden för direkta utlägg tas upp kommer skillnaden att bli ganska stor.

Den faktiska kostnaden för att elda med havre ligger sannolikt någon stans däremellan men den kommer att variera från gård till gård beroende på anläggningens utseende och hur stor investeringsbehovet är.

Ser vi inte arbete, transport och lagring som en kostnad kommer eldning med havre att bli mycket intressant. Betalningsförmågan kan i många fall bli över 2,00 kr/kg havre.

### Slutsats.

Det går att få bra lönsamhet vid eldning av egen havre för de lantbrukare som själva odlar havre. För anläggningar som baseras på inköpt havre är det möjligt att få lönsamhet, särskilt

där en stor del av hanteringskedjan redan finns inom rimligt avstånd från pannrummet. Lönsamheten med eldning av havre blir bättre på sikt om efterfrågan och därmed priset på träbaserade bränslen stiger.

För den som funderar på att investera i någon typ av biobränsle panna kan det vara klokt att tänka framåt och fundera på vilka typer av bränslen som kan bli intressanta under pannans livslängd. Det är inte osannolikt att prisvariationen över året medför att olika bränslen är billigast på olika delar av året.

Ska det gå att få ut ett större mervärde för lantbruket är det inte genom att sälja havre till förbränning. Att sälja färdig värme kan vara ett sätt att bättra på lönsamheten. Då kommer värmen att bli lika lätthanterad som oljan för den som köper värmen och lantbrukaren ser till att det alltid är varmt och att anläggningen sköts och underhålls på ett optimalt sätt. Genom att även tillföra arbetstid är det lättare att få betalt för det mervärde som skapas.

## Stöd för odling av energigrödor

Inom ramen för nuvarande jordbruksstöd finns det möjlighet att söka stöd för odling av energigrödor. Dels finns ett stöd för odling av energigrödor på uttagen areal och dels finns ett stöd till energigrödor som odlas på areal som inte är uttagen areal. Regelverket för båda stödformerna är i princip identiska. Stödet för odling på uttagen areal är att marken får betraktas som uttagen och lantbrukaren erhåller trädesersättningen för marken. Det stöd som är till odling av energigrödor på areal som inte är uttagen areal är max 45 Euro/ha. Det finns dock en fastställd areal för hela EU och om denna areal överskrids kommer ersättningen att minska proportionellt.

För båda stödformerna gäller att spannmålen skall säljas till en godkänd uppköpare. Det går inte att skriva kontrakt med sig själv. Två grannar kan skriva kontrakt med varandra. Köparen måste dock vara godkänd av Jordbruksverket och havren måste hållas isär så att ingen risk för blandning med icke stödberättigad vara sker. Regelverket är dock så snårigt att den som ansöker om stöd för odling av energigrödor måste veta hur dessa stöd skall användas. Sanktionerna mot felaktig användning är mycket hårda. Det är inte bara stödet för odling av energigrödor som riskeras utan även andra stöd kan dras in om inte reglerna uppfylls.

## Havreöverskott

För att göra ett litet räkneexempel på hur stor ökningen av havreeldning som behövs för att utnyttja det överskott som idag finns inom Skaraborg.

Om motsvarande 20 % av lantbrukarna med en bostad (840 st.), 10 % av lantbrukarna med två bostäder eller en bostad samt en produktionsanläggning (420 + 420 st), 400 anläggningar med ett värmebehov på ca 225 MWh och 160 anläggningar med ett värmebehov motsvarande 450 MWh ställer om till havreeldning. Detta skulle innebära 1820 nya anläggningar. För att producera värme till dessa anläggningar behövs det ca 72 000 ton havre vilket ungefär motsvarar överskottet av havre.

Tabell 12. Beräkning av antalet anläggningar för uppvärmning som motsvarar havreöverskottet ( 72 000 ton havre)

Effektbehov MWh	Antal anläggningar st.	Motsvarar m3 olja	Havrebehov ton/anläggning	Total mängd havre 1000 ton
--------------------	------------------------------	----------------------	------------------------------	-------------------------------

---

36	840	3 360	11,7	9,8
72	420	3 360	23,4	9,8
225	400	10 000	73,2	29,3
450	160	8 000	146,3	23,4
Totalt	1820	24 720		72,3

## Miljö

### **Havre som biobränsle**

Havre bygger upp energi i form av kolhydratrika föreningar och proteiner genom solljuset dvs. fotosyntesen och växtnäring i marken. Vid användning av havre till djur, människor eller för uppvärmning frigörs växtnäring, koldioxid och energi till kretsloppet som nästa års odlingsäsong kan ta hand om. Havre är en god förnyelsebar energikälla med kort och effektiv omloppstid.

