



Värmeåtervinning

**Innovativ värmväxlarteknik för
lantbruk, inriktning spannmålstorkning**

Förord

Bakgrund

Inom satsningen ”Goda affärer på förnybar energi” finns 25st goda exempel – Framtidsföretag. Dessa 25 företag som alla intresserade landsbygdsföretagare kan besöka kommer att erbjudas hjälp med forskning och utveckling på energi.

Den 20 februari genomfördes en workshop hos LRF i Stockholm dit alla framtidsföretag var inbjudna att delta. Inför workshopen fick alla framtidsföretag en enkät med frågor om sitt energiföretagande. Bland annat ställdes en fråga om vilka områden som framtidsföretagaren var engagerad i eller intresserad av, resultatet visas i diagrammet nedan.

På workshopen arbetade deltagarna i grupper och fick i uppgift att skriva ner idéer eller problem de såg inom ett område i taget.

Efter workshopen har JTI arbetet med att sammanställa de idéer som uppkom under workshopen och undersökt vad som är möjligt att gå vidare med i form av projekt.

Fou-projekt inom ramen för Goda affärer på förnybar energi

Nio stycken utvecklingsprojekt inom framtidsföretag beslutades att genomföras. Projekten syftar till att öka lönsamheten bland landsbygdsföretag och samtidigt minska beroendet av fossila bränslen.

JTI har fått i uppdrag att genomföra projekten. Idéerna har inhämtats utifrån de workshops som hållits med deltagarna i framtidsföretag

En av de frågeställningar som framkom var vilka möjligheter det finns att framställa spara energi genom att använda värmeväxlare vid spannmålstorkning.

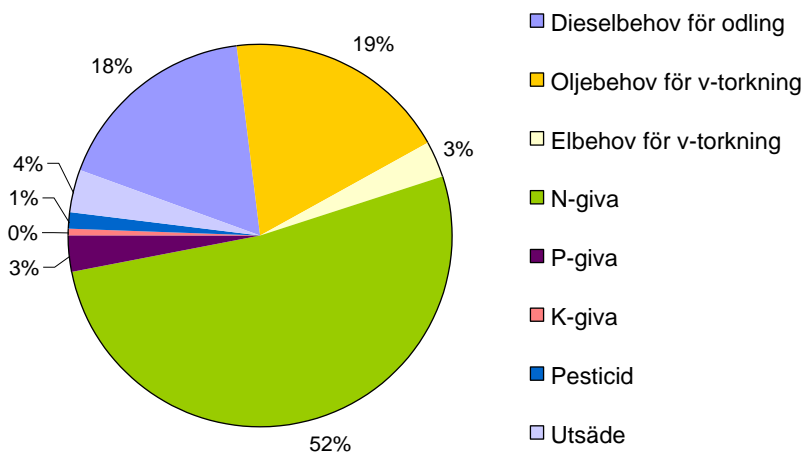
Innovativ värmeverklarteknik för lantbruk, inriktning spannmålstorkning

Orienterande PM 2014-05-22 inom LRF:s satsning Goda affärer på förnybar energi

Gunnar Lundin

Energiuttag i spannmålsproduktionen

För att producera 1 ton spannmål åtgår i storleksordningen 600 kWh, vilket motsvarar energiinnehållet i 60 liter olja. Beträffande fördelningen av denna energimängd utgör ungefär hälften framställning av kvävegödsel. Därefter kommer olja och el för varmluftstorkning respektive diesel för olika odlingsinsatser med vardera ungefär lika stora delar, cirka 20 %, Figur 1.



Figur 1. Fördelning av den energimängd, 600 kWh, som åtgår för att producera 1 ton spannmål. Efter Edström m.fl. (2005).

Varmluftstorkning

I Sverige skördas nästan alltid spannmålen med för hög vattenhalt för att kunna lagras utan konservering (Gss medel 18 %, Gns och Ss medel 20 % enligt SLU:s sortförsök). Nästan all spannmål (80-90 %) torkas med varmluft för att med god marginal kunna uppfylla de hygieniska kvalitetskraven för livsmedel och foder. Denna metod kännetecknas enligt Westlin m.fl. (2006) av betydande energiuttag och höga årliga kostnader (120 kWh/ton vid 6 % nedtorkning respektive 200-380 kr/ton vid nyinvestering).

Vid varmluftstorkning med eldningsolja åtgår cirka 1,85 liter eldningsolja per ton spannmål och procentenhet nedtorkning. Därutöver åtgår motsvarande 5-10 % av denna energimängd i form av el för att driva fläktar, transportörer etc.

