
Rapport SGC 199

Energimärkning av villagaspannor

Svensk version av den danska energimärkningen

©Svenskt Gastekniskt Center – Februari 2009

Mikael Näslund
Dansk Gasteknisk Center a/s

SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat e dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns på SGC's hemsida www.sgc.se.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, E.ON Gas Sverige AB, E.ON Sverige AB, Lunds Energikoncernen AB (publ), Göteborg Energi AB, och Öresundskraft AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

Statens Energimyndighet
E.ON Gas Sverige AB
Lunds Energikoncernen AB (publ)
Göteborg Energi AB
Öresundskraft AB

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Jörgen Held

Energimärkning av villagaspannor

Svensk version av den danska energimärkningen

Mikael Näslund

Titel : Energimærkning av villagaspannor

Rapport kategori : Kunderapport

Forfatter : Mikael Näslund

Dato for udgivelse : 22.04.08

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : 731-97; H:\731\97 Energimærkning af gaskedler i Sverige\rapport\energimærkning_se_final.doc

Sagsnavn : Energimærkning av gaspannor

| Innehåll | Sida |
|---|------|
| Sammanfattning | 3 |
| Förord | 4 |
| 1 Inledning | 5 |
| 1.1 Arbetets målsättning | 6 |
| 1.2 Metodik | 6 |
| 1.2.1 Rapportens metodik | 6 |
| 1.2.2 Metodik för märkningen | 6 |
| 2 Beskrivning av märkningen för kunder och säljare | 8 |
| 2.1 Internetbaserad information | 8 |
| 2.2 Övrig information och aktiviteter inom systemet | 10 |
| 3 Beräkning av årsverkningsgrad | 12 |
| 3.1 Nödvändiga laboratorieprov | 12 |
| 3.1.1 Verkningsgrad för uppvärmning | 12 |
| 3.1.2 Varmvattenproduktion | 13 |
| 3.1.3 NO _x -utsläpp | 13 |
| 3.1.4 Elanvändning | 14 |
| 3.1.5 Övriga prov | 14 |
| 3.2 Årsverkningsgrad för uppvärmningsfunktionen | 15 |
| 3.2.1 Beskrivning av den gällande installationen | 15 |
| 3.2.2 Beräkning av dellastverkningsgraden | 16 |
| 3.2.3 BOILSIM-parametrar | 17 |
| Dragförluster | 17 |
| Strålnings- och konvektionsförluster | 18 |
| Avgasförluster | 19 |
| Bidrag från cirkulationspumpen | 21 |
| 3.2.4 Årsverkningsgrad för uppvärmning | 22 |
| 3.3 Verkningsgrad under sommaren | 22 |
| 3.4 Årlig elanvändning | 23 |
| 3.5 Årliga utsläpp av kväveoxider | 24 |
| 3.6 Varmvattenkapacitet | 25 |
| 3.7 Ny föreslagen modell för elanvändning | 26 |
| 3.8 Gränser för energimärkningen | 27 |

| | |
|---|----|
| 4 Aspekter på en svensk version..... | 28 |
| 4.1 Svenska krav på verkningsgrad | 28 |
| 4.2 Uppvärmningsbehov och klimatskillnader | 29 |
| 4.3 Varmvattenanvändning och varmvattenkapacitet..... | 31 |
| 4.4 Primärenergianvändning | 33 |
| 5 Mot en nordisk märkning..... | 34 |
| 5.1 Svanenmärkning | 34 |
| 5.2 Utsläpp till luft..... | 34 |
| 5.3 Svanens krav på verkningsgrad | 35 |
| 5.3.1 Materialkrav | 37 |
| 6 Slutsatser | 38 |
| Referenser..... | 39 |

Sammanfattning

Sedan 2004 finns en frivillig energimärkning av villagaskpannor i Danmark. Den har bidragit till att en större andel av sålda villagaskpannor hör till de effektivaste på marknaden. Energimärkningen ger kunden möjlighet att se den beräknade årsverkningsgraden för en standardinstallation, samt även få uppgifter om elanvändning, utsläpp av kväveoxider samt råd om vilken storlek på varmvattenberedaren som är lämplig för kundens individuella behov. Energimärkningen, som liksom vitvaror graderas A–G, bygger på prov i ackrediterade laboratorier och beräkning av årsverkningsgraden med en detaljerad och validerad modell.

Det är ett önskemål från den svenska gasbranschen att kunna utnyttja den danska energimärkningen även i Sverige och i denna rapport redovisas energimärkningen. Det görs också en analys av om skillnader mellan Sverige och Danmark kan påverka märkningsresultatet. Möjliga skillnader i uppvärmningsbehov, varmvattenanvändning, klimat och myndighetskrav på gaspannors prestanda har analyserats. Analysen visar inga hinder att använda energimärkningen direkt i Sverige. Små skillnader kan identifieras men resultatet påverkas endast i mycket liten omfattning. Resultatet av den danska energimärkningen av villagaskpannor kan alltså direkt användas även i Sverige.

Den gemensamma nordiska miljömärkningen Svanen har studerats för att se om den ställer krav som den nuvarande märkningen inte kan ta hänsyn till. De gällande kraven för Svanenmärkning av gaspannor innebär inte något problem för metodiken med den gällande danska energimärkningen av gaspannor.

Förord

De svenska gasföretagen har genom Svenskt Gastekniskt Center (SGC) givit DGC i uppdrag att göra en översättning av den danska energimärkningsordningen för villagaspannor och analysera om den direkt kan användas i Sverige utan förändringar.

Arbetet har utförts av Mikael Näslund under tiden januari – april 2008. Kvalitetsgranskning har gjorts av Bjarne Spiegelhauer.

Hørsholm, april 2008



Mikael Näslund
projektledare

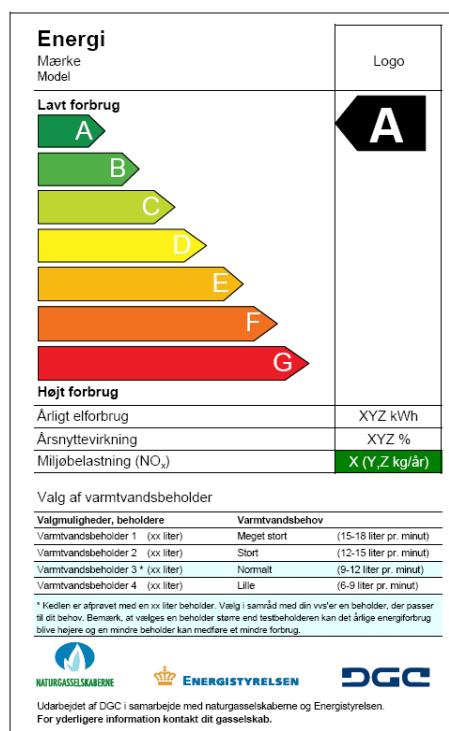


Per G. Kristensen
projektchef

1 Inledning

En oberoende märkning av hemmets olika energikrävande apparater är en viktig del för konsumentens möjlighet att göra ett val baserat på lägsta möjliga energianvändning. Energimärkning av vitvaror och lampor existerar idag i Sverige. I Danmark finns även en energimärkning av gaspannor och det har visat sig att denna märkning har varit ett bra hjälpmedel för spridningen av effektiva gaspannor. Systemet introducerades i augusti 2004 och är frivilligt.

Villapannor för gas installeras i Danmark normalt med en separat varmvattenbehållare och energimärkningen gäller för en panna och varmvattenberedare. Märkningen är gjord för ett årligt uppvärmningsbehov på 20 000 kWh och 2 000 kWh för varmvatten. Den övre effektgränsen för pannor som ingår i systemet är 70 kW. I Figur 1 ses märket som anger gaspannans kvalitet avseende energianvändningen. Märkningen anger tillverkare och modell, resultatet av märkningen A–G, den årliga elanvändningen, årsverkningsgraden, utsläppen av kväveoxider (NO_x) och råd om val av varmvattenberedare.



Figur 1 Energimärke för villagaspannor enligt dansk modell

1.1 Arbetets målsättning

Från den svenska gasbranschen finns ett intresse att kunna använda den danska energimärkningen av gaspannor och denna studie omfattar en översättning och värdering av denna metod för svenska förhållanden.

Då den danska energimärkningen av villagaspannor nu studeras för svenska förhållanden blir det aktuellt att även i korthet analysera den nordiska energimärkningen Svanen i denna studie. Det är därför intressant om Svanemärkning är en möjlig utvidgning av energimärkningen av villagaspannor.

En bieffekt som kan nämnas vid en accepterad energimärkning av gaspannor i Sverige är att det då kommer att finnas väldokumenterade referenser till nya villagaspannors prestanda. Det finns flera exempel på svenska skrifter där man har använt verkningsgrader för kondensationspannor samtidigt som NO_x-emissionerna varit representativa för en äldre generation av villagaspannor. Detta undviks i framtiden med ett energimärkningssystem. I skriften "Uppvärmning i Sverige 2007" /1/ från Energimarknadsinspektionen anges årsverkningsgraden för villagaspannor till 90%. Det är oklart om det är ett medelvärde för den befintliga populationen eller om det antas vara årsverkningsgraden för nya gaspannor. Inte heller elanvändningen för driften av uppvärmningssystemet tycks vara inräknad i de årliga uppvärmningskostnader som visas i skriften. Energimärkningen ger data av högre kvalitet för sådana beräkningar i framtiden.

1.2 Metodik

1.2.1 Rapportens metodik

Översättningen av den danska energimärkningen har gjorts med hypotesen att inga förändringar är nödvändiga. De punkter som identifierats kunna innebära skillnader mellan Danmark och Sverige har studerats och undersökts med hjälp av tillgängliga beräkningsprogram.