### **Biobränsle**

Biobränsle är benämning på biologiska bränslen som har en tidsålder som är 10 000 år eller yngre i motsats till det man benämner som fossilt bränsle. Torv kan då både utgör fossilt och biobränsle. Biobränslets energi kommer från solljuset via fotosyntesen. Vid förbränning av biobränslen påverkas inte växthuseffekten.

Tabell 13. Produktionstid för olika bränslen

Bränsle	Produktionstid		Påverkar växthuseffekten
Havre	1 år	Biobränsle	Nej
Pellets	0-100 år	Biobränsle	Nej
Torv	0-10 000 år	Biobränsle	JA/Nej
Naturgas	20 – 300 miljoner år	Fossilbränsle	Ja
Eldningsolja	20 – 300 miljoner år	Fossilbränsle	Ja

*Havre kan producera förnybar energi på ett effektivt sätt under kort period från sådd till skörd med hjälp av solljuset och luftens koldioxid.*

### **Miljökalkyl för havre**

Bakgrundsdata till kalkylerna kommer ifrån Bidragskalkyler för ekologisk och konventionell produktion 2003, Lst Västra Götaland, samt SNV rapport 4455- Det framtida Lantbruket. Uppgifterna till träpellets-kalkylen är tagen från Pelletsparmen JTI 2002 samt ur livscykelanalys från Svensk Bricket Energi. Miljökalkyler i bilaga 1 – 5.

I kalkylerna har endast de energiposter som belastar odlingen dvs. motsvarande särkostnader beräknats. Energiposter som belastar hela gården som traktor, tröska, ekonomibyggnader, tork dvs. motsvarande samkostnader är därav inte med.

Stallgödsel i den ekologiska kalkylen har inte tagits med i beräkningarna då det är en restprodukt i en annan produktion där stallgödselets energiflöde ingår. Stallgödselets



energikostnader är svåra att beräkna och värdera. Dessutom är stallgödsel möjlig att använda både i det ekologiska och i det konventionella systemet.

### Konventionell odlad havre respektive ekologisk odlad havre samt träpellets.

Odling av havre kräver insatser i form av utsäde, växtnäring, växtskydd, jordbearbetning, skörd, torkning mm. De flesta insatser kräver fossila bränslen för tillverkning och drift. Insatsen av energi vid odling i förhållande till hur mycket energi odlingen av havre kan ge är beräknat för att få ett mått på energinetto.

Faktaruta

**Energinetto**  
Energi i skörd - energiåtgång i odling

Tabell 14. Energi netto för konventionell odlad foderhavre respektive ekologisk odlad .

Odlingsform	Energiåtgång i odling/ha kWh	Energiinnehåll i skörd/ha kWh	Energinetto/ha kWh	Diesel åtgång/ha liter	Antal liter diesel för att producera energi som motsvarar 1 m <sup>3</sup> olja (10 600 kWh )
Konventionell havre	2 098	16 400	14 302	211	136,68
Ekologisk havre	1 174	8 200	7 026	118	152,93

Tabell 15. Energinetto för träpellets

	Energiåtgång vid produktion av 1 m <sup>3</sup> pellets kWh	Energiinnehåll av 1 m <sup>3</sup> pellets kWh	Energinetto/m <sup>3</sup> kWh	Antal liter diesel för att producera energi som motsvarar 1 m <sup>3</sup> olja
Pellets	215	3120	2905	74

Tabell 14 visar att energinetto för konventionellt odlad havre är dubbelt så stort som för det ekologiska. Orsaken är att den ekologiska odlingen ger halv skörd i förhållande till den konventionella som ger 4 ton havre per ha i snitt. Miljöaspekter av kemiska bekämpningsmedel, växtnäring samt biologisk mångfald har inte värderats

För att producera lika mycket energi som motsvarar 1 m<sup>3</sup> olja (10600 kWh ) går det åt 2585 kg havre. I den ekologiska odlingen av åtgår det 153 liter diesel för att odla 2585 kg havre, i jämförelse med diesel behovet i den konventionella odlingen som för motsvarande mängd havre är 137 liter. Pellets har för samma mängd energi ett dieselbehov vid framställning på 74 liter.

