

A6. Verkningsgrad

Begreppet verkningsgrad beskriver hur stor andel av energin som nyttiggörs i pannan. Ordet verkningsgrad används på olika sätt och i olika sammanhang, inte minst i reklamen för pannor. Begrepp som dyker upp vid jämförelser mellan pannor är bland annat förbränningsverkningsgrad, pannverkningsgrad, årsmedelverkningsgrad, systemverkningsgrad och systemårsmedelverkningsgrad. Det kan vara lite förvirrande. Seriösa branschföreträdare använder pannverkningsgrad som standardbegrepp vid jämförelse mellan pannor. Som konsument har man rätt att förvänta sig att det är just pannverkningsgraden som anges.

Verkningsgrad är ett begrepp med många betydelser. Därför måste det alltid framgå vilken verkningsgrad som avses. Förutom de olika avgränsningarna av system måste även beräkningen av verkningsgraden definieras, om den avser hela värmesystemet eller endast del därav.

Vid beräkningar av verkningsgraden för värmesystemet förekommer olika definitioner. I Europa är det tradition att utgå från bränslets undre värmevärde, det så kallade effektiva värmevärdet. I det undre värmevärdet ingår inte det värme som man får ut om vattenånga i rökgasen kondenseras.

Om kondensationsvärmes värme nyttiggörs, det vill säga rökgaserna kyls så att fukten kondenserar ut, kan verkningsgraden räknat på det undre värmevärdet bli högre än 100 procent. Det övre värmevärdet, som räknar med det frigjorda värmes vid kondensering av ånga, anger bränslets totala energihåll, det kalorimetriska värmevärdet.

Om man betraktar en eldstad så kommer inte all energi i veden att överföras till radiatorvattnet och kunna utnyttjas för uppvärmning. Förluster finns bland annat vid uppstart och nedeldning, vid ofullständig förbränning, i form av varma rökgaser och i form av strålningsförluster till omgivningen.

Pannverkningsgrad

Med pannverkningsgrad avses förhållandet mellan tillförd och producerad energi för pannan. Den producerade, eller nyttiggjorda, energin överförs till ackumulatortanken eller om sådan saknas direkt till radiatorsystemet.

$$W_{\text{eff}} \text{ (MJ/kgTS)} = 19,2 - 2,44 \cdot \frac{100 - Th}{Th}$$

$$W_{\text{eff}} \text{ (MWh/tTS)} = 19,2 - 2,44 \cdot \frac{100 - Th}{Th} \cdot 0,278$$

*Effektivt värmevärde.
19,2 är ett vanligt värmevärde för trä vid absolut torrt tillstånd men det kan variera. Formeln bygger på antagandet om en vätehalt på 6 %
Th = torrhalt
= (100 - fukthalt).*

$$E, \text{ in} \rightarrow \boxed{\text{Ved-pannan}} \rightarrow E, \text{ ut}$$

$$P, \text{ eff} = \frac{E, \text{ ut (nyttiggjord energi)}}{E, \text{ in (tillförd energi)}}$$

Pannverkningsgrad.

Pannverkningsgraden är den typ av verkningsgrad som normalt används för att redovisa en vedpannas prestanda. Detta är den typ av verkningsgrad där branschen är mest enig om tolkningen. Det är även den verkningsgraden som konsumenten har rätt att förvänta sig att fabrikanter använder i sin annonsering och marknadsföring. Pannverkningsgraden beräknas som nyttiggjord energi delat med tillförd energi.

Pannverkningsgraden tar alltså hänsyn till:

- Förluster i fritt värme i rökgaserna. Ju högre rökgastemperatur och ju högre luftöverskott desto högre förluster.
- Förluster i oförbränt, det vill säga förluster i oförbrända kolväten, i kolmonoxid och i aska.
- Förluster från pannytor med mera.
- Förluster till pannans fundament.

Två sätt att bestämma verkningsgraden

Verkningsgraden kan bestämmas på två sätt:

1. Förlusterna bestäms var för sig och summeras, eller
2. Mängden tillförd värme (från veden) och mängden nyttigt värme (vattnets uppvärmning) bestäms. Skillnaden mellan dessa båda värmemängder är förlusternas sammanlagda storlek.

Den sistnämnda metoden används vid provningar i Sverige. Att bestämma förlusterna separat är svårt vid vedeldning, eftersom förhållandena varierar under en eldningscykel. Om man jämför båda typerna av bestämning får man oftast en förlust som man inte kan förklara, en så kallad restförlust. Restförlusterna kan vara av storleksordningen 10–20 procent.