1.2.2 Metodik för märkningen

Metodiken och tillvägagångssättet för energimärkningen redovisas här kort i punktform. Proceduren för energimärkning är en kombination av standardiserade metoder, metoder utvecklade inom EU-projekt samt danska testmetoder utvecklade gemensamt av Dansk Gasteknisk Center (DGC) och Dansk

Teknologisk Institut (DTI). Provresultaten som används i beräkningen ska komma från ackrediterade laboratorier,

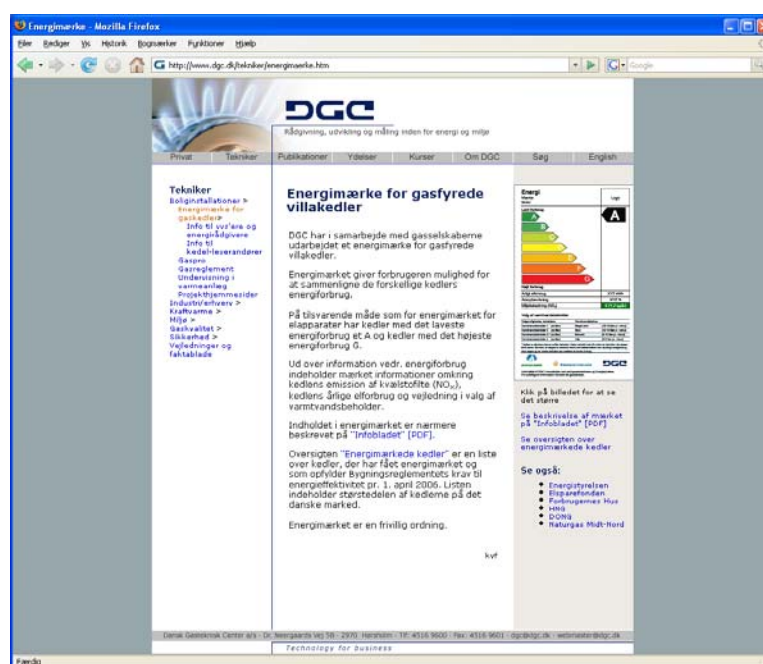
- Årsverkningsgraden för uppvärmning beräknas med Boilsim-metoden /2/. Beräkningarna baseras på verkningsgradsmätningar vid nominell last och dellast enligt EN 297 (pannor med atmosfärsbrännare) /3/ och EN 677 (kondenserande gaspannor) /4/ samt ytterligare prov vid nominell last och minimilast.
- Referenserna för verkningsgradsmätningarna är EN 297 och Labnet Good Laboratory Practice (GLP) /5/.
- Provmetoden att bestämma verkningsgraden för varmvattenproduktion har utvecklats av DTI och DGC för den danska gasbranschen. Metoden kommer att ersättas av metoder från prEN 13203 så snart denna standard har godkänts, och metoder för att översätta tidigare resultat har utvecklats.
- Varmvattenkapaciteten mäts i överensstämmelse med prEN 13203 /6/.
- Pannans stilleståndsförluster bestäms enligt EN 297 med ett ytterligare prov vid $\Delta T = 50^\circ\text{C}$.
- Metoden att bestämma pannans elanvändning bygger på tidigare DGC-metoder med modifieringar som överenskommit inom SAVELEC-projektet /7/. Beräkningen av elanvändningen följer principerna i Boilsim-metoden.

2 Beskrivning av märkningen för kunder och säljare

Energimärkningen ska vara lätt åtkomlig, trovärdig och korrekt. I Danmark kompletteras märkningen på pannan med särskilda hemsidor där systemet beskrivs och resultaten för alla pannor i systemet visas.

2.1 Internetbaserad information

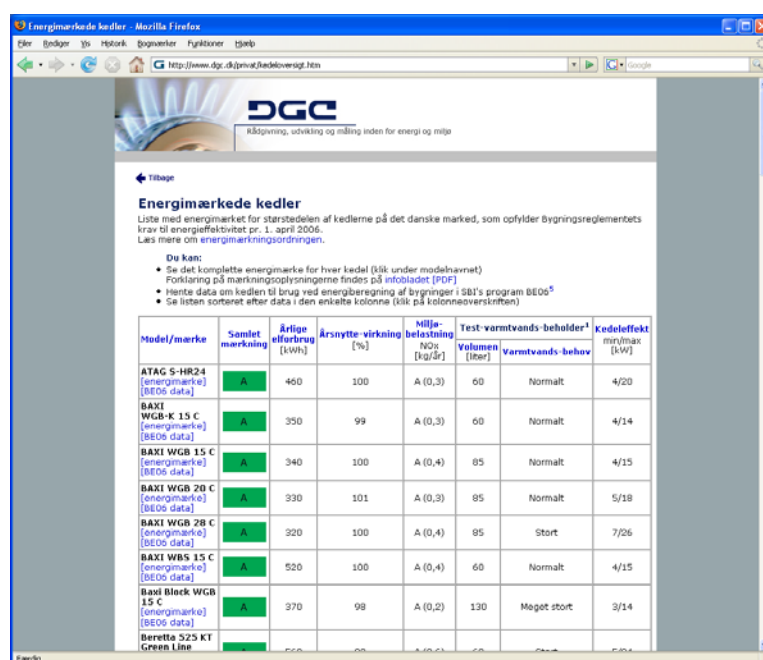
Energimärkningen av villagaspannor beskrivs på DGC:s hemsida. Här finns en komplett beskrivning för både villaägare, VVS-installatörer och säljare av pannor. På gasdistributörernas hemsidor finns en kortare beskrivning och en länk till DGC:s hemsida. I Figur 2 ses den första av sidorna kring energimärkningssystemet. Här finns den allmänna beskrivningen av märkningen samt länkar till olika dokument, till exempel en lista över de pannor som erhållit en märkning och som finns på marknaden.



Figur 2 Presentation av energimärkningssystemet på DGC:s hemsida

I Figur 3 visas en tabell med alla pannorna i energimärkningen och som finns till försäljning. Det ges förutom märkningen A–G en del övriga uppgifter. Baxi WGB15 C tas som exempel. Vid pannans modellbeteckning finns länkar dels till hur energimärket ser ut just för denna panna, dels uppgifter för beräkning av förväntad energianvändning i nybyggnation enligt danska byggregler. I nästa kolumn visas märkningsresultatet, i detta fall A.

Den årliga elanvändningen är 340 kWh enligt beräkningsmodellen och årsverkningsgraden är 100%. Pannan har också erhållit märkningen A för NO_x-utsläppen som beräknats till 0,4 kg vid ett uppvärmningsbehov på 20000 kWh per år. Pannan provades med en varmvattenberedare med 85 liters volym och klarar då ett normalt varmvattenbehov. Via länken ”energimärke” i första kolumnen kan också utläsas att ett stort varmvattenbehov kräver en varmvattenberedare på 100 liter och ett mycket stort varmvattenbehov kräver en volym på 150 liter. En förklaring och beskrivning av dessa olika varmvattenbehov finns i avsnitt 3.6 på sidan 25.



Energimärkede kedler

Liste med energimærket for størstedelen af kedlerne på det danske marked, som opfylder Bygningsreglementets krav til energieffektivitet pr. 1. april 2006.
Læs mere om energimærkningsordningen.

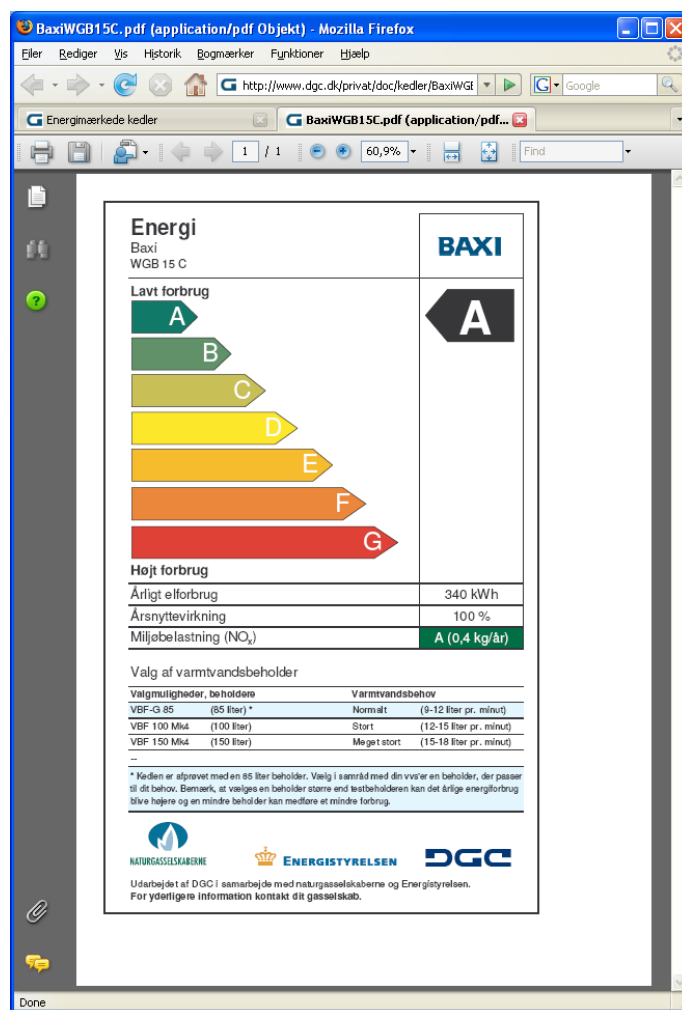
Du kan:

- Se det komplette energimærke for hver kedel (klik under modelnavnet)
- Forklaring på mærkningsoplysningerne findes på infobladet [PDF]
- Hente data om kedlen til brug ved energiberegning af bygninger i SBI's program BEOs⁵
- Se listen sorteret efter data i den enkelte kolonne (klik på kolonneoverskriften)

| Model/mærke | Sømløst mærkning | Årlige elforbrug (kWh) | Årsnytte-virkning [%] | Miljø-belastning NO _x (kg/år) | Test-varmtvands-beholder ⁴ Volumen (liter) | Test-varmtvands-behold ⁴ varmtvands-behov | Kedeleffekt (kW) |
|---|------------------|------------------------|-----------------------|--|---|--|------------------|
| ATAG S-HR24 [energimærke] [BEOs data] | A | 460 | 100 | A (0,3) | 60 | Normalt | 4/20 |
| BAXI WGB-K 15 C [energimærke] [BEOs data] | A | 350 | 99 | A (0,3) | 60 | Normalt | 4/14 |
| BAXI WGB 15 C [energimærke] [BEOs data] | A | 340 | 100 | A (0,4) | 85 | Normalt | 4/15 |
| BAXI WGB 20 C [energimærke] [BEOs data] | A | 330 | 101 | A (0,3) | 85 | Normalt | 5/18 |
| BAXI WGB 28 C [energimærke] [BEOs data] | A | 320 | 100 | A (0,4) | 85 | Stort | 7/26 |
| BAXI WBS 15 C [energimærke] [BEOs data] | A | 520 | 100 | A (0,4) | 60 | Normalt | 4/15 |
| Baxi Bleck WGB 15 C [energimærke] [BEOs data] | A | 370 | 98 | A (0,2) | 130 | Megget stort | 9/14 |
| Beretta 525 KT Green Line | | | | | | | |

Figur 3 Lista över energimärkta villagaspannor på DGC:s hemsida

Figur 4 visar slutligen energimärkets utformning för Baxi WGB 15C.



