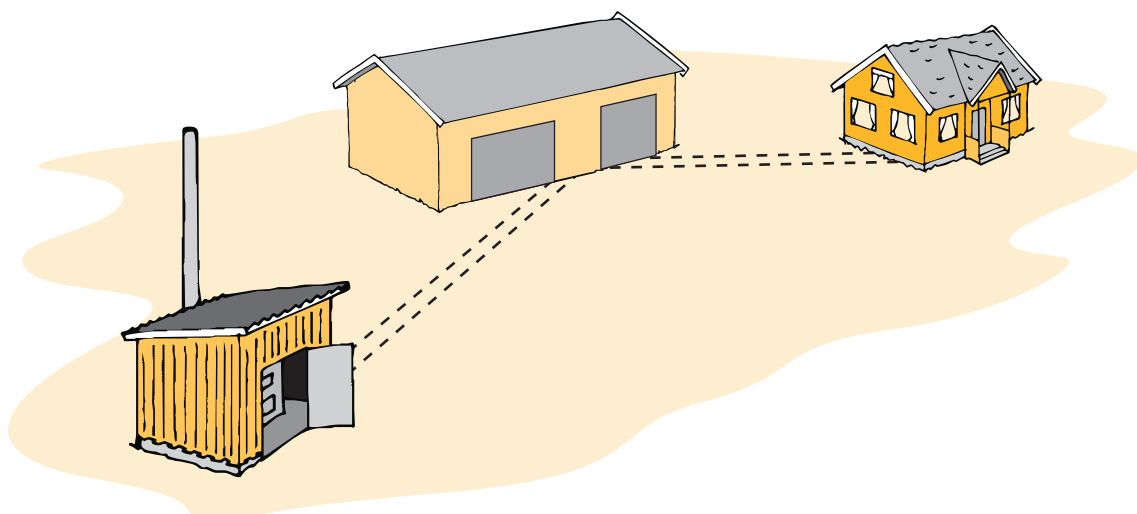


TEKNIK FÖR LANTBRUKET

92

Små system för värmekulvertar på gårdsnivå

Gunnar Hadders



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

2001

Små system för värmekulvertar på gårdsnivå

Ett stabilt högt pris på eldningsolja har åter fått många jordbruksföretag att söka efter billigare alternativ för uppvärmning. I många fall är något av de biobränslen som finns på gården aktuellt, exempelvis träflis, halm och spannmålskärna.

Anläggningar för att elda biobränslen är alltid dyrare än pannor för olja, gas och el. Därför kan det vara önskvärt att koppla ihop flera förbrukningsställen så att investeringen kan spridas ut över en större total produktion av värme. Då dyker frågor upp kring dragning av kulvertar och teknik kopplad till detta. Syftet med denna skrift är att ge de som funderar i dessa banor en grund för samtal med representanter för VVS-firmor och myndigheter. För den tekniska projekteringen krävs professionell medverkan.

När kan det vara aktuellt med värmekulvert?

Överföring av värme via kulvert kallas även fjärrvärme (avser ofta hela eller delar av tätorter) och närvärme (avser ofta en grupp av hus inom en tätort).

För att det ska vara aktuellt att utreda om det är lönsamt att gräva ner en värmekulvert måste följande gälla:

- Man har behov av värme på mer än ett ställe på gården med inte alltför långt avstånd emellan.
- Man står i begrepp att investera i ny pannutrustning på åtminstone en av platserna.

Skäl som förstärker aktualiteten är:

- Man vill sätta in ny utrustning för biobränsle.
- Man vill torka spannmål eller något annat med hjälp av biobränsle.

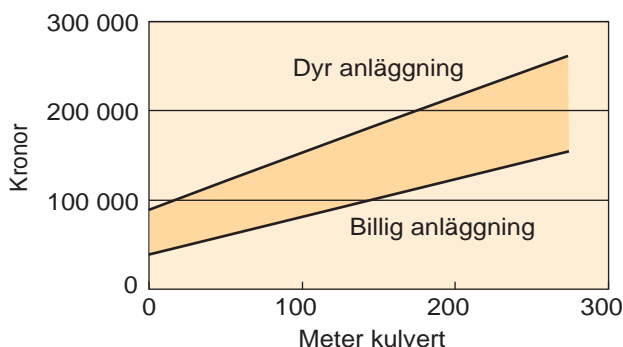


Bild 1. Grov uppskattning av kostnaden för att anlägga ett enkelt kulvertsystem (exklusive panna) med två förbrukningsställen.

Varmare i stallen

Inom vissa produktionsgrenar har man noterat ekonomiska fördelar av att använda mer värme, förutsatt att den är billig. Det har exempelvis gällt uppvärmning av dricksvatten till mjölkkor och av blötfoder till slaktsvin. Högre lufttemperatur i stallar för svin och kalvar kan minska behovet av veterinärbesök samt av foder och strömmaterial.