Pannverkningsgraden tar hänsyn till förlusterna och redovisar andelen nyttiggjord energi. Därmed blir det möjligt att jämföra olika produkter någorlunda objektivt med varandra. Men även denna till synes enkla beräkningsform är något oklar när det gäller start- och slutpunkterna. Pannverkningsgraden påverkas radikalt av hur stor del av uppstartningsenergin som skall räknas in. För pannor med stora mängder keramik och vatten är det avgörande för resultatet om mätningen börjar vid helt kall panna, eller om pannan är driftsatt när mätningen börjar.

I övriga Europa startar oftast pannverkningsgradsmätningen på en varmeldad panna, som avspeglar en varmeldad panna utan ackumulatortank. Det ger högre pannverkningsgrad än den Svenska beräkningsmetoden. Den svenska mätmetoden innebär att eldningen startar vid 70 °C panntemperatur men med en i övrigt kall panna. Detta innebär att en del energi åtgår för att värma upp keramik etcetera och pannverkningsgraden blir lägre. Den nyttiggjorda energin mäts fram till dess att pannvattentemperaturen åter gått ner till 70 °C. På detta sätt efterliknas anslutning till ackumulatortank. Tidigare började eldningen vid 40 °C och pannverkningsgraden blev därför ytterligare något lägre.

Vad säger pannverkningsgraden

Trots att pannverkningsgraden utgör en bra jämförelse mellan olika pannor säger den ändå inte så mycket om hur mycket energi man egentligen får ut av sin ved under en hel säsong. Pannverkningsgraden är ett idealt begrepp som beskriver pannans effektivitet under optimala förhållanden.

Efter några veckors eldning börjar pannan bli sotig och värmeöverföringen blir därmed sämre. Det betyder att den genomsnittliga verkningsgraden för en panna, räknat på ett helt år, kanske är tio procent lägre än den optimala pannverkningsgraden, även om pannverkningsgraden är beräknad för hela eldningscykeln.

Siffrorna förutsätter att pannorna eldas på bästa sätt, bland annat med full tillgång till syre under hela förbränningscykeln. Många vedeldare eldar inte så. Särskilt i pannor utan ackumulatortankar är det vanligt med pyrelidning och strypt lufttillförsel för att det inte ska bli för varmt och för att brasan ska räcka längre. Sådan eldning är förkastlig. Den låga verkningsgraden är en indikation på dåliga miljövärden.

Systemverkningsgrad/Totalverkningsgrad

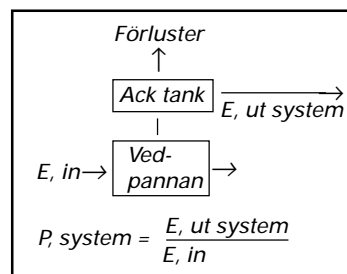
Systemverkningsgraden bestäms för ett komplett system bestående av panna, ackumulatortank och inkopplingsutrustning. Denna verkningsgrad anger förhållandet mellan tillförd energi och till byggnaden nyttiggjord energi. Systemverkningsgraden tar därmed även hänsyn till förlusterna från ackumulatortank och anslutningar.

Systemverkningsgraden beror på vilken effekt som tas ut från ackumulatortanken. Ju lägre effektbehov desto längre tid avger ackumulatortanken förlustvärme mellan varje eldning och desto lägre blir systemverkningsgraden.

Hur lagringsförlusterna genom ackumulatortankarnas väggar ska värderas beror mycket på var tankarna är placerade. Står de i ett ouppvämt uthus går varje kilowattimme förlorad. Står de däremot i till exempel tvättstugan i husets källarplan kommer större delen av spillvärmen till nytta och då behöver man inte ta så hårt på lagringsförlusterna. Systemverkningsgraden är dock definierad så att endast värme som tillförs på ett kontrollerat och reglerbart sätt räknas som nyttiggjord.

Vid daglig eldning under uppvärmningssäsongen förbrukas ackumulatortankarnas värme ganska snabbt, och förlusterna hinner inte bli så stora, cirka 5–15 procent beroende på hur väl isolerade ackumulatortankarna är. Vid eldning var tredje eller var fjärde dag blir förlusterna större. Om man eldar även på sommaren, med glesare intervall, bör man i genomsnitt över året räkna med att 15–25 procent av all värme som produceras går förlorad.

*Genomsnittlig
pannverkningsgrad
under längre tid är
lägre än den
pannverkningsgrad
som uppmäts vid test.*



Systemverkningsgrad.

Årsmedelverkningsgrad

Årsmedelverkningsgraden är en beräknad verkningsgrad som utgår från systemverkningsgraden vid olika effektbehov. En anläggnings årsmedelverkningsgrad redovisar systemverkningsgraden över ett helt år. Hänsyn tas till effektuttag och olika grader av förluster vid olika årstider. Beräkningar sker oftast för ett standardhus med årsenergiebehovet 25 000 kWh/år varav 5 000 kWh varmvatten och med ett givet varaktighetsdiagram. Varaktighetsdiagrammet visar att pannans fulla effekt endast används en liten del av året.