Figur 4 Energimärke för Baxi WGB 15 C

2.2 Övrig information och aktiviteter inom systemet

Först och främst är energimärket en aptitretare som slutförbrukaren kan använda för en jämförelse mellan olika gaspannor på marknaden. För att kunden ska kunna ha den möjligheten ska märket placeras på pannor som visas på utställningar, mässor etc och det ska visas i samband med marknadsföring av pannan och på hemsidor.

Till detta kommer ett informationsblad på en sida som en energirådgivare eller säljare kan lämna till kunden och använda som hjälp då kunden önskar en snabb och enkel förklaring till märkets innehåll och betydelse.

Vägledning har också utarbetats avsedda för installatörer, energirådgivare och pannleverantörer. Här förklaras märkningen mer i detalj och förklarar bakgrunden till graderingen av pannan.

Med utgångspunkt att säkra en likartad förmedling av information kring energimärkningen så har det utvecklats en presentationsmall som kan användas vid utbildning eller motsvarande aktiviteter bland installatörer, gasföretag och pannleverantörer.

Speciellt för pannleverantörerna har det utvecklats anvisningar för hur de ska använda och förhålla sig till märkningen, hur de får märkningen på nya pannor och hur systemet administreras.

3 Beräkning av årsverkningsgrad

I detta kapitel beskrivs beräkningsmodellen inklusive nödvändiga laboratorieprov för den danska energimärkningsordningen. Från proven bestäms de parametrar som behövs för verkningsgradsberäkning vid de uppvärmningsbehov som beskriver uppvärmningssäsongen. Största delen av detta kapitel är en översättning av avsnitt ur /8,9/. Detta följs av kommentarer angående eventuella skillnader mellan förutsättningarna i Danmark och Sverige.

3.1 Nödvändiga laboratorieprov

Avsnitten 3.1.1–3.1.5 beskriver kortfattat de prov som behövs för beräkningen av verkningsgrad och energimärkning. En noggrannare beskrivning av proven finns i rapporten “Procedures for the testing of gas boilers for the application of the Danish labelling system” /8/, som kan laddas ned från www.dgc.dk. Här finns också krav på mätutrustning och hur mätvärden skall behandlas och bearbetas. Som tidigare nämnts ska provresultaten komma från ackrediterade laboratorier.

3.1.1 Verkningsgrad för uppvärmning

En serie prov görs för att kunna beräkna verkningsgraden vid de olika driftsituationer som bestäms av uppvärmningsbehovet och värmesystemets temperaturer. I Tabell 1 ses de olika proven. Proven görs med naturgas 2H.

Tabell 1 Prov för bestämning av verkningsgrader för beräkningar i energimärkningssystemet

| Prov nr | Effekt | Vatten-temperatur | Anmärkning |
|---------|------------------------|----------------------|--|
| 1 | Max [#] | 60/80°C | |
| 2 | Max [#] | 40/60°C | |
| 3 | Max [#] | 30/50°C | Endast kondensationspannor |
| 4 | Min [#] | 60/80°C | Endast för 2-steps- och modulerande pannor |
| 5 | Min [#] | 30/50°C | Endast för 2-steps- och modulerande, kondensationspannor |
| 6 | 30 ± 2 % ^{##} | 47/53°C [*] | |
| 7 | 30 ± 2 % | 30/36°C [*] | För kondensationspannor |

[#] Pannan i kontinuerlig drift.

^{##} Pannan är i kontinuerlig drift om den nödvändiga bränsleeffekten är större än pannans minimibelastning. I andra fall styrs pannan av en timer med 6 cykler per timme.

^{*} Om pannans styrsystem inte tillåter drift med denna returtemperatur används lägsta tillåtna returtemperatur. ΔT enligt specifikationer.

3.1.2 Varmvattenproduktion

Verkningsgraden och egenskaperna för gaspannan och varmvattenberedaren i drift enbart för varmvattenproduktion bestäms med de prov som visas i Tabell 2.

Tabell 2 Prov för varmvattenproduktion

| Prov nr | Bestämning av: |
|---------|---|
| 1 | Gasförbrukning i viloläge (standby), beredarens temperatur är 55–65°C |
| 2 | Tappningsverkningsgrad (tappningsprogram för pannor med varmvattenberedare: 2×4,36 kWh, 2×1,47 kWh, 2×0,61 kWh; genomströmningsberedare: 6×1,47 kWh, 6×0,61 kWh). |
| 3 | Tappningskapacitet, $\Delta T = 30^\circ\text{C}$, 10 minuter |

3.1.3 NO_x-utsläpp

Mätningarna görs samtidigt som prov 1 och 4 i avsnitt 3.1.1, det vill säga vid brännarens högsta och lägsta effekt. Utsläppen räknas om till att motsvara utsläppen med metan som bränsle.

3.1.4 Elanvändning

En serie prov görs för att bestämma elanvändningens olika delar och i olika driftsituationer. Proven redovisas i Tabell 3.

Tabell 3 Prov för bestämning av pannans elanvändning

| Prov nr | Driftsituation | Anmärkning |
|---------|--|--|
| 1 | Nominell effekt för uppvärmning | |
| 2 | Nominell effekt för varmvattenproduktion | Endast om effekten för varmvattenproduktion överstiger effekten för uppvärmning eller om pannan har en separat pump för varmvatten |
| 3 | Minimilast | Endast 2-steps och modulerande pannor |
| 4 | Stillestånd (brännare av, cirkulationspump avstängd) | |
| 5 | On/off-drift | Inklusive för- och efterluftning, cirkulationspumpens efterlöptid |
| 6 | Övriga relevanta tillstånd | Till exempel elektrisk värmning av varmvattenberedare |

3.1.5 Övriga prov

Avslutningsvis finns några prov för bestämning av egenskaper som antingen är viktiga enbart för vissa pannkonstruktioner eller som inte direkt kan utläsas ur de andra provresultaten. I Tabell 4 visas dessa prov.

Tabell 4 Prov för bestämning av pannans övriga egenskaper

| Prov nr | Bestämning av: |
|---------|---|
| 1 | Pannans stilleståndsförluster $P_{\text{stillestånd}}$ vid en skillnad mellan pannans genomsnittliga temperatur och omgivningstemperaturen $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$. Öppen respektive blockerad avgaskanal. |
| 2 | Tidskonstant för uppvärmning och avkylning av pannan (Endast icke-kondenserande pannor) |
| 3 | Brännarens för- och efterluftningstider |

3.2 Årsverkningsgrad för uppvärmningsfunktionen

3.2.1 Beskrivning av den gällande installationen

Årsverkningsgraden beräknas för ett värmesystem med 8 kW kapacitet (P_{rad}) och som då har en genomsnittlig temperatur av 55°C och $\Delta T = 15^\circ\text{C}$ då utomhustemperaturen är -12°C . Det årliga uppvärmningsbehovet är 20000 kWh.

Beräkningarna av uppvärmningsbehov samt fram- och returlednings-temperaturer görs i en klimatmodell med 13 steg. I Tabell 5 visas data för dessa steg för en installation i Danmark.

Tabell 5 Dansk klimat och periodernas uppvärmningsbehov i energimärkningen

| Tid n_{tid} (h) | Ute- temperatur (°C) | Grad- timmar (DH) | Uppvärm- nings- behov P_i (kW) | T_{fram} (°C) | T_{retur} * (°C) |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|--|--------------------|-----------------------|
| 24 | -10,0 | 648 | 7,47 | 60,0 | 46,1 |
| 72 | -8,0 | 1800 | 6,92 | 57,6 | 44,6 |
| 24 | -7,0 | 576 | 6,64 | 56,3 | 43,9 |
| 144 | -5,5 | 3240 | 6,23 | 54,4 | 42,8 |
| 144 | -4,2 | 3053 | 5,87 | 52,7 | 41,8 |
| 456 | -1,8 | 8573 | 5,20 | 49,6 | 39,9 |
| 600 | 0,1 | 10140 | 4,68 | 47,1 | 38,4 |
| 1104 | 2,1 | 16450 | 4,12 | 44,4 | 36,7 |
| 912 | 4,1 | 11765 | 3,57 | 41,6 | 35,0 |
| 696 | 6,0 | 7656 | 3,05 | 38,9 | 33,3 |
| 624 | 8,1 | 5554 | 2,46 | 35,9 | 31,3 |
| 288 | 9,7 | 2102 | 2,02 | 33,5 | 29,7 |
| 192 | 13,4 | 691 | 1,00 | 27,5 | 25,6 |
| 5280 | | 72247 | | | |

*Under förutsättning att $P_{min} <$ värmesystemets effekt

Uppvärmningsbehovet P_i i varje klimatsteg beräknas som:

$$P_i = \frac{Q_{\text{år}}}{DH} \cdot (T_{ref} - T_{ute,i})$$

där

$Q_{\text{år}}$ Årligt uppvärmningsbehov (kWh)

DH Totalt antal gradtimmar = 72247 = 3010 graddagar
(motsvarar Malmös klimat)

| | |
|-------------|---------------------------|
| T_{ref} | Referenstemperatur = 17°C |
| $T_{ute,i}$ | Utomhustemperatur (°C) |