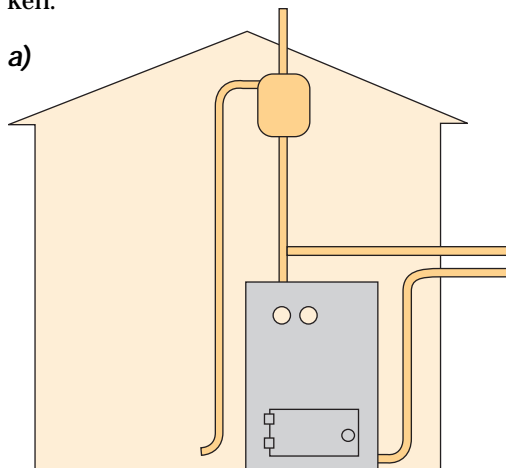
Kanske kan man även ha glädje av att förvärma luft till luftningsfickor för spannmål. Fördelar av den här typen kan vara det som gör att kalkylen för ett kulvertsystem på gården går ihop.

Två typer av system

Öppet system

Ett öppet kulvertsystem har, liksom öppna värmesystem i enskilda hus, ett expansionskärl som har förbindelse med omgivningsluften (atmosfären). Kokpunkten hos vattnet ligger därmed vid 100°C. För att undvika risk att vattnet ska koka håller man temperaturen under 95°C. Det gör det möjligt att använda rör av plast, vilket är det billigaste alternativet.

System med så kallade helbalspannor är som regel bara anpassade för öppna system. Det hänger samman med det driftstryck som pannkonstruktionen tål. Vedpannor kan ingå i såväl öppna som slutna system, med eller utan ackumulatortank, vilket de också gör i praktiken.



Slutet system

I ett slutet system har vattnet ingen kontakt med atmosfären. Det gör det möjligt att arbeta med övertryck, det vill säga större tryck än det i atmosfären. Då höjs vattnets kokpunkt och man kan arbeta med temperaturer över 100°C. Det innebär att man kan överföra större mängder energi per tidsenhet, det vill säga effekt (kW), än i öppna system vid en given diameter hos rören och ett givet flöde.

Högre temperatur och tryck ställer större krav på rören, liksom på panna och övriga delar av systemet. Vad gäller rör måste man använda stål eller koppar. Anläggningen måste vid behov kunna nödkylas automatiskt. Beroende på aktuella tryck och temperaturer kan lagen dessutom föreskriva årlig besiktning. Små, slutna kulvertsystem blir därmed som regel dyrare än ett öppet system med plaströr.

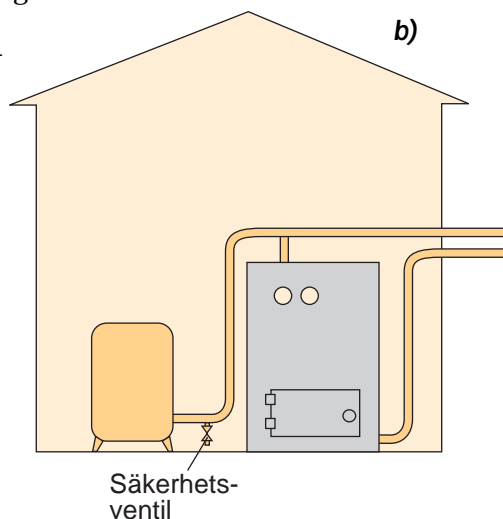


Bild 2a) Öppet system med expansionskärl ovanför pannan.

Bild 2b) Slutet system med tryckkärl bredvid pannan.

Typ av kulvertar

Det finns kulvertar av plast, stål och koppar. Rören säljs ofta kompletta med isolering monterad. Rören kan även vara försedda med en larmtråd som indikerar läckage.

Plast

Så kallad PEX-kulvert består av isolerad polyeten-slang som levereras måttbeställd på rullar som kan innehålla flera hundra meter slang. Beteckningen PEX anger att slangen är diffusionstät avseende syre. Polyeten-rör karakteriseras av att det är relativt okänsligt för

ojämnheter i kulvertdiket och att slangen tål begränsade sättningar. Den är därmed billig att gräva ner. Slangen kan fas i enkel-, dubbel- och 4-rörsutförande lagd i samma isolering.

Plast har en fördel i att den tål stora temperaturvariationer, något som är vanligt i enkla oreglerade system med satsvis eldade pannor för exempelvis ved och halm.

Kostnad för plaströr: från 300 kronor per meter rör i ledningar till enstaka

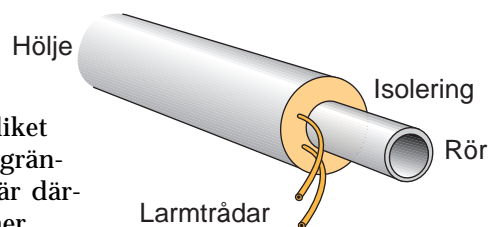


Bild 3. Kulverttrör med isolering och larmtråd. Röret kan även fås i dubbel- och 4-rörsutförande.



villor, upp till 1 000 kronor per meter för system för stora effekter (grävning och nedläggning tillkommer).