Årsmedelverkningsgrad som begrepp är mycket beroende på hur det definieras. Vid jämförelser måste man vara observant på att alla förutsättningar är lika. Om så är fallet kan man använda årsmedelverkningsgrad som underlag för att jämföra olika produkter med varandra

Man kan dock inte utgå från att årsmedelverkningsgraden blir den uppgivna i en verklig installation om inte förutsättningarna liknar beräkningsfallet.

Förbränningsverkningsgrad

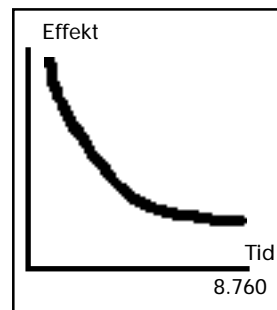
En pannas förbränningsverkningsgrad är ett mått på hur fullständigt förbränningen sker och hur stora rökgasförlusterna är. Den säger däremot inget om hur stor andel av energin som går förlorad i form av strålning eller energiförluster i askan etc. Förbränningsverkningsgraden beräknas med förlusterna hämtade ur diagram eller tabeller. Till skillnad från pannverkningsgraden är förbränningsverkningsgraden ett teoretiskt värde. Teoretiska värden ger normalt högre resultat än i verkligheten uppmätta data.

För att en jämförelse mellan olika produkters förbränningsverkningsgrad skall vara meningsfull krävs att eldningscykelns medelvärden används vid beräkningen.

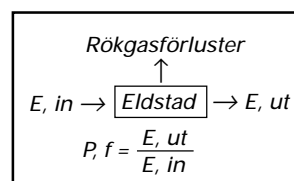
Tyvärr förekommer det att fabrikanter, mer eller mindre avsiktligt, redovisar momentana toppresultat eller till och med resultat beräknat på varje enskild parameters bästa värde. Detta, som brukar kallas ekonomisk verkningsgrad, är direkt missvisande. Över huvud taget bör inte förbränningsverkningsgraden användas vid jämförelse av olika produkter för vedeldning.

Förluster

Storleken av de förluster man har från en vedeldad värmepanna är olika. För att förbättra befintliga produkters prestanda är det därför viktigt att studera var och vilka förluster som går att påverka. De olika förlusterna i en vedeldning kan delas in i följande:



Varaktighetsdiagrammet visar hur många timmar en viss effekt tas ut under ett år.



Förbränningsverkningsgrad.

- **Rökgasförlust** i fritt värme, vilket påverkas av både rökgas-temperatur, rökgashastighet och rökgasmängd, här ingår luft-överskott (luft som inte behövs vid förbränningen följer med, kyler ångan och ökar rökgashastigheten).
- **Förbränningsförluster** i form av oförbränt i aska och CO (plus oförbrända kolväten).
- **Omgivningsförluster** i form av strålning och konvektion från pannans utsida.
- **Genomströmningsförluster** i form av kylande luftströmning genom pannan vid stillestånd.
- Den del av **uppstartningsenergin**, som åtgår för att värma vattenvolym och keramik till drifttemperatur, och som inte kan nyttiggöras i värmesystemet.
- **Isolationsförluster** från rörledningar, expansionskärl och ackumulatortankar.
- **Distributionsförluster** i rörledningar samt drivenergi för pumpar och eventuella fläktar.

Strålningsförluster

Värmepannans ytor är heta och förlorar därför värme till det kallare pannrummet. Dessa förluster brukar kallas strålningsförluster trots att de inte enbart härrör från strålning från pannan, utan också till en stor del från konvektion (luftströmmar över uppvärmd pannyta). Man brukar här skilja på två slag av förluster: dels de från pannans isolerade delar, dels de från luckor med mera.

Båda dessa har stor betydelse eftersom förlusterna dels beror av temperaturen, dels av ytans storlek. Man får således:

- Förluster från luckorna som är av betydelse (trots att dessa är små) då de har hög temperatur.
- Förluster från mantelytan, som är av betydelse (trots att denna är isolerad) då mantelytan är stor.

Referenslitteratur

Vedboken. Modern vedeldning i villa. L. Krögerström, 1994.

Vedeldning i småhus. Om vedpannor: Ackumulering och ombyggnadsteknik. B-E. Löfgren, 1993.

Vedeldning. Teoretiska grunder och praktiska råd. Egruppen, Teknikinformation, 1987.

Värme till husbehov. Lennermo-Löfving, Bokskogen, 1988.