Möjligheter till energibesparingar

De betydande kostnader för inköpt energi som är förknippade med traditionell varmluftstorkning har stimulerat till omfattande arbeten under senare år inom såväl forskning som utveckling. Verksamheten, som bl.a. har redovisats av Neuman (2013), har varit inriktad på att dels minska energiuttaget vid torkning dels att använda alternativa bränslen.

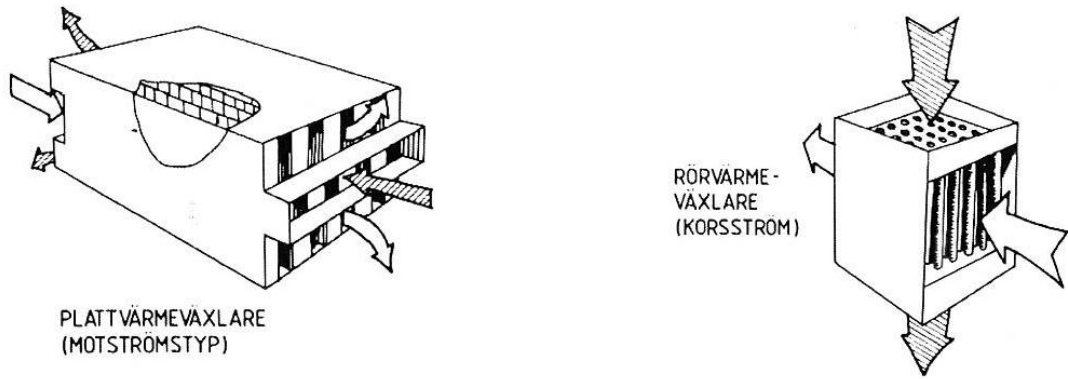
En möjlig väg till effektivisering är att utnyttja den energi som finns i luften som lämnar varmluftstorken. De svenska torktillverkarna Tornum och Akron har tagit fram sådana system som idag tillämpas kommersiellt. Gemensamt för dessa är att frånluft under senare delen av torkningsprocessen respektive från spannmåls kylning återförs för att utnyttjas vid torkningens tidigare faser (www.tornum.se respektive www.akron.se)

Ett alternativt sätt att utnyttja frånluftens energiinnehåll skulle kunna vara att använda värmeväxlare. Energi tas då från den varma, fuktiga frånluften för att förvärma den luft som går till torken. En relativ fördel med detta system är att hela luftflödet från spannmålstorken kan utnyttjas.

Användning av värmeväxlare kopplade till varmluftstorkarnas frånluft är förhållandevis oprövat. Detta till skillnad från ventilationssammanhang där tekniken exempelvis är mycket vanlig i bostäder.

Även i djurstallar där en stor del av värmeförlusterna sker via ventilationen så skulle teoretiskt en stor mängd energi kunna sparas med hjälp av värmeväxlare (Ehrlemark, 2013).

Enligt Ehrlemark har man gjort försök med olika sådana system åtminstone sedan 1960-talet, men tekniken har inte kommit till allmän användning. En anledning är uppvärmningsbehovet, med undantag för kycklingstallar under uppfödningens början, är lågt. Ytterligare ett problem är att stallluft innehåller mycket damm. När luften passerar genom värmeväxlaren fastnar dammet på de kondensfuktiga ytorna. Dessa blir snabbt belagda med en kletig sörja, som minskar värmeledningsförmågan och försämrar effektiviteten. Av kostnads- och effektivitetsskäl vill man göra luftkanalerna så smala som möjligt vilket medför att luftkanalerna lätt sätts igen av dammbeläggningar. För att motverka detta problem har man försökt använda filter och automatiskt renspolning. Det har dock visat sig att filter behöver rengöras eller bytas flera gånger i veckan, vilket blir arbetskrävande och dyrbart. Automatisk spolning har inte heller fungerat, eftersom dammsörjan liknar ett fett klister och vattenspolning därför bara har begränsad effekt (Ehrlemark, 2013).