Stål

Kulvertar av stål tillverkas i raka längder som svetsas samman, vid behov

Rekommendationer för läggning av plaströr

Kulverten ska förläggas i sand på ett djup av 0,6 meter. Vid trafikerad väg 0,8 meter. Vid behov, vattensjuk mark, ska rör-graven dräneras. Kulverten rullas enkelt ut direkt i rörgraven. Varningsband, lila, bör läggas cirka 0,2 meter under mark. (källa: Maxitherm)

med hjälp av färdiga böjar och T-rör. Kulvert av stål är billigare än plast per meter rör. Den kräver dock avsevärt mer noggrann läggning. Rören måste läggas i speciella mönster (sicksack, "L-" eller sinus-form) för att kompensera för rörens rörelse orsakad av variationer i temperatur. Stålrör kan i lantbruksföretag möjligtvis vara aktuella för överföring av stora effekter inomhus, ovan golvnivå eller i schakt, exempelvis till en tork.

Koppar

Kopparrör, liksom stålrör, tål temperaturer över 95°C och kan därför vara aktuella i system där man behöver överföra stora energimängder per tidsenhet och där man vill begränsa rörets diameter. Alla kopplingar i mark är lödda. Kopparledningar är liksom PEX-rören böjbara och de mindre dimensionerna levereras i måttbeställda längder på rulle, upp till flera hundra meter per rulle. Alternativet är det dyraste bland de tre som nämns här.

Galvaniserade detaljer får under inga omständigheter förekomma i anläggningen! Materialet startar en kemisk process (galvaniskt element) som förstör utrustningen på kort tid.

Val av system

Ofta finner man i jordbrukssammanhang att ett öppet system med plastslang är fullgott och det ekonomiskt mest intressanta. Det är enbart i fall där man behöver överföra stora effekter, exempelvis till en spannmålstork, eller då man ska överföra värme lång väg som ett slutet system med stål- eller kopparrör behöver övervägas. I det senare fallet beror det på att det

slutna systemet blir billigare än ett öppet med den storlek av plaströr som skulle krävas för att begränsa tryckfallet vid en temperatur hos vattnet under 95°C.

Valet mellan stål och koppar hänger ofta främst samman med vilken teknik den aktuella leverantören har satsat på, svetsning eller lödning/pressning.

Dimensionering

En dimensionering av ett kulvertsystem omfattar följande steg:

1. Bestäm maximalt effektbehov
2. Bestäm erforderlig temperaturdifferens i tillopp och retur vid maxeffekt (beror exempelvis på en bostads uppsättning av värmeradiatorer)
3. Beräkna behov av vattenflöde vid maxeffekt (se nästa sida)
4. Bestäm lämplig rördimension (beroende på rörets dimension och placering tillåts normalt hastigheten hos vattnet variera mellan 0,5 och 1,5 meter per sekund, se exempel på nästa sida)
5. Beräkna tryckfallet i systemet med denna rördimension (se exempel på nästa sida)

Pumpar och tryck

Pumpen måste naturligtvis klara de tryck och flöden som erfordras men samtidigt inte vara onödigt stor. En fördubbling av flödet leder till att behovet av eleffekt för att driva pumpen blir åtta gånger så stort!

Normalt monteras pumpen i tilloppsledningen, antingen direkt efter ackumulatortanken eller, då sådan saknas, direkt efter pannen. Denna placering av pumpen ger den bästa fördelningen av trycket i systemet. Avluftningsventiler monteras vid alla toppar i rörkretsen. De kan med fördel vara manuella.

Har man en tork i systemet kan man behöva växla mellan två driftfall (tork inkopplad/tork urkopplad) med varierande

behov av flöde. Det kan lösas genom att antingen ha två olika pumpar, som samtidigt kan fungera som ersättare till varandra vid ett eventuellt haveri, eller genom att den enda pumpen görs reglerbar. Regleringen kan bestå i styrning av pumpens varvtal eller i att pumpens displacement (volym) kan justeras. Styrning av varvtalet med en så kallad frekvensomvandlare efter aktuellt tryck i kulverten kan ofta försvaras med hänsyn till den besparing av elektricitet som utrustningen medför.

Om man stänger av pumpen sommartid för att spara el måste man "motionsköra" pumpen minst en gång i månaden för att undvika risken att pumphjulet kärvar fast.

För dimensionering:

Behov av vattenflöde

Överförbar effekt: $P = q \times p \times c_p \times dt$

där

P = värmeeffekt (W)

q = vattenflöde (m^3/s)

p = vattnets densitet (1 000 kg/m^3)

c_p = vattnets specifika värmekapacitet (4 190 $Ws/(kg \text{ och } ^\circ C)$)

dt = temperaturskillnad mellan tillopps- och returledning ($^\circ C$)

Behovet av vattenflöde är: $q = P/(p \times c_p \times dt)$ [m^3/s]

Beräkning av tryckfall

Exempel på tryckfall (kPa) i ett öppet kulvertsystem kopplat till en ackumulatortank

Raka rör, 300 m	30
Böjar och T-rör	2
Ventiler	15
Värmeväxlare	20
SUMMA	67

Lämplig rördimension

För att hastigheten hos vattnet ska hamna mellan 0,5 och 1,5 meter per sekund måste rörets genomskärningsarea A vara mellan