Fram- och returledningstemperaturerna i värmesystemet beräknas enligt:

$$T_{fram} = (T_{fram,dim} - T_{rum}) \cdot \left(\frac{P_i}{P_{rad}} \right)^{1/n} + T_{rum}$$

$$T_{retur} = T_{fram} - \frac{P_i}{P_{rad}} \cdot (T_{fram,dim} - T_{retur,dim})$$

där

| | |
|-----------------|--|
| $T_{fram,dim}$ | Dimensionerande framledningstemperatur = 62,5°C |
| $T_{retur,dim}$ | Dimensionerande returledningstemperatur = 47,5°C |
| T_{rum} | Rumstemperatur = 20°C |
| n | Radiatorexponent = 1,2 |

I de fall då gaspannans minsta levererade effekt är större än uppvärmningssystemets effekt beräknas returtemperaturen som:

$$T_{retur} = T_{fram} - \frac{P_i}{P_{min}} \cdot (T_{fram,dim} - T_{retur,dim})$$

där

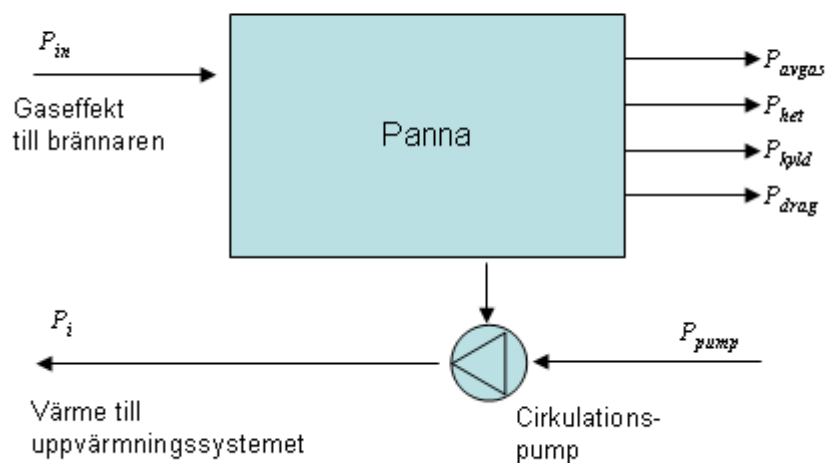
| | |
|-----------|---------------------------------|
| P_{min} | Lägsta panneffekt, 60/80°C (kW) |
|-----------|---------------------------------|

3.2.2 Beräkning av dellastverkningsgraden

Dellastverkningsgraden beräknas med hjälp av BOILSIM-modellen (se beskrivning på www.boilsim.com) för de 13 klimatstegen. Det är i praktiken en iterativ process där värmebidrag från cirkulationspumpen, stilleståndsförluster, avgasförluster samt strålnings- och konvektionsförluster beräknas som funktion av uppvärmningsbehovet och driftbetingelserna.

Verkningsgraden beräknas utifrån den energibalans som visas i Figur 5. För de aktuella pannorna tillförs bränsleeffekten P_{in} , och värmeeffekten P_i tillförs värmesystemet. Förlusterna från pannan är avgasförluster P_{avgas} då brännaren är i drift, värmeförluster P_{het} från delar av pannan som under hela drifttiden inte är vattenkylda, värmeförlusterna P_{kyl} från delar som är vattenkylda och till sist dragförlusterna P_{drag} då brännaren inte är i drift. En del av cirkulationspumpens eleffekt tillförs värmesystemet i form av värme.

Värmebalansen i figuren saknar pilotlåga eftersom det inte är aktuellt för dagens villagaspannor i Danmark och Sverige.



Figur 5 Energibalans för beräkning av verkningsgrad

Indata till beräkningarna är uppvärmningsbehovet och värmesystemets temperaturer som beskrivits i avsnitt 3.2.1 och BOILSIM-parametrarna som beskrivs i avsnitt 3.2.3.

Vid beräkningen av årsverkningsgraden korrigeras dellastverkningsgraden med hänsyn till cirkulationspumpens effekt (se sista delen av avsnitt 3.2.3). Vid uppvärmningsbehov som är mindre än pannans minsta effekt P_{min} antas att pannan arbetar on/off vid P_{min} med 6 starter per timme.

3.2.3 BOILSIM-parametrar

Dragförluster

Luft som strömmar genom pannan under tiden som brännaren inte är i drift orsakar ett energiflöde från pannan, dragförlusten P_{drag} , som är beroende av pannans vattentemperaturer.

$$P_{drag} = k_{drag} \cdot (T_{H_2O,medel} - T_{omg})^{n_{drag}}$$

där

| | |
|-----------------|---|
| k_{drag} | Koefficient för dragförlusten |
| n_{drag} | Exponent för dragförlusten 1,4 för pannor med öppen lufttillförsel och utan fläkt 1,0 för övriga pannor |
| $T_{H2O,medel}$ | Genomsnittlig vattentemperatur = $(T_{fram} + T_{retur})/2$ |
| T_{omg} | Omgivningstemperatur |

För pannor med balanserat drag och pannor med spjäll i avgaskanalen beräknas k_{drag} som:

$$k_{drag} = \frac{P_{stillestånd,öppen}}{180}$$

där

$P_{stillestånd,öppen}$ Stilleståndsförlust vid $\Delta T = 50^\circ\text{C}$, öppen avgaskanal

För övriga pannor:

$$k_{drag} = \frac{(P_{stillestånd,öppen} - k_{panna} \cdot 50^{n_{panna}})}{50^{n_{panna}}}$$

där

k_{panna} Koefficient för strålnings- och konvektionsförluster från pannan

$$k_{panna} = \frac{P_{stillestånd,stängd}}{50^{n_{panna}}}$$

n_{panna} Exponent för strålnings- och konvektionsförluster från pannan = 1,25

$P_{stillestånd,stängd}$ Stilleståndsförlust vid en temperaturskillnad mellan pannans medeltemperatur och omgivningen $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ och blockerad avgaskanal

Strålnings- och konvektionsförluster

Strålnings- och konvektionsförluster består av förluster från delar som inte är vattenkylda (P_{het}) och förluster från vattenkylda delar (P_{kyld}).

$$P_{het} = \frac{P_{het}(1) + P_{het}(2)}{2}$$

$$P_{kyl}(i) = k_{panna} \cdot (T_{H2O,medel}(i) - T_{omg}(i))^{n_{panna}}$$

där

$P_{het}(1,2)$ Beräknade förluster för prov 1 (60/80°C) och 2 (40/60°C)

$$P_{het}(i) = P_{in}(i) - P_{ut}(i) - P_{kyl}(i) + P_{pump,ut}(i)$$

Om $P_{het}(i) < 0$ så $P_{het}(i) = 0$

$P_{pump,ut}$ Energitillskott till värmesystemet från cirkulationspumpen, se nedan

$P_{kyl}(i)$ Förluster från vattenkylda delar i prov i

Avgasförluster

Avgasförlusterna uttryckta som energiflödet P_{avgas} från pannan beskrivs enligt:

$$P_{avgas} = (A \cdot T_{H2O,medel} + B) \cdot \frac{A_{mod} \cdot P_{in} + B_{mod}}{A_{mod} \cdot P_{in,nom} + B_{mod}} - \left(C_{min} + \frac{P_{in} - P_{in,min}}{P_{in,nom} - P_{in,min}} \cdot (C_{max} - C_{min}) \right) \cdot P_{in} \cdot (T_{kond} - T_{retur})$$

där

A, A_{mod} Temperaturberoende avgasparametrar

B, B_{mod} Temperaturberoende avgasparametrar

C_{min}, C_{max} Avgasparametrar för kondensering

P_{in} Aktuell tillförd bränsleeffekt

$P_{in,nom}$ Nominell tillförd bränsleeffekt

$P_{in,min}$ Minsta tillförda bränsleeffekt

$T_{H2O,medel}$ Genomsnittlig vattentemperatur vid aktuell last

T_{retur} Returtemperatur vid aktuell last

T_{kond} Vattenångans kondenseringstemperatur

Avgasparameter A – Värmesystemets temperaturer

För icke-kondenserande pannor

För kondenserande pannor

$$A = \frac{P_{avgas}(1) - P_{avgas}(2)}{T_{H_2O,medel}(1) - T_{H_2O,medel}(2)}$$

$$A = \frac{P_{avgas}(1) - P_{avgas}(2)}{T_{retur}(1) - T_{retur}(2)}$$

där

$P_{avgas}(1,2)$ Uppmätt avgasförlust för prov 1 (60/80°C) och prov 2 (40/60°C)

$T_{H_2O,medel}(1,2)$ Genomsnittlig vattentemperatur = $(T_{fram} + T_{retur})/2$ för prov 1 och prov 2

$T_{retur}(1,2)$ Returtemperatur för prov 1 och 2

Avgasparameter B – korrektionsfaktor för värmesystemets temperaturer

För icke-kondenserande pannor

För kondenserande pannor

$$B = P_{avgas,korr}(1) - A \cdot T_{H_2O,medel}(1)$$

$$B = P_{avgas,korr}(1) - A \cdot T_{retur}(1)$$

där

$P_{avgas,korr}(1)$ Justerade avgasförluster för prov 1 (60/80°C)

$$P_{avgas,korr}(1) = P_{in}(1) - P_{out}(1) - P_{kyld}(1) - P_{het} + P_{pump,ut}(1)$$

Avgasparameter A_{mod} – modulerande brännare

$$A_{mod} = \frac{P_{avgas,nom} - P_{avgas}(4)}{P_{in}(1) - P_{in}(4)}$$

där

$P_{avgas,nom}$ Nominell avgasförlust = $70 \times A + B$

$P_{avgas}(4)$ Uppmätt avgasförlust för prov 4 (P_{min} , 60/80°C)

Avgasparameter B_{mod} – korrektionsfaktor modulerande brännare

$$B_{mod} = P_{avgas,nom} - A_{mod} \cdot P_{in} \quad (1)$$

Avgasparameter C_{min} – kondensering vid lägsta brännareffekt, P_{min}

$$C_{min} = \frac{P_{ut,ber}(5) - P_{ut,prov}(5)}{(T_{kond} - T_{retur}(5)) \cdot P_{in}(4)}$$

där

$P_{ut,ber}(5)$ Beräknad värmeeffekt för prov 5 (P_{min} , 30/50°C)

$$P_{ut,ber}(5) = P_{in}(5) - k_{panna} \cdot (T_{H2O,medel}(5) - T_{omg})^{n_{jacket}} - P_{het} - P_{pump,ut}(5) - (A \cdot T_{retur}(5) + B)$$