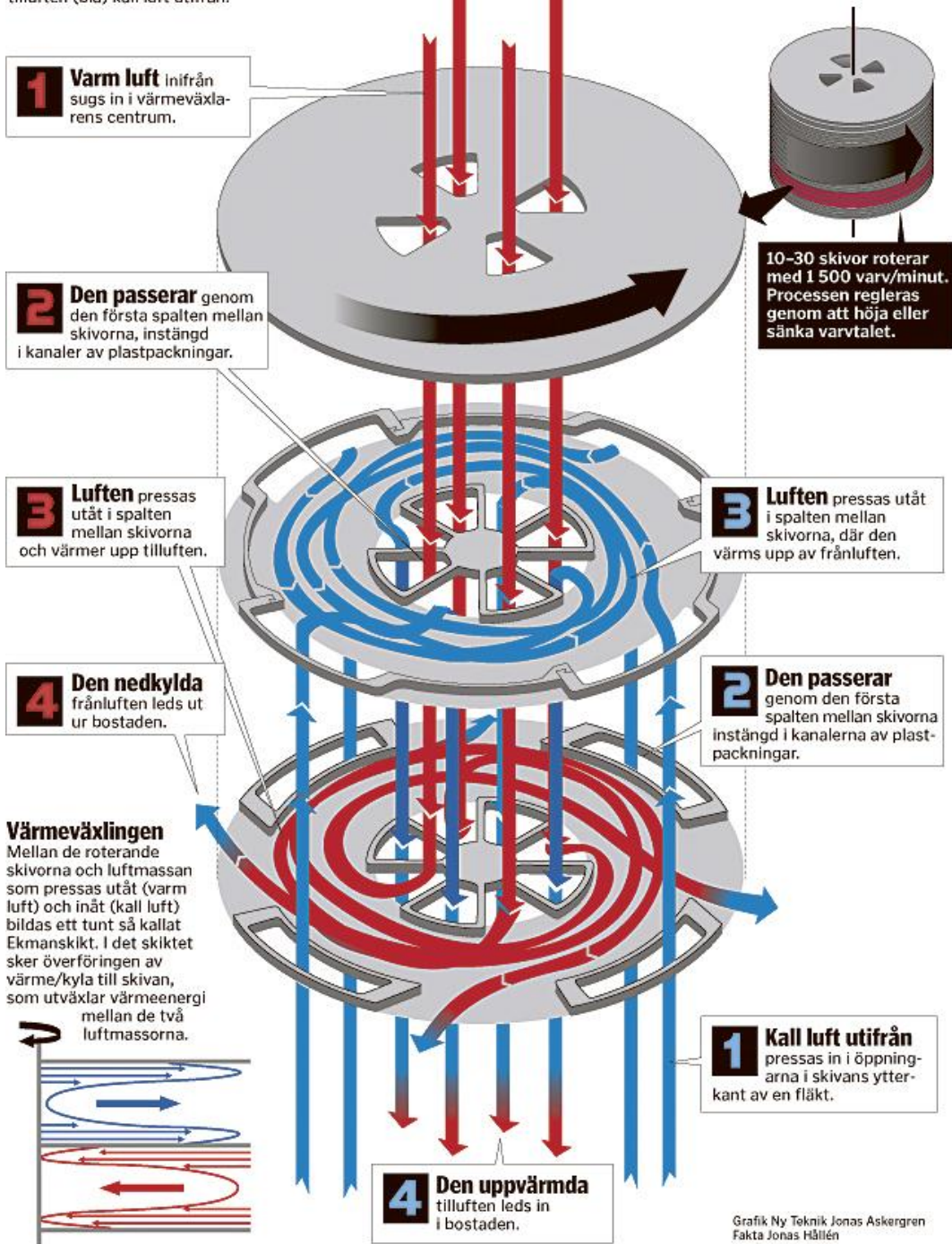


Figur 2. Principexempel på olika typer av luftvärmväxlare (Ehrlemark & Svensson, 1982)

Teknikutveckling värmväxlare

Den svenske civilingenjören Björn Gudmundsson utvecklade under en tjugoårsperiod en värmväxlare med snabbt roterande skivor under beteckningen Rototerm, Figur 3.

Rototerm är en värmeväxlare, som bygger på luftströmning vid snabbt roterande skivor. I exempel nedan är frånluften (röd) varm luft från en villa och tilluften (blå) kall luft utifrån.



Figur 3. Värmeväxlaren Rototerm (Ny teknik, 2008).

Enligt Gudmundsson hade konstruktionen tre fördelar jämfört med traditionella värmeväxlare:

- Överföring av värme via snabbt roterande skivor blir upp till tre gånger mer effektivt, vilket innebär att värmeväxlaren kan göras mindre och lättare.
- Rotationen och avståndet mellan skivorna gör apparaten självrenande från damm, smuts och mögel.
- Utrustningen kräver bara en fläkt i stället för som normalt två.