$q/0,5$ (A_1) och $q/1,5$ (A_2) [m^2 rörarea] (där q är nödvändigt vattenflöde [m^3/s])

Eftersom rörets area (A) beräknas enligt formeln: $A = \pi \times r^2$ och $r = \text{diametern}/2$

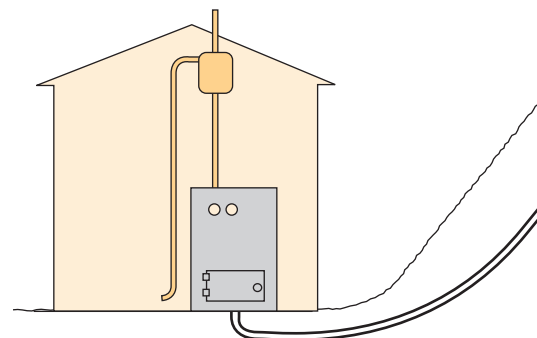
blir lämplig diameter mellan

$2 \times \text{kvadratroten ur } A_1/\pi$ och $2 \times \text{kvadratroten ur } A_2/\pi$

eller ungefärligt uttryckt mellan

$1,6 \times \text{kvadratroten ur } q$ och $0,9 \times \text{kvadratroten ur } q$

I öppna system brukar man inte gå över 80 kPa (0,8 bar) i statiskt tryck, vilket motsvarar en vattenpelare på cirka 8 meter. Det är praktiskt fullt möjligt att ha en värmepump på en nivå som är högre än expansionskärlet vid pannrummet utan att vattnet rinner ut ur systemet via expansionskärlet. Det beror på att det inte kan komma in luft på den höga punkten där värmepumpen sitter. Vid starten av systemet kan det behövas ett hjälppress för att fylla rörkretsen (se bild 5 till höger)



Temperatur

Radiatorsystem i moderna byggnader dimensioneras så att maximal värmeeffekt uppnås vid 55°C och så att returtemperaturen blir mellan 40–45°C. I ett kulvertsystemet måste temperaturen vara högre eftersom man dels inte kan värmväxla med 100-procentig verkningsgrad, dels har förluster i nätet. Förhållandena i kulvertsrörerna kan exempelvis vara 80°C i tilloppet och 60°C i returen.

I system med pannor som matas med bränsle kontinuerligt och efter aktuellt behov av värme kan man ställa in utrustningen så att den alltid ger samma temperatur i tilloppet. I satsvis eldade

anläggningar vill man kunna tillåta en variation för att slippa elda så ofta. Därför väljer man i det senare fallet en lägre dimensionerande temperatur, exempelvis 70°C. Det innebär att man under kalla vinterdagar kan hålla husen varma med en genomsnittlig temperatur i tilloppet på 70°C.

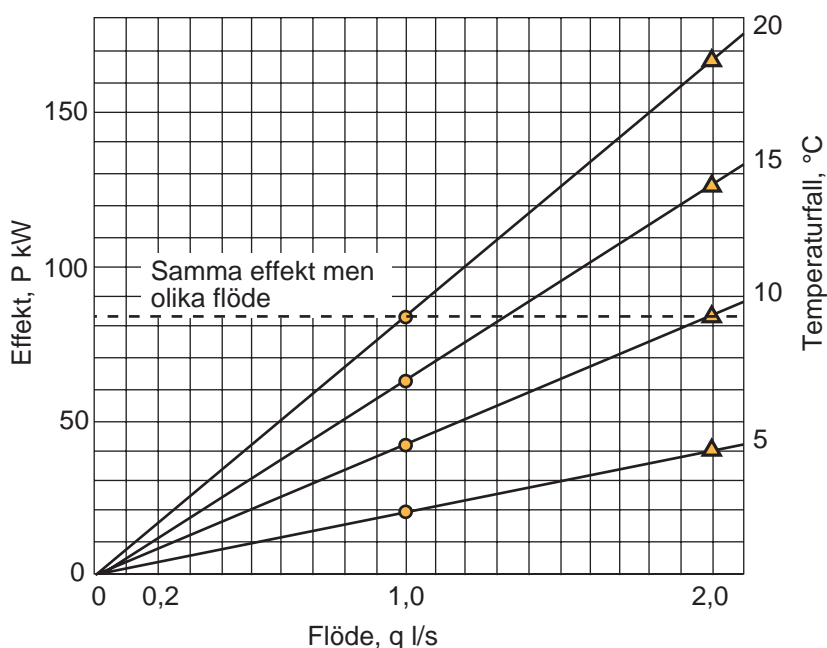


Bild 4. Överförbar värmeeffekt som funktion av vätskeflöde och temperaturfall i radiator-kretsen åskådliggörs i diagrammet.