$P_{prov}(5)$ Uppmätt värmeeffekt vid prov 5

Avgasparameter C_{max} – kondensering vid högsta brännareffekt, P_{max}

$$C_{max} = \frac{P_{ut,ber}(3) - P_{ut,prov}(3)}{(T_{kond} - T_{retur}(3)) \cdot P_{in}(1)}$$

där

$P_{ut,ber}(3)$ Beräknad värmeeffekt vid prov 3 (P_{max} , 30/50°C)

$$P_{ut,ber}(3) = P_{in}(3) - k_{panna} \cdot (T_{H2O,medel}(3) - T_{omg})^{n_{panna}} - P_{het} - P_{pump,ut}(3) - (A \cdot T_{retur}(3) + B)$$

$P_{prov}(3)$ Uppmätt värmeeffekt vid prov 3

Bidrag från cirkulationspumpen

El till cirkulationspumpen tillförs delvis som värme till värmesystemet och reducerar gasbehovet. Cirkulationspumpens effektiva uteffekt beskrivs med

$$P_{pump,ut} = P_{pump} - k_{pump} \cdot (T_{retur} - T_{omg,pump})^{1,1} - 10$$

där

P_{pump} Cirkulationspumpens effekt (W)

k_{pump} Koefficient för cirkulationspumpens bidrag till uppvärmningen
= 0,44 W/K

$T_{omg,pump}$ Omgivningstemperaturen kring pumpen

$$T_{omg,pump} = T_{retur} \text{ om } T_{retur} < 35^{\circ}\text{C}$$

$$\text{annars } T_{omg,pump} = 35^{\circ}\text{C}$$

Sambandet är utvecklat i ett särskilt projekt kring cirkulationspumpar /10/ där konstanterna i sambandet bestämts.

3.2.4 Årsverkningsgrad för uppvärmning

För varje klimatsteg kan nu en värmebalans beräknas och verkningsgraden beräknas. Årsverkningsgraden för uppvärmning, korrigerad för cirkulationspumpens bidrag beräknas med hjälp av verkningsgraderna för de 13 stegen.

$$\eta_{\text{år}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} (P_i - P_{pump,ut,i}) \cdot n_{tid,i}}{\sum_{i=1}^{13} P_{in,i} \cdot n_{tid,i}} \cdot 100$$

där

P_i Uppvärmningsbehovet enligt avsnitt 3.2.1 (W)

$n_{tid,i}$ Tid enligt klimatmodellen (h)

$\sum_{i=1}^{13} P_i \cdot n_{tid,i}$ Det årliga uppvärmningsbehovet = 20000 kWh

$P_{pump,ut,i}$ Beräknad effektiv uteffekt från cirkulationspumpen (W)

$P_{in,i}$ Beräknad tillförd bränsleeffekt för period i (W)

3.3 Verkningsgrad under sommaren

Verkningsgraden under sommaren bestäms av stilleståndsförlusten och verkningsgraden för varmvattenproduktion.

$$\eta_{sommars} = \frac{Q_{vv,\text{år}}}{P_{\text{stillestånd}} + \frac{Q_{vv,\text{år}}}{\eta_{\text{tappning}}}} \cdot 100$$

där

| | |
|--------------------------|---|
| $Q_{vv,\text{år}}$ | Årligt varmvattenbehov = 2000 kWh |
| $P_{\text{stillestånd}}$ | Stilleståndsförlust för panna och från beredare vid $\Delta T_{(H_2O - \text{luft})} = 40^\circ\text{C}$ |
| η_{tappning} | Tappningsverkningsgrad |

Observera att hela årets varmvattenbehov placeras under sommaren enligt modellen.

3.4 Årlig elanvändning

Den årliga elanvändningen beräknas från de 13 stegen i klimatmodellen i avsnitt 3.2.1 och elanvändningen under sommar drift.

$$Q_{el,\text{år}} = \sum_{i=1}^{13} (P_{el,vv} \cdot t_{vv} + P_{el,uppv,i} \cdot t_{uppv,i} + P_{el,cirk,efter} \cdot t_{cirk,efter,i}) \cdot n_{tid,i} + (P_{el,vv} \cdot t_{vv} + P_{el,cirk,efter} \cdot t_{cirk,efter} + P_{el,stillestånd} \cdot (1 - t_{vv} - t_{cirk,efter,i})) \cdot n_{tid,sommar}$$

där

| | |
|----------------------|---|
| $P_{el,vv}$ | Eleffekt vid varmvattenproduktion |
| $P_{el,uppv,i}$ | Eleffekt vid uppvärmning vid last i |
| $P_{el,cirk,efter}$ | Eleffekt vid cirkulationspumpens efterlöptid |
| $P_{el,stillestånd}$ | Eleffekt vid pannan i viloläge (brännaren av, cirkulationspumpen av) |
| t_{vv} | Brännarens drifttid vid varmvattenproduktion |
| $t_{cirk,efter}$ | Cirkulationspumpens efterlöptid |
| $t_{uppv,i}$ | Brännarens drifttid vid värmeproduktion för period i |
| $n_{tid,i}$ | Tid i klimatmodellen (h) |
| $n_{tid,sommar}$ | $8760 - \sum_{i=1}^{13} n_{tid,i}$ |

Det antas att antalet start och stopp är 1 per timme vid varmvattenproduktion. Brännarens drifttid vid varmvattenproduktion är:

$$t_{vv} = \frac{Q_{vv,\text{år}}}{8760 \cdot \frac{\eta_{\text{sommar}}}{100} \cdot P_{in,vv}}$$

Det antas också att antalet start/stopp vid värmeproduktion är 6 per timme om uppvärmningsbehovet är mindre än P_{min} . I detta fall blir brännarens drifttid vid värmeproduktion

$$t_{uppv,i} = \frac{P_i}{P_{min} \cdot \frac{\eta_i}{100}}$$

där

P_i Uppvärmningsbehov beskrivet i avsnitt 3.2.1

η_i Beräknad dellastverkningsgrad

Cirkulationspumpens efterlöptid vid uppvärmningsbehov $< P_{min}$ beskrivs med

$$t_{efter,i} = 1 - t_{vv} - t_{uppv,i} \quad (\text{cirkulationspumpen är i kontinuerlig drift under uppvärmningssäsongen})$$

Om $t_{efter,i} < 0$ så $t_{efter,i} = 0$

Om uppvärmningsbehovet är inom pannans modulationsområdet beräknas brännarens drifttid som

$$t_{vv,i} = 1 - t_{vv} - t_{cirk,efter,vv}$$

där

$t_{cirk,efter,vv}$ Cirkulationspumpens efterlöptid vid varmvattenproduktion uppmätt)

Pannan kommer att vara i drift med en belastning motsvarande $P_i/t_{uppv,i}$.

Elanvändningen $P_{el,uppv,i}$ för varje klimatsteg i bestäms genom interpolation mellan uppmätt eleffekt vid lägsta och högsta last.

3.5 Årliga utsläpp av kväveoxider

De årliga utsläppen av NO_x beräknas för metan (G20) som bränsle. I likhet med elanvändningen beräknas det årliga NO_x -utsläppet $E_{\text{NO}_x,\text{år}}$ som:

$$E_{NOx,\hat{a}r} = \sum_{i=1}^{13} (E_{NOx,vv} \cdot t_{vv} \cdot P_{in,vv} + E_{NOx,uppv,i} \cdot t_{uppv,i} \cdot P_i) \cdot n_{tid} \\ + E_{NOx,vv} \cdot t_{vv} \cdot P_{in,vv} \cdot n_{tid,sommar}$$

där

$E_{NOx,vv}$ NO_x -bildning vid varmvattenproduktion (mg/kWh)

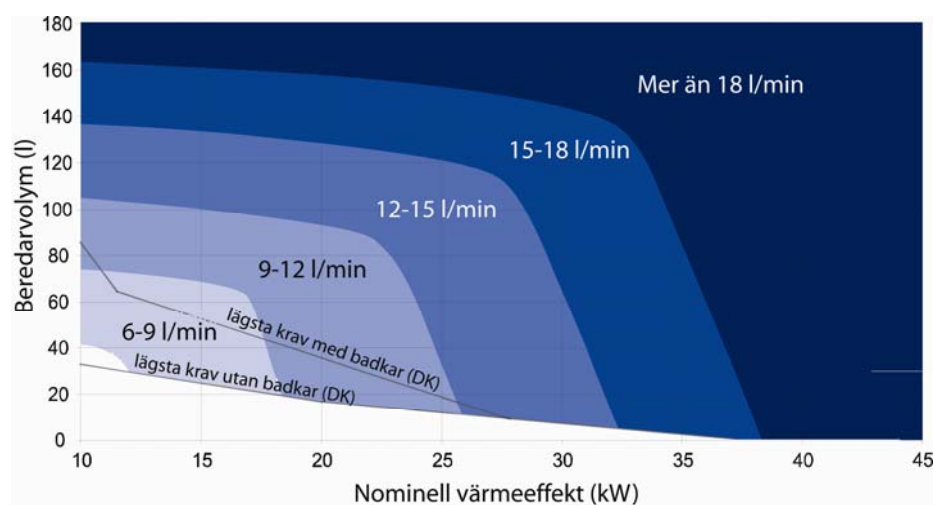
Nivån antas vara samma som vid P_{max} , 60/80°C.

$E_{NOx,uppv,i}$ NO_x -bildning vid värmeproduktion (mg/kWh)

Dessa utsläpp beräknas genom interpolation mellan utsläppen uppmätta vid P_{min} , 60/80°C och P_{max} , 60/80°C. NO_x -utsläppen beräknas med densiteten för NO_2 .

3.6 Varmvattenkapacitet

Energimärkningen ger också råd om lämplig varmvattenberedare. Val av beredarstorlek anpassas efter det aktuella varmvattenbehovet. I Figur 6 ses en bild där man kan få en uppfattning av varmvattenkapaciteten för en kombination av panna och beredare.



Figur 6 Bestämning av varmvattenkapacitet då tillgänglig värmnings-effekt och beredarvolymen är kända

De olika fälten i figuren svarar mot olika varmvattenbehov. En förklaring och exemplifiering av de olika varmvattenbehoven finns i Tabell 6. Exempelvis innebär ett normalt varmvattenbehov, 9–12 l/min, enligt tabellen att det överslagsmässigt kan tappas varmvatten från dusch och handtvätt samtidigt under 10 minuter.