Under år 2010 arbetade företaget GTerm AB för en kommersialisering av värmeväxlaren Rototerm. Vid sammanträffande med företagets representant och via korrespondens tillställdes JTI muntlig och skriftlig produktinformaton. Denna har använts för *överslagsmässiga* beräkningar av utfallet vid användning av Rototerm vid spannmålstorkning.

I *Tabell 1* redovisas ett sådant kalkylexempel där spannmål torkas med den kontinuerliga varmluftstorken Tornum TK2-07-2 uppvärmd med den oljeeldade pannan Haga HMV 100. Till torken är ett antal värmeväxlare modell Rototerm anslutna, vardera med kapaciteten 1 000 m³/h. Verkningsgraden för värmeväxlarna uppgår till 70 % d.v.s. att förvärmningen av tilluften uppgår till denna procentsats av temperaturdifferensen mellan tilluft och frånluft. Enligt representanter för de svenska torktillverkarna torde detta innebära att tilluften förvärms med cirka 10 grader vilket innebär en energibesparing av i storleksordningen 20 % (Andersson pers. medd., 2010 och Ugander pers. medd., 2010). Med hänvisning till GTerm (Hansson pers. medd., 2010) skulle energibesparingen dock kunna vara några procentenheter högre p.g.a. av den kondensation som uppkommer i värmeväxlaren.

Tabell 1. Ekonomisk kalkyl (överslagsmässig) vid användning av värmeväxlare Rototerm för att utnyttja frånluftens energi vid varmluftstorkning. Prisnivå år 2010.

Parameter	Belopp
Ingående vattenhalt, %	19
Utgående vattenhalt, %	14
Torkningssäsongens längd, dagar	20
Torkningskapacitet, ton/h	2,4
Torkningskapacitet, ton/säsong	1 152
Torkluftflöde till pannan, m ³ /h	9 560
Torkluftflöde från pannan, m ³ /h	11 390
Torkluftflöde från torken, m ³ /h	10 170
Temperatur, torkluft från torken, °C	31
RH torkluft från torken, %	75
Kylluftflöde från torken, m ³ /h	2 900
Temperatur kylluft från torken, °C	30
RH kylluft från torken, %	25
Totalt luftflöde från torken avrundat, m ³ /h	13 000
Antal värmeväxlare	13
Pris värmeväxlare, kr /enhet	20 000
Installation värmeväxlare uppskattning, kr/anläggning	50 000
Total investering värmeväxlare, kr	310 000
Specifikt energiuttag olja spannmålstorkning brutto, l per % nedtorkning * ton	1,85
Totalt energiuttag per säsong brutto, l	10 656
Oljepris efter restitution, kr/l	6,5
Kostnad olja per säsong brutto, kr	69 264
Inbesparing värmeväxling olja, %	20
Inbesparing värmeväxling olja, l	2 131
Inbesparing värmeväxling olja, kr	13 853
Årlig kostnad värmeväxlare avskrivning (10 år) underhåll ränta, % av total investering	20
Årlig kostnad värmeväxlare avskrivning (10 år) underhåll ränta, kr	62 000
Inbesparing olja värmeväxling - årlig kostnad värmeväxlare, kr	- 48 147

Slutsats: Med de förutsättningar som använts i kalkylexemplet leder användningen av Rototerm värmeväxlare vid varmluftstorkning till en energibesparing om cirka 20 %. Rådande prisrelationer medför dock att investeringen inte är företagsekonomiskt lönsam.

Referenser

Litteratur och webb

Ehrlemark A. och Svensson, L. 1982. Energi för jordbrukets byggnader. Aktuellt från lantbruksuniversitetet, 308, Uppsala.

Ehrlemark A., 2013. Handbok i energieffektivisering. Del 5, Ventilation i djurstallar. www.lrf.se/Medlem/Foretagande/Energi/Energihandboken

Neuman, L., 2013. Handbok i energieffektivisering. Del 4, spannmålskonservering, spannmålstorkning. www.lrf.se/Medlem/Foretagande/Energi/Energihandboken

Ny teknik, 2008. Unik värmväxlare renar sig själv. Publicerad den 28 maj 2008. www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article242776.ece

Westlin. H, Lundin G., Andersson C. & Andersson H., 2006. Samverkan vid skörd, torkning och lagring av spannmål. Rapport nr 345 från JTI, Uppsala. ISSN 1401-4963.

Personliga meddelanden

Jens Hansson, 2010. GTherm AB.

Joakim Ugander, 2010. Akronmaskiner AB, Järpås.

Rolf Andersson, 2010. Tornum AB, Kvänum.