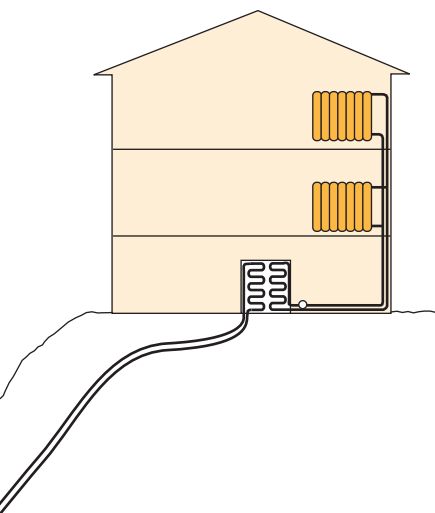


Bild 5. En plats för värmeavsättning kan ligga ovanför vattennivån i kulvertsystemets expansionskärl.

Avsättning av värme från kulverten

Normalt använder man plattvärmeväxlare för att överföra värme från kulvert till bostad eller motsvarande förbrukningsställe. Skälet till att använda värmeväxlare istället för shuntkopplingar eller någon form av termostatventil är att man vill hålla vätskor och tryck i kulverten respektive i värmesystemet i huset skilda åt.

Det är inte ovanligt att det i framför allt äldre hus finns små läckor i anslutningarna av värmeradiatorer och i andra skarvar som medför att den som sköter huset regelbundet måste fylla vatten i systemet. Då tillförs nytt syre. Syre som tränger in i rören förkortar livslängden hos de-

larna i systemet. För att vara rädd om sin investering måste man därför välja att ha separata kretsar, dels för vattnet inom varje hus eller motsvarande värmeförbrukare, dels för kulvertnätet.

Det kan också handla om att systemen har olika gränser för vad de ingående materialen tål ifråga om temperatur, tryck och tillsatser i vattnet och att man av det skälet måste hålla isär systemen.

Värmeväxlaren monteras ofta i det som tidigare varit pannrummet i respektive hus. Fallet i temperatur över en plattvärmeväxlare med vatten på båda sidorna är i storleksordning 10°C.

Expansion

Alla värmeanläggningar måste ha utrustning som hanterar vattnets förändring i volym orsakad av varierande temperatur. Normalt är expansionskärlet dimensionerat så att det rymmer minst 5 procent av systemets sammanlagda vattenvolym. Behovet beror, förutom av systemets volym, även av vilken variation i temperatur som kommer att förekomma. Vid satsvis eldning, då man kanske låter temperaturen variera mellan 50–90°C, behöver kärlet rymma 5–10 procent för att systemet ska fungera väl.

Öppna system har expansionskärlet monterat ovanför pannan eller, om

ackumulatortank finns, ovanför denna. Dragningen av ledningar till kärlet ska alltid ha en liten lutning uppåt för att säkerställa att eventuell luft kan stiga.

I anläggningar med slutet system monteras en tryckbehållare intill pannan i pannrummet.

I system utan ackumulatortank ska expansionsledningen, alternativt ångsamlingsröret med säkerhetsutrustning, anslutas omedelbart före pumpen. Då belastas expansionsystemet inte av pumpens tryckhöjning och trycket på säkerhetsventilen motsvarar bättre det statiska trycket i värmesystemet.

Ackumulering av värme

Det finns inte plats att närmare behandla ackumulering av värme här. Vid projektering – försök hitta en installatör som kan ange referensanläggningar.

Ackumulering av värme är aktuellt i bland annat följande fall:

- Man vill elda ved och halmbalar satsvis. Att elda dessa bränslen i en takt som motsvarar behovet ger under större delen av året dålig verkningsgrad och därmed hälsovådliga rökgasutsläpp.
- Man vill kunna elda bränslen såsom flis, pellets och spannmål satsvis, kanske en gång per vecka, sommartid.
- Man vill undvika att gå upp en storlek i panna och har möjlighet att under enstaka dagar och veckor sätta in andra värmekällor, exempelvis kaminer, elpatron och olja. Man kanske också kan acceptera lägre temperaturer i vissa rum dessa dagar.
- Man vill höja utnyttjandegraden hos en värmepump eller en solfångare. En solfångare förutsätter i praktiken en ackumulatortank.
- Man har möjlighet att köpa el billigare under natten än under dagtid.

Det finns många sätt att koppla in en ackumulatortank i ett värmesystem. Vilket sätt som är bäst beror på aktuella förutsättningar.

Ackumulatortanken placeras oftast på samma eller en högre nivå än pannan. Därmed kan man vara säker på att värmen alltid går från pannan till