Tabell 6 Förklaring till de olika varmvattenflödena i Figur 6

| Varmvattenbehov | Flöde (l/min) i 10 minuter | Exempel på användning |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Litet | 6 – 9 | Dusch |
| Normalt | 9 – 12 | Dusch och handtvätt samtidigt |
| Stort | 12 – 15 | Badkar eller två duschar samtidigt |
| Mycket stort | 15 – 18 | Två duschar och handtvätt samtidigt |

Varmvattenkapaciteten R för gaspannor med varmvattenberedare beräknas som

$$R = R_s \frac{\Delta T}{30} \frac{t}{10}$$

där

| | |
|------------|-------------------------------------|
| R | Varmvattenkapacitet, l/h |
| R_s | Medelflöde under tappningsprov, l/h |
| ΔT | Temperaturhöjning, °C |
| t | Provets längd, min |

3.7 Ny föreslagen modell för elanvändning

Genom introduktionen av nya effektiva cirkulationspumpar kan den årliga elanvändningen för drift av värmesystemet sänkas drastiskt. För de pannor som fanns i energimärkningssystemet i slutet av januari 2008 varierade denna enligt den gällande beräkningsmodellen mellan 200 kWh och drygt 600 kWh. Ett arbete pågår idag i Danmark att även energimärka gaspannans elanvändning. Energimyndigheten presenterade under november 2007 också en undersökning av cirkulationspumpar. Prov och beräkningar från SP visade på besparingar upp mot 600 kWh årligen om en gammal cirkulationspump från 1970-talet ersattes av dagens bästa modeller /11/.

En frivillig energimärkning av separata cirkulationspumpar finns idag inom Europa. Då de nya reglerbara cirkulationspumparna i gaspannor styrs av det interna reglersystemet kan olika parametrar vara valda av panntillverkaren. Den utvecklade energimärkningen av cirkulationspumpar kan då inte direkt översättas till energimärkningen av gaspannor. Uppvärmningssystemen i svenska och danska småhus är av samma typ och termostatventiler monte-

rade på framledningen dominerar i båda länderna /12/. Det finns inget som i dagsläget tyder på att elmärkningen som nu utvecklas inte skulle vara giltig för Sverige.

3.8 Gränser för energimärkningen

Gränserna och intervallen för de olika graderingarna av pannornas energianvändning (gas + el) samt utsläppen av kväveoxider ses i Tabell 7 och Tabell 8. Det är teoretiskt möjligt att gränserna blir lägre om gaspannorna blir bättre. Dock är de bästa gaspannorna idag så effektiva att endast marginella förbättringar är möjliga. Som nämnts ovan pågår ett arbete under första halvåret 2008 att utveckla en gradering av pannans elanvändning.

Tabell 7 Gränser och intervall för energianvändningen för energimärkning av gaspannor

| Märkning | Energianvändning (kWh/år) |
|----------|---------------------------|
| A | <23400 |
| B | 23401–24500 |
| C | 24501–25700 |
| D | 25701–27000 |
| E | 27001–28500 |
| F | 28501–30100 |
| G | >30100 |

Tabell 8 Gränser och intervall för märkning av NO_x-utsläpp i energimärkningen av gaspannor

| Märkning | NO _x -utsläpp (kg/år) |
|----------|----------------------------------|
| A | 0–1 |
| B | 1–2 |
| C | 2–3 |
| D | 3–4 |
| E | 4–5 |
| F | 5–6 |
| G | 6–7 |

4 Aspekter på en svensk version

Det är i huvudsak fyra aspekter som behöver en diskussion vid en översättning av det danska energimärkningssystemet till svenska förhållanden, nämligen:

- Krav på verkningsgrad
- Uppvärmningsbehov
- Klimatskillnader
- Varmvattenanvändning

I den följande texten diskuteras dessa aspekter och ges rekommendationer om det behövs ändringar.

4.1 Svenska krav på verkningsgrad

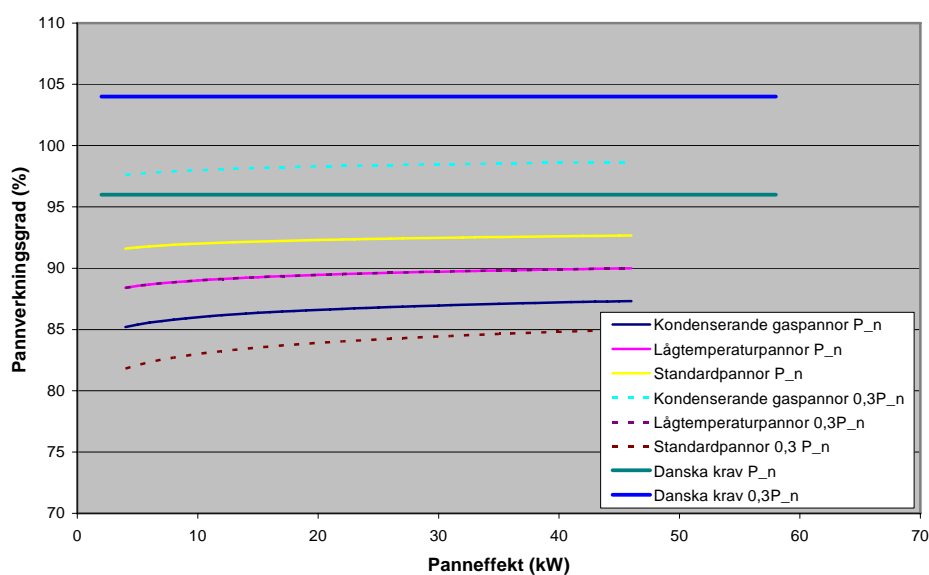
Kraven angående lägsta accepterade verkningsgrad för gaspannor i Sverige finns i "Boverkets föreskrifter och allmänna råd om effektivitetskrav för nya värmepannor som eldas med flytande eller gasformigt bränsle" /13/ från 1997. I senare föreskrifter från Boverket hänvisas till denna föreskrift.

Verkningsgradskravet gäller för pannor i intervallet 4–400 kW och sammanfattas i Tabell 9.

Tabell 9 Verkningsgradskrav för nya pannor 4 – 400 kW för flytande och gasformiga bränslen i Sverige enligt /13/

| Panntyp | Pannverkningsgrad vid märkeffekt P_n | | Pannverkningsgrad vid 30% belastning ($0,3 P_n$) | |
|-------------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|
| | Genomsnittstemperatur pannvatten (°C) | Krav på verkningsgrad (%) | Genomsnittstemperatur pannvatten (°C) | Krav på verkningsgrad (%) |
| Standardpannor | 70 | $\geq 84 + 2 \log P_n$ | ≥ 50 | $\geq 80 + 3 \log P_n$ |
| Lågtemperaturpannor | 70 | $\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$ | 40 | $\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$ |
| Gaseldade kondensationspannor | 70 | $\geq 91 + \log P_n$ | 30 | $\geq 97 + \log P_n$ |

Detta illustreras i Figur 7 där sambanden i Tabell 9 visas i grafisk form för en jämförelse med dagens danska krav. De danska kraven /14/ säger att pannor för gas ska ha en verkningsgrad på minst 96% vid fullast och 104% vid 30% dellast. Verkningsgraden mäts vid 70°C för fullast och 30°C vid dellast.



Figur 7 Verkningsgradskraven i Sverige jämfört med de danska (horisontella linjer)

Det framgår tydligt att de danska kraven på verkningsgrad överskrider de svenska med bred marginal. Det finns alltså ingen risk att en panna som är energimärkt i Danmark har en verkningsgrad som är lägre än de svenska kraven. Observera att det verkningsgradskrav för lågtemperaturpannor som gäller i Sverige är lika vid pannans märkeffekt och den lägre effekten, varför de två kurvorna sammanfaller i figuren.

Således uppfyller alla villagaspannor som har en dansk energimärkning de svenska verkningsgradskriterierna.

4.2 Uppvärmningsbehov och klimatskillnader

I ”Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (1993:57) – föreskrifter och allmänna råd” /15/ anges att byggnadens årliga specifika energi-behov för nybyggnation ska vara 110 kWh/m² i den södra klimatzonen och 130 kWh/m² i den norra klimatzonen. Den norra klimatzonen består av Norrbottens län, Västerbottens län, Jämtlands län, Västernorrlands län, Gävleborgs län, Dalarnas län och Värmlands län. Till den södra klimatzonen räknas övriga län. Energimyndigheten ger uppgifter

för energianvändningen i ett svenskt genomsnittshus¹, se Tabell 10. Uppgifterna är baserade på Statistiska Centralbyråns Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2005.

Tabell 10 *Det svenska genomsnittshuset*

| | |
|---------------------------------|-------|
| Boyta (m ²) | 144 |
| Total energianvändning (kWh)/år | 26200 |
| Uppvärmning (kWh)/år | 15000 |
| Varmvatten (kWh)/år | 5000 |
| Hushållsel (kWh)/år | 6200 |

I Figur 8 visas resultaten av beräkningar för olika systemlösningar belägna i Köpenhamn och i Stockholm. Beräkningarna är gjorda med hjälp av ett program utvecklat inom ett EU-projekt². Programmet tar inte hänsyn till detaljer om enskilda pannmodeller. Beräkningarna är gjorda för uppvärmningsbehov mellan 10000 kWh/år och 30000 kWh/år, 2000 respektive 5000 kWh årligt varmvattenbehov, samt 80 och 150 liter stora varmvattenberedare. Till detta har även brännareffekten varierats. Två fall av modulerande brännare har studerats, 5–15 kW och 5–25 kW. Klimatet för Stockholm är månadsmedeltemperaturen för 1960–1990 och ses i Tabell 11.