Vid utbyte av villaolja mot havre som energiråvara minskar behovet av fossil energi med ca 85 % . För träpellets minskar behovet med 95 % . Odling av havre som bibränsle ger en god möjlighet framförallt på landsbygden att minska beroendet av fossil energi

## **Utsläpp vid havreeldning**

### **Koldioxid**

Koldioxid förekommer naturligt i atmosfären. Atmosfären fungerar som ett täcke som behåller lagom mycket av solvärmens den sk. livsviktiga växthuseffekten. Halterna av koldioxid i atmosfären har ökat kraftigt sedan 1900-talet genom förbränning av fossil energi som kol, olja och naturgas vilket leder till att växthuseffekten ökar och påverkar vårt klimat genom att täcket blivit tätare. Medeltemperaturen har globalt ökat med 0,6°C och havsytan stigit med 10–20 cm det senaste seklet.

Även vid förbränning av havre frigörs koldioxid till luften. Denna koldioxid ökar dock inte växthuseffekten eftersom havreplantan tar upp koldioxid från atmosfären när den växer.

### **Svavel**

Svavel är ett nödvändigt växtnäringsämne för växtriket. Svavelinnehållet i havrekärnor är ca 0.11% vid en proteinhalt på 12 %, (uppgifter från databasen STANK).

Vid förbränning frigörs svavel i form av svaveldioxid. Den omvandlas sedan till svavelsyra. Miljöeffekterna är att det så småningom kommer tillbaka till marken som väte och sulfatjoner vilka är försurande. Svavel som växtnäringsämne tas dock upp av växterna för tillväxt.

Svavel som finns i biobränslen ingår i det naturliga kretsloppet och ökar därmed inte halterna i atmosfären vilket sker vid fossil förbränning.

Tabell 16. Svavelinnehåll

Produkt	Svavelinnehåll	Svavelinnehåll motsvarande energivärdet av 1 m <sup>3</sup> eldningsolja
Eldningsolja 1	0,05 – 0,2%	0,5 - 2 kg/m <sup>3</sup>
Havre	0,11%	2,75 kg
Träpellets	0.015%	0,3 kg

### **Kväve**

Havrekärnan innehåll av kväve är ca 1,65 % vid en proteinhalt på 12 %, (uppgifter från databasen STANK)

Vid all förbränning uppstår kväveoxider. Den största delen bildas när luftkväve och syre förenas vid höga temperaturer. En mindre del uppstår av kvävet från den biomassa man eldar. Även kväveoxider bidrar till försurning. Fordonstrafiken står idag för den största andelen av utsläpp.

## Utsläpp vid havreodling

Tabellen nedan beskriver storleken på de utsläpp som uppkommer genom olika produktionsmedel som används vid odling av havre. Se bilaga 6 och 7.

Tabell 17. Utsläpp till luft vid odling av\* 2585 kg foderhavre konventionell respektive ekologiskt.

Odlingsform	Antal liter diesel vid odling av 2585 kg havre	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
Konventionell	137	543	660	120	188 112	209
Ekologisk	153	154	94	10	17 340	10

\*2585 kg havre motsvarar 10 600 kWh vilket är energimängden i 1 m<sup>3</sup> eldningsolja.

Energimässigt förefaller konventionell odling att föredra då det åtgår mindre mängder diesel för att producera motsvarande energimängd 1 m<sup>3</sup> olja har. Samtidigt avgår det stora utsläppsmängder vid tillverkning av handelsgödsel i till den konventionella odlingen vilket avspeglar sig vid en beräkning, se bilaga 6 och 7.

## Aska

För att eldning med havre ska följa kretsloppstanken är det viktigt att askan återförs till jordbruksmarker. Mycket av den växtnäring som är i kärnan återfinns i askan förutom kvävet som försvinner till atmosfären. Askan är basisk vilket bidrar till att minska försurning.

Tabell 18. Havre aska, innehåll i procent av ts av de högst förekommande ämnen.

Sort	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	FeO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>
Belinda	0,07	4,08	0,20	20,30	6,66	0,22	0,33	29,2	34,19

Källa: JTI-rapport 289

Vid eldning av 4 ton havre (1 ha) blir det ca 120 kg aska. Växtnäringsmässigt innehåller denna mängd aska ca 15 kg fosfor, 20 kg kalium, 5 kg magnesium mm att återföra åkermarken. Innehållet av fosfor och kalium i aska är lika stort som i handelsgödsel.

## Övriga miljöeffekter med spannmål – havre som bränslekälla

- Positiv i växtföljden då havre ger ett lägre bekämpningsbehov i efterföljande gröda samt har ett lågt bekämpningsbehov vid odling.
- Bibehåller en öppen landskapsbild

### Övriga effekter

- Högre maskinutnyttjande av befintliga maskiner på gården
- Ger större flexibilitet att bibehålla åkerarealen i systemet för eventuella framtida behov
- Sysselsättning