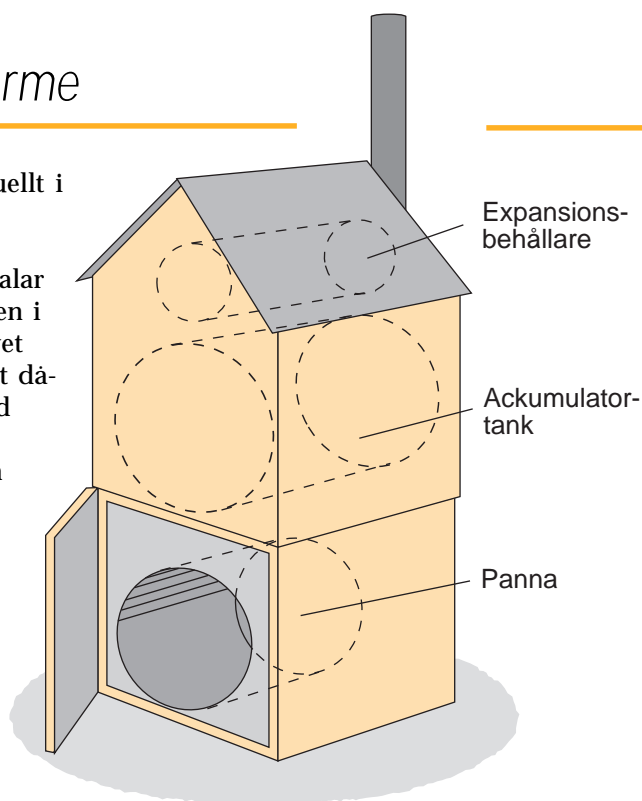


Bild 6. Helbalspanna för halm, ackumulatortank och expansionskärl samlade i en fabriksmonterad byggnad.

tanken eftersom värmen stiger av naturen. Det går att ha tanken lägre med hjälp av pumpar och reglerteknik, men ett sådant system blir dyrare och mer sårbart. Vid ett elavbrott stannar då cirkulationen av omgående.

Ett värmesystem som kompletteras med en ackumulatortank måste också få ett nytt och större expansionskärl.

När behovet av tank tangerar 100 m³ eller mer är det som regel bara begagnade alternativ som kan bli aktuella.

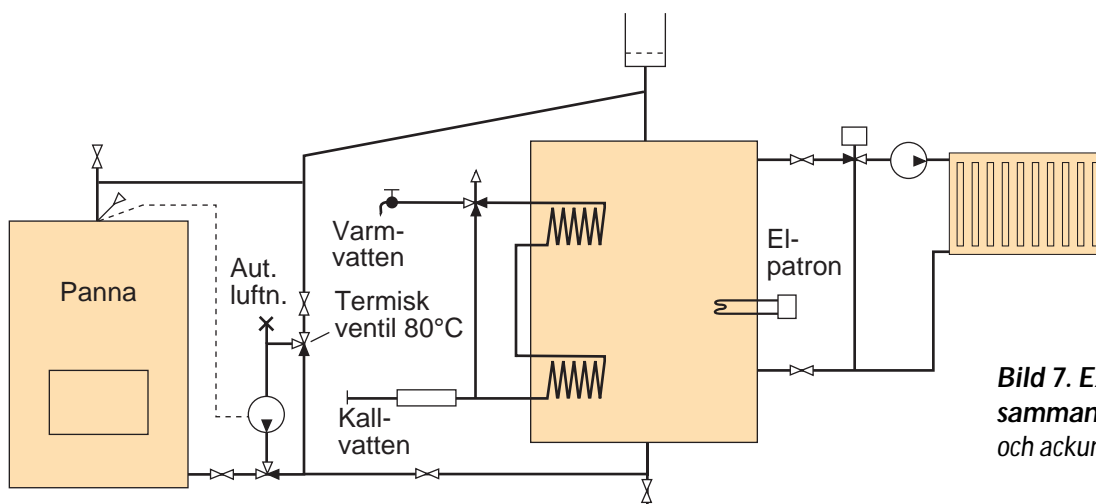


Bild 7. Exempel på sammankoppling av panna och ackumulatortank.

Varmvattenberedning

Vintertid bereds varmvattnet i en särskild beredare kopplad till värmekulverten. Har man en kontinuerligt matad panna för bibränsle är det oftast ekonomiskt försvarbart att sommartid bereda det varmvatten som behövs med hjälp av el. Det hänger samman med att pannan fungerar dåligt vid små uttag av effekt. Förlusterna av värme i rör och kulvertar blir också proportionellt sett stora.

Även för den som eldar satsvis kan det vara skönt att slippa hålla på med eldning sommartid. Kostnaden för en elektrisk varmvattenberedare (mellan 3 000–5 000 kronor för 20–30 liter) är oftast acceptabel i sammanhanget.

Bakterietillväxt i tappvarmvatten

Förutom ekonomiska och miljömässiga skäl finns också hälsoskäl för att använda eldrivna varmvattenberedare av förrådstyp sommartid. Det har att göra med att den så kallade legionellabakterien kan föröka sig i vatten som hålls ljust under långa perioder. För att undvika risk att insjukna som en följd av att ha andats in vattendroppar som innehållit bakterien, rekommenderas att vattnet i beredaren alltid håller minst 60°C.

Torkning av spannmål

Stort effektbehov för torkning

Några exempel på behovet av effekt för att torka spannmål, i så väl kontinuerliga torkar som i satstorkar, framgår av tabellen här bredvid.

Behovet i torken är oftast avsevärt större än behovet för att värma enstaka bostäder på gården. Det maximala behovet av värmeeffekt, det vill säga behovet under årets kallaste dygn, för ett hushåll i en villa belägen i Götaland och Svealand är normalt 10–20 kW.