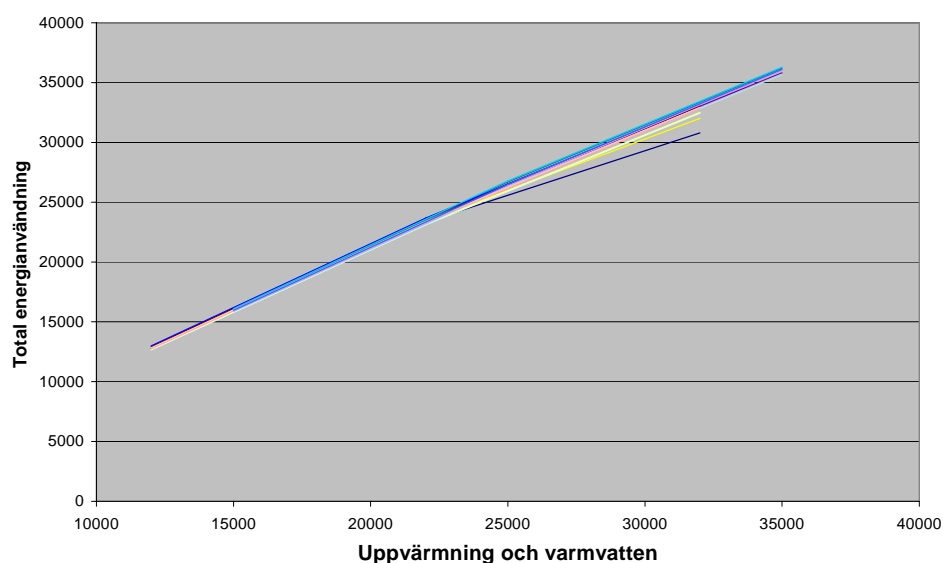
Tabell 11 *Månadsmedeltemperaturer i Stockholm som använts vid jämförelse av villgaspansorns prestanda i Köpenhamn och Stockholm*

| Månad | Temperatur (°C) | Månad | Temperatur (°C) |
|----------|-----------------|-----------|-----------------|
| januari | -8,9 | juli | 13,9 |
| februari | -7,5 | augusti | 12,6 |
| mars | -3,5 | september | 8,2 |
| april | 1,3 | oktober | 3,8 |
| maj | 7,6 | november | -2,3 |
| juni | 12,4 | december | -6,3 |

¹

http://www.energimyndigheten.se/WEB/STEMEx01Swe.nsf/F_PreGen01?ReadForm&MenuSelect=F785C9CC6287E6B2C1256DAD0027C336

² http://www.boilerinfo.org/infosystem_el/software/calculationsoftware.htm



Figur 8 Årlig energianvändning vid olika kombinationer av pannor och varmvattenberedare i Köpenhamn och Stockholm

Figuren visar att linjerna för Danmark och Sverige skiljer mycket lite. Det är oftast en skillnad på maximalt omkring 1% i beräknad total energianvändning för likadana installationer i Köpenhamn och Stockholm. I några fall är skillnaden mellan Sverige och Danmark 3–6%. Detta avser installationer där uppvärmningsbehovet och varmvattenförbrukningen är hög samtidigt som den mindre varmvattenberedaren förutsätts. Detta är en inte särskilt sannolik installation. Dessutom är den antagna kapaciteten hos värmesystemet, 8 kW, i minsta laget för det årliga uppvärmningsbehovet på 30000 kWh. Beräkningarna ger alltså inte anledning att tro att klimatet påverkar verkningsgraden så mycket att energimärkningen blir osäker, det vill säga den beräknade skillnaden mellan Sverige och Danmark är mindre än intervallet för exempelvis märkningen A, jämför Tabell 7. Intervallet är ungefär 1000 kWh och för uppvärmningsbehovet 20000 kWh/år visar beräkningarna en skillnad på maximalt 100–200 kWh i årlig energianvändning för likadana installationer i Köpenhamn och Stockholm.

4.3 Varmvattenanvändning och varmvattenkapacitet

I den danska energimärkningen av gaspannor används 2000 kWh/år som värde för varmvattenanvändningen. I Sverige används oftare 5000 kWh/år och det svenska genomsnittshuset har detta värde. Hur påverkar detta energimärkningen? Ett högre varmvattenbehov innebär en högre verkningsgrad

för pannan under sommaren då den endast används för varmvattenproduktion eftersom värmeförlusterna från beredaren inte ändras och fördelas över en större varmvattenanvändning. Proven för det danska systemet är lika för alla pannor och de innebär att pannan och beredaren provas under konservativa betingelser. Proven ger ingen överskattning av prestanda och verkningegrad och betraktas inte vara till nackdel att direkt användas i en svensk märkning.

Figur 6 visar beräknade värden av vilken beredarstorlek som bör väljas då man känner varmvattenbehovet och tillförd effekt till beredaren. Förklaringar till vad som motsvaras av de olika flödesintervallen finns i avsnitt 3.6 på sidan 25.

Linjerna nederst i diagrammet motsvarar de danska minimikraven för en enfamiljsbostad med respektive utan badkar /16/. Effekten, cirka 37 kW, då beredarstorleken är noll motsvarar en installation med genomströmningsberedare. Effekten motsvaras av tappningseffekten till disk (14,7 kW) och dusch (17,6 kW) och med påslag för beläggningar på värmväxlarytorna. Råd i Boverkets Byggregler BBR94 /16/ anger att "...Varmvattenvärmare utan ackumulering för ett enbostadshus bör ge en effekt som medger ett flöde av blandat kall- och varmvatten med temperaturen 40°C av lägst 0,35 l/s". Detta motsvarar en effekt på 43,9 kW och är högre än motsvarande krav enligt de danska reglerna. Vidare skrivs att "Vattenvärmare med ackumulering för ett enbostadshus bör vara så dimensionerad att den kan värma kallvatten av 10°C under en tid av högst 6 timmar så att två tappningar om vardera 140 l vatten av 40°C blandat kall- och varmvatten, kan erhållas inom en timme. Därvid bör tappflödet vara minst 0,2 l/s." Detta avsnitt om varmvatten har upphört att gälla från december 2006 /17/ och det tycks som om det idag inte finns några regler eller råd om varmvattenkapaciteten. Det närmaste är vattenflödet vid olika tappställen.

De danska reglerna är annorlunda formulerade med flera tappningar under ett dygn. Dock räcker det att ta tappningsintervallet för två badkarstappningar för en jämförelse av de minsta kapacitetskravet. I Danmark ska två badkar kunna fyllas vid starttidpunkterna 0 och 30 minuter. Volymen är 125 l och tappningsflödet 0,21 l/s. Slutsatsen är att de danska minimikraven på varmvattenkapacitet inte innebär någon restriktion eller begränsning på

varmvatteninformationen på energimärket. Dock bör man vara försiktig med kombinationer av panna och liten beredarstorlek som ligger nära den nedre begränsningslinjen i Figur 6 eftersom man här kan hamna något under de svenska kraven.

4.4 Primärenergianvändning

Elanvändningen i pannor korrigeras med en faktor 2,5 i det danska märkningssystemet. Det bestäms i regler från danska "Erhvervs- og Byggestyrelsen" /14/. El som används vid olje- gas- och fjärrvärmeuppvärmning ska multipliceras med denna faktor för att kunna göra en jämförelse. I en utredning från Energimyndigheten /19/ ges primärenergifaktorn för el använd i hus, inklusive förlusterna i byggnaden, till 1,62 beräknad för den nordiska elproduktionen och till 2,77 beräknad för marginalelproduktion. En oförändrad faktor kan betraktas som något hög med hänsyn till den nordiska elproduktionen men elanvändningen i gaspannor kommer att minska drastiskt framöver då reglerbara cirkulationspumpar nu börjat byggas in i gaspannorna. Primärenergifaktorn kommer då att få en mindre betydelse och det bedöms att den inte behöver ändras i en svensk version av energimärkningen.

5 Mot en nordisk märkning

Är det möjligt att i framtiden utvidga energimärkningen att gälla de nordiska länderna eller fler och hur ska detta gå till?

5.1 Svanenmärkning

Den nordiska miljömärkningen Svanen beslutades av Nordiska Ministerrådet 1989 som en frivillig miljömärkning. Den omfattar många varor och verksamheter för både företag och privatpersoner, till exempel byggskivor, diskmaskiner, fönster och ytterdörrar, kaffefilter, persondatorer, textiltvättmedel för professionellt bruk samt tryckerier.

Det finns idag kriterier för några olika apparater för uppvärmning. Det är värmepumpar /20/, pannor för fasta bibränslen /21/, slutna eldstäder /22/ samt värmepannor och brännare för flytande och gasformigt bränsle /23/.

Svanenmärkning för brännare och pannor för flytande och gasformiga bränslen ställer krav på följande områden:

- Utsläpp till luft av kväveoxider (NO_x), oförbrända kolvaäten (HC), koloxid (CO) och sot
- Verkningsgrad
- Tungmetaller och flamskyddsmedel i plastdelar
- Tungmetaller och organiska lösningsmedel i ytbehandlingen
- Halogeniserade lösningsmedel i avfettningsmedel
- Material med klimateffekt i skumningsmedel i värmeisoleringen

Märkningen gäller installationer upp till 120 kW.

5.2 Utsläpp till luft

Utsläpp till luft begränsas i denna beskrivning endast till de krav som gäller gasbrännare och pannor. I Tabell 12 och Tabell 13 visas gränserna för kväveoxider och koloxid för enbart gasbrännare respektive kombinationen av gasbrännare och värmepanna.

Tabell 12 Maximala utsläpp av kväveoxider och koloxid för Svanenmärkning av gasbrännare

| Ämne | mg/kWh _{gas} | mg/m ³ (3% O ₂) | ppm (3% O ₂) |
|--------------------------------|-----------------------|--|--------------------------|
| Kväveoxider (NO _x) | 70 | 71 | 35 |
| Koloxid (CO) | 60 | 61 | 49 |

Tabell 13 Maximala utsläpp av kväveoxider och koloxid för Svanenmärkning av kombination av gasbrännare och värmepanna

| Ämne | mg/kWh _{gas} | mg/m ³ (3% O ₂) | ppm (3% O ₂) |
|--------------------------------|-----------------------|--|--------------------------|
| Kväveoxider (NO _x) | 70 | 71 | 35 |
| Koloxid (CO) | 20 | 20 | 16 |

5.3 Svanens krav på verkningsgrad

Kriterierna för verkningsgrad gäller endast för en kombination av gasbrännare och värmepanna. Här finns olika kriterier om anläggningen ska installeras med eller utan solvärme. Kraven på värmepannan är högre om solvärme inte utnyttjas. Pannans verkningsgrad bestäms genom prov specificerade i CEN 303 (pannor med fläktgasbrännare) och CEN 304 (pannor med oljebrännare). Verkningsgraden bestäms vid nominell panneffekt och vid en låg effekt då brännaren är modulerande eller har flera effektsteg.