Tabell 1. Ungefärliga behov av effekt för att torka spannmål

Torkens kapacitet		Effektbehov kW
ton spannmål/tim	kg vatten/tim	
1	40	60
4	160	250
10	400	600

Max effektbehov vid satsvis eldning (ved- och helbalspannor)

Effekten hos en satsvis matad panna avser den tid då det brinner i pannan fortlöpande. En fyllning av en ved- eller helbalspanna brinner typiskt upp på i storleksordningen 6 timmar. Om pannans effekt är lika med det maximala behovet av effekt måste man således under ett kallt vinterdygn fylla pannan fyra gånger. För att öka intervallet mellan fyllningarna väljer man en panna som är avsevärt större än det maximala behovet, ofta dubbelt så stor. Mellan eldningsperioderna hämtas värme från en ackumulatortank.

Gäller det att dimensionera pannan efter behovet hos en tork går man dock som regel efter pannans märkeffekt. Skälet till det är att man under skörden vanligtvis accepterar att fylla 3–4 gånger per dygn.

Inte för stor panna

Att investera i en värmeanläggning för bibränsle att använda enbart för att torka spannmål under fyra till åtta veckor per år är sällan ekonomiskt intressant. Om man har behov av värme även till djurstallar och många bostäder är förutsättningarna bättre.

Man bör undvika att dimensionera pannanläggningen så att den blir för stor med tanke på behovet av värme vintertid bara för att kunna klara behovet i torken (se ruta på sidan 9). En för stor panna ger till att börja med naturligtvis en onödigt stor investering. Är det fråga om en kontinuerligt matad panna kommer en alltför stor panna dessutom att medföra låg verkningsgrad och smutsiga rökgaser under långa perioder av året. Då är det bättre att nöja sig med att förvärma luften till torken med bibränsle och att

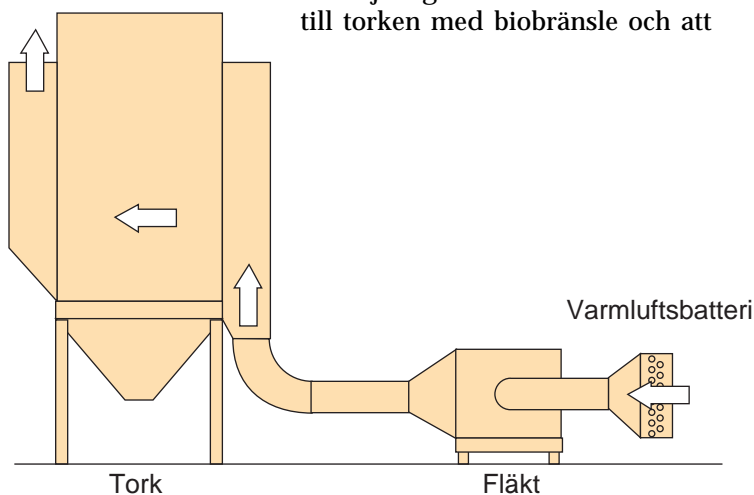


Bild 8. Varmluftsbatteri och fläkt framför spannmålstork.

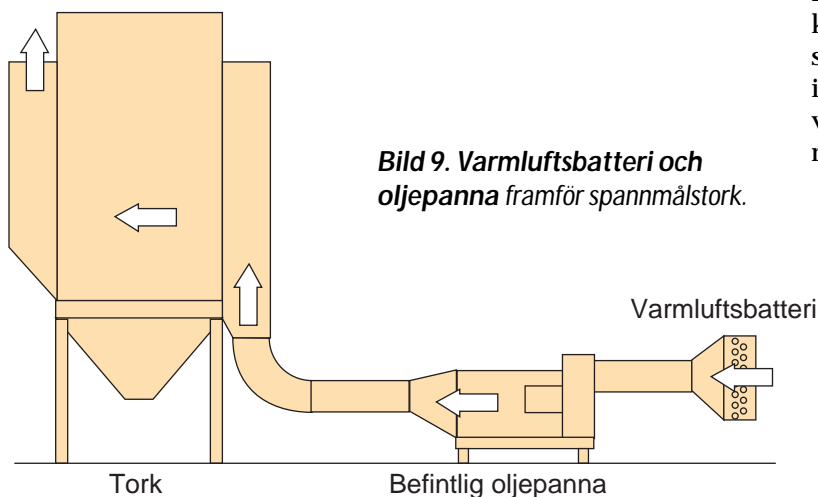


Bild 9. Varmluftsbatteri och oljepanna framför spannmålstork.

”toppa” med olja. Rent praktiskt kan det arrangeras som i bilderna nedan till vänster.

Ibland sätter man en oljepanna som reserv intill sin fastbränslepanna. Då kan man koppla den så att man under perioden då man torkar spannmål låter båda pannorna arbeta samtidigt.

Man kan vidare arrangera så att det går att släppa ut varmare vatten i kulvertören som går till torken än till resten av kulverten. Då väljer man stälror i torkkretsen.

Varmluftsbatteri

För att föra över värme från vatten till luft används ett varmluftsbatteri. Temperaturfallet över ett varmluftsbatteri är ofta kring 20°C. Det innebär att, om man vill ha 70°C hos torkluften måste vattnet i kulverten hålla 90°C när det kommer fram till varmluftsbatteriet. Dessa förhållanden kan fungera väl om pannan ligger nära torken. Vid vissa förutsättningar kan man få driftstörningar orsakade av att temperaturen i pannan ibland når den temperatur då säkerhetssystem och larm går in.

Gas- och oljebrännare regleras åtminstone delvis genom att de går av och på. Det medför betydande svängningar i lufttemperaturen. En fördel av att driva torken med ett fast bränsle istället för gas och olja är en jämnare tillförsel av värme och därmed jämnare temperatur hos torkluften. Detta ger en viss besparing av energi.

Vinterförvaring av varmluftsbatteri

Ett varmluftsbatteri kan lätt skadas av kyla. Att koppla loss det från värmesystemet och tömma det på vätska är inte tillräckligt. Eftersom rören i värmväxlaren är mycket små kan man inte räkna med att få ut all vätska.

De alternativ som erbjuds är därmed:

- Förvara varmluftsbatteriet i frostfritt utrymme.
- Fyll varmluftsbatteriet med en frostfri vätska.
- Låt varmluftsbatteriet sitta kvar, men isolera det och se till att det alltid finns ett litet flöde genom (riskabel lösning).

Kostnader för kulvertsystem

Följande kostnadsuppgifter ger en grov uppfattning om i vilken storleksordning en investering kan hamna. Värdena avser förhållandena 2001. Installationsfirmans arbete tillkommer.

- Rördragning: 300–1 000 kr/meter raka rör.
- Grävning i obelagd mark samt eventuell grusning och dränering (exkl. återställning av eventuell gräsmatta eller beläggning): 50–100 kronor per meter.
- Pump: 5 000–20 000 kronor.
- Plattvärmväxlare: 5 000–15 000 kronor per styck.
- Övervakning och styrning: 5 000–20 000 kronor.

Egenprovning

Innan ett värmesystem tas i drift ska det kontrolleras och justeras av VVS-montören. Kontrollen ska dokumente-

ras av en kvalitetsansvarig person och dokumentet ska lämnas över till ägaren. Förfarandet kallas egenprovning.

Sammanfattning

- Genom sammankoppling av flera värmeförbrukare till en panna kan det bli ekonomiskt möjligt att elda biobränsle, och kanske också att torka spannmål med samma bränsle.
- För små kulvertsystem på gårdsnivå är det oftast ett öppet system med plastslang som blir aktuellt.
- Väljer man en satsvis eldad anläggning för exempelvis halm (helbalspanna) eller ved fungerar den bäst kopplad till en ackumulatortank.
- Lantbrukare med kulvertsystem väljer ofta att under sommarmånaderna värma varmvatten med el.
- Kulvertsystem måste dimensioneras av en fackman.
- Värme kan levereras vid punkter som ligger över nivån för systemets expansionskärl.

Värdefulla synpunkter på textinnehållet har lämnats av:

Kjell Brunåker, K Teknik, Falun

Stefan Blom, Svenska Neuro, Kävlinge

Peder Ericsson och Peter Ohlsson, Installatörernas Utbildningscentrum IUC, Katrineholm

Roland Landin, RL-Innovation, Lidköping

Mer att läsa!

Värme – Distribution. 1997. (Läromedel för gymnasium och fortbildning). Liber.

Akkumulatortsystem – en installations- och dimensioneringsguide. 2000. Konsumentverket.

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik är ett **industriforskningsinstitut** som arbetar med forskning, utveckling och information inom områdena jordbruk, miljö, energi och avfall.

Det övergripande målet är att utveckla ny teknik som både är miljövänlig och kostnadseffektiv och som på olika sätt kan stärka konkurrenskraften inom jordbruk och industri.

Vill du få fortlöpande information om aktuell verksamhet och nya publikationer från JTI? Beställ våra nyhetsbrev Axplock från JTI och JTI-perspektiv, som är gratis. Axplock från JTI tar främst upp ämnen som rör lantbruk och industri, och JTI-perspektiv handlar om kretslopp och avfall.

Du kan också prenumerera på Teknik för lantbruket, som kortfattat beskriver ny teknik och nya metoder inom lantbruket. Vill du fördjupa dig ytterligare finns JTI-rapporterna, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt. JTI-rapporterna beställer du som lösnummer från JTI eller hämtar hem gratis som pdf-filer från vår webbplats: www.jti.slu.se



JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

© JTI, 2001. Enligt lagen om upphovsrätt är det förbjudet att utan skriftligt tillstånd av copyrightinnehavaren helt eller delvis mångfaldiga detta arbete.

Ansvarig utgivare: Lennart Nelson
Faktaunderlag: Gunnar Hadders
Text och grafisk form: Katarina Reinius
Illustrationer: Kim Gutekunst

JTI , Box 7033, 750 07 UPPSALA
Tfn 018 - 30 33 00, fax 018 - 30 09 56
Besöksadress: Ultunaallén 4
office@jti.slu.se, www.jti.slu.se