Verkningsgraden η för en panna utan solvärmeanläggning ska vara minst

$$\eta = \frac{1}{60}Q + b$$

där Q är pannans effekt (kW) och b hämtas ur Tabell 14.

Tabell 14 Konstanten b för beräkning av lägsta verkningsgrad för en gaspanna och utan solvärme

| Bränsle | b | |
|---------|-----------------|------------|
| | Nominell effekt | Låg effekt |
| Gas | 95,83 | 93,83 |

Och för en panna med solvärmeanläggning ska verkningsgraden η minst uppgå till

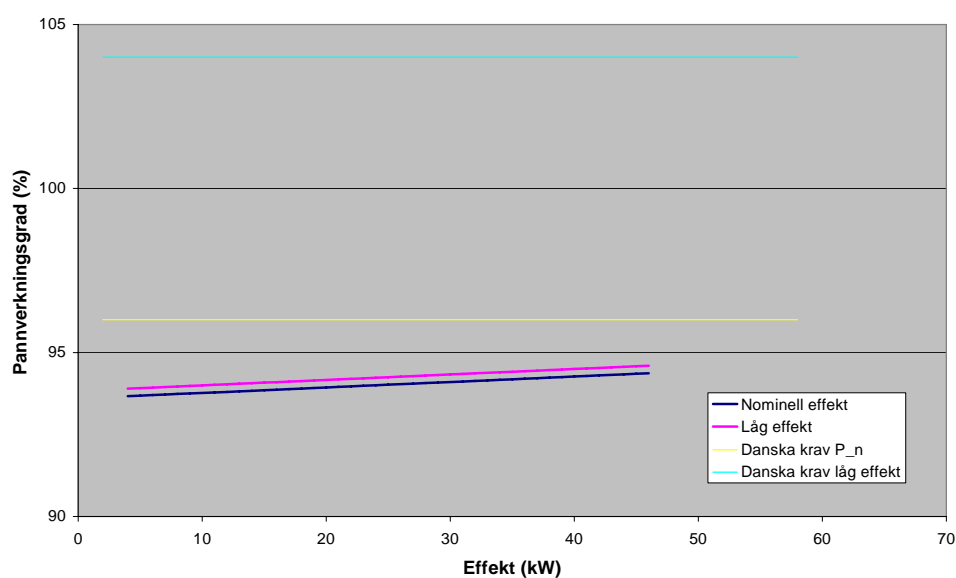
$$\eta = \frac{1}{60}Q + b$$

där Q som tidigare är pannans effekt och b hämtas ur Tabell 15.

Tabell 15 Konstanten b för beräkning av lägsta verkningsgrad för en gaspanna och med utnyttjande av solvärme

| Bränsle | b | |
|---------|-----------------|------------|
| | Nominell effekt | Låg effekt |
| Gas | 93,90 | 91,90 |

Liksom tidigare görs en jämförelse med de danska kraven på gaspannors verkningsgrad och de krav som krävs för Svanenmärkning. Jämförelsen ses i *Figur 9*.



Figur 9 Jämförelse av Svanenmärkningens krav på verkningsgrad och danska krav

Det framgår tydligt av *Figur 9* att de danska kraven är strängare än de som gäller för Svanenmärkning. Det uppstår alltså ingen konflikt om pannorna uppfyller de danska kraven och en eventuell Svanenmärkning.

Elanvändningen ska endast anges, och räknas inte in i verkningsgraden som fallet är i energimärkningsordningen. Även här uppfylls Svanenmärkningsens krav av de gällande kraven i det danska energimärkningssystemet.

5.3.1 Materialkrav

Miljökraven gäller de material som används i plastdelar, ytbehandling, avfettningsmedel och värmeisolering. Plastdelar med en vikt över 50 g ska märkas för att kunna återvinnas när pannan är uttjänt. Plastmaterialet får inte innehålla kadmium, bly eller kvicksilver. Det får heller inte förekomma halogeniserade flamskyddsmedel i plastmaterial med möjligt undantag om de kan dokumenteras som nödvändiga för el- och brandsäkerhet med hänsyn till lågspänningsdirektivet. Några namngivna flamskyddsmedel får dock aldrig användas om kraven för Svanenmärkning ska uppfyllas.

Pigment och tillsatser i ytbehandlingen får inte vara baserade på bly, kadmium, krom, kvicksilver eller föreningar av dessa ämnen. Medel som används till ytbehandling får inte innehålla mer än 5% organiska lösningsmedel. Metallbeläggningar, med undantag för små skruvar och liknande, får inte vara gjorda av krom, nickel eller föreningar av dessa. Avfettningsmedel får inte innehålla halogeniserade lösningsmedel.

Värmeisoleringen får inte använda uppskumningsmedel som har en växthuseffekt, angiven som GWP (Global Warming Potential), som överstiger 5.

6 Slutsatser

Den danska energimärkningen av villagaspannor fungerar väl. Sverige har likartade uppvärmningssystem, energibehov och produkter. Ett önskemål från den svenska gasbranschen att använda det danska energimärknings-systemet har undersökts och möjligheten har värderats.

Energimärkningens grunder är laboratoriemätningar av hög kvalitet och en modell för beräkning av verkningsgraden i olika driftsituationer som utvecklats i ett gemensamt europeiskt projekt. Mätningar och beräkningar tillgodoser de installationer som finns i Sverige. Även beräkningsmodellen är relevant för svenska hus.

Det finns några mindre skillnader i förutsättningarna för energimärkningen i Danmark och Sverige. Det berör klimat, uppvärmning- och varmvattenbehov. Beräkningar visar att dessa skillnader inte påverkar energimärkningen så att olika resultat erhålls för svenska och danska standardinstallationer. Den danska energimärkningen av villagaspannor kan alltså direkt användas i Sverige.

Referenser

- /1/ Uppvärmning i Sverige 2007. En rapport från Energimarknadsinspektionen, EMIR 2007:03
- /2/ Otto Paulsen och Christian Holm Christiansen, Energy consumption calculation method for domestic hot water and combined systems. Working package 1: Method for calculation of energy calculation and efficiency for hot tap water preparation, version 3. Appendix 1 (The general part load model of BOILSIM) and references herein, (SAVE Contract No XVII 4.1031/Z/97-0), Dansk Teknologisk Institut, november 2000.
- /3/ EN 297: Gas-fired central heating boilers – Type B₁₁ and B_{11BS} boilers fitted with atmospheric burners of nominal heat input not exceeding 70 kW, Dansk Standard DS/EN 297, 1994
- /4/ EN 677: Gas-fired central heating boilers – specific requirements for condensing boilers with a nominal heat input not exceeding 70 kW, 2000
- /5/ Good Laboratory Practice for Full and Part Load Efficiency Measurement for Boilers. LABNET GLP report version 8, DGC, maj 2000
- /6/ prEN 13 203: Gas-fired domestic appliances producing hot water – part 1 (Assessment of performance of energy consumption) – Appliances not exceeding 70 kW heat input and 300 litre water storage capacity
- /7/ Leo van Gruijthuisen (DGC) och Kris de Wit (ARGB), BOILER SAVELEC Protocol for the measurement of electricity consumption of central heating boilers, (Contract SAVE 4.1031/Z/02-021/2002), februari 2004
- /8/ Jean Schweitzer, Procedure for the testing of gas boilers for the application of the DK labelling system. Tests descriptions and laboratory requirements, maj 2004, Dansk Gasteknisk Center

-
- /9/ Leo van Gruijthuijsen, Description of the calculation method for the Danish labelling of gas boilers, november 2004, Dansk Gasteknisk Center

 - /10/ Jean Schweitzer, Full and Part Load Efficiency Measurements for Boilers. Technical report Work Package 4: Heat contribution by the pump, BCR Project MAT1-CT92-0009, november 1994

 - /11/ Test av cirkulationspumpar. Det är stora skillnader i energiförbrukning mellan olika cirkulationspumpar. Energimyndigheten 2007, <http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Tester/Husets-varmesystem--/Test-av-cirkulationspumpar/>

 - /12/ N. Bidstrup, G. Hunnekuhl, H. Heinrich och T. Andersen, Classification of circulators, Europump 2003, www.europump.org

 - /13/ Boverkets föreskrifter och allmänna råd om effektivitetskrav för nya värmepannor som eldas med flytande eller gasformigt bränsle, Boverkets författningssamling BFS 1997:58

 - /14/ Tillæg 9 til Bygningsreglement for småhuse 1998, Erhvervs- og Byggestyrelsen, juni 2005

 - /15/ Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (1993:57) – föreskrifter och allmänna råd, Boverkets författningssamling BFS 2006:12 BBR 12

 - /16/ Boverkets Byggregler. Boverkets Författningssamling BBR94:1, december 1993

 - /17/ Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (1993:57) – föreskrifter och allmänna råd, Boverkets Författningssamling BFS 2006:12 BBR 12, juni 2006

 - /18/ Norm for vandinstallationer. Code of Practice for domestic water supply installations, Dansk standard DS 439, juni 2000

-
- /19/ Effektivare primärenergianvändning. En uppföljning av måluppfyllelse avseende EG-direktivet om effektivare slutanvändning av energi och om energitjänster mellan åren 1991 till 2004, Energimyndigheten ER 2006:32
- /20/ Svanenmärkning av Värmepumpar. Version 2.0.
14 mars 2007–31 mars 2010
- /21/ Svanmärkning av Slutna eldstäder. Version 2.0.
23 mars 2006–31 mars 2009
- /22/ Svanenmärkning av Pannor för fasta bibränslen. Version 2.0.
14 mars 2007–30 juni 2011
- /23/ Svanemärkning af Kedler og brændere til flydende og gasformigt brændsel. Version 5.0. 10. juni 2005–10. juni 2009



Scheelegatan 3, 212 28 Malmö • Tel 040-680 07 60 • Fax 040-680 07 69
www.sgc.se • info@sgc.se
