

De diagnose van verwarmingssystemen van type 1

Voor verwarmingsspecialisten: erkende erwarmingsinstallateurs



Versie oktober 2010

Meer informatie: www.leefmilieubrusssel.be

→ Professionelen

→ Energie

→ EPB en binnenklimaat

→ Technische installaties EPB

Leefmilieu Brussel-BIM

Departement EPB

Email: verwarmingEPB@ibgebim.be

DE DIAGNOSE VAN VERWARMINGSSYSTEMEN VAN TYPE 1

Reglementaire aspecten en gebruik van de rekenlat

INHOUD

HOOFDSTUK 1: ALGEMENE CONTEXT	7
1. DOELSTELLINGEN VAN DEZE HANDLEIDING.....	7
2. OPFRISSING VAN DE REGELGEVING	7
2.1 <i>Algemeen</i>	7
2.2 <i>Wanneer moet een diagnose van het verwarmingssysteem worden uitgevoerd?</i>	8
3. NUT VAN DE DIAGNOSE VAN DE VERWARMINGSSYSTEMEN	8
HOOFDSTUK 2: ALGEMENE BESPREKING VAN DE MÉTHODE	11
1. BEPERKINGEN VAN DE METHODE.....	11
2. SYMBOLEN VAN DE FYSISCHE GROOTHEDEN DIE GEBRUIKT WORDEN IN DE DIAGNOSEMETHODE VOOR VERWARMINGSSYSTEMEN VAN TYPE 1	12
3. GROTE FASEN BIJ DE DIAGNOSE VAN HET VERWARMINGSSYSTEEM	13
HOOFDSTUK 3: MOMENTAAL VERBRANDINGSRENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL	13
1. SCHOORTSTEENVERLIES OF VERLIES VAN VOELBARE WARMTE	13
HOOFDSTUK 4: THEORETISCHE ASPECTEN VAN HET RENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL BIJ VOLLAST	16
1. NUTTIG OF THERMISCH RENDEMENT BIJ VOLLAST (NOMINAAL VERMOGEN)	16
2. STRALINGS- EN CONVECTIEVERLIES	16
3. RENDEMENT BIJ DEELLAST	16
HOOFDSTUK 5: THEORETISCHE ASPECTEN VAN HET RENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL BIJ DEELLAST	18
1. MODELLERING VAN EEN VERWARMINGSKETELS BIJ DEELLAST	18
1.1 <i>Bepaling van het jaarlijks productierendement</i>	18
2. FYSISCHE BETEKENIS VAN DE STILSTANDVERLIEZEN	18
3. PRODUCTIERENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL	19
HOOFDSTUK 6: BEPALING VAN DE BELASTINGSFACTOR VAN EEN KETEL	20
1. BEPALING VAN DE BELASTINGSFACTOR	20
2. BEPALING VAN HET JAARLIJKS ENERGIEVERBRUIK	22
2.1 <i>Informatie vooraf</i>	22
2.2 <i>Aardgas als brandstof</i>	22
2.3 <i>Stookolie als brandstof</i>	23
2.4 <i>Propaan als brandstof</i>	23
2.5 <i>Verwerking als geen verbruiksgegevens beschikbaar zijn</i>	23
2.6 <i>Oefeningen in het bepalen van het jaarlijks energieverbruik</i>	23
2.7 <i>Samenvatting:</i>	25
3. BEPALING VAN HET VERMOGEN VAN EEN VERWARMINGSKETEL TER PLAATSE.....	25
3.1 <i>Bepaling van het vermogen van gasgestookte verwarmingsketels</i>	25
3.2 <i>Bepaling van het vermogen van stookolieketels</i>	25
3.3 <i>Oefening in het bepalen van het vermogen van de verwarmingsketel</i>	26
4. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN DE JAARLIJKSE BELASTINGSFACTOR "B"	27
HOOFDSTUK 7: TOEKENNING VAN DE STILSTANDVERLIESCOEFFICIENT "A" VAN EEN BESTAANDE KETEL	28
1. KENMERKEN DIE DE STILSTANDVERLIEZEN BEINVLOEDEN	28
2. METHODE VOOR DE TOEKENNING VAN DE STILSTANDVERLIESCOEFFICIENT "A"	29
3. BEPALING VAN HET PRODUCTIEJAAR VAN DE VERWARMINGSKETEL VOLGENS HET KENPLAATJE	29
4. PROCEDURE INDIEN HET KENPLAATJE ONTBREEKT	30
5. STOOKOLIEKETELS MET ROOKKLEP OP DE BRANDER	31
6. IDENTIFICATIE VAN DE TYPES GASGESTOOKTE VERWARMINGSKETELS	32



7. OEFENINGEN IN HET TOEKENNEN VAN DE STILSTANDVERLIESCOËFFICIËNT [A] VAN EEN VERWARMINGSKETEL.....	34
8. SAMENVATTING.....	35
HOOFDSTUK 8: INVLOED VAN DE REGELMODUS OP DE TEMPERATUUR VAN DE VERWARMINGSKETEL	35
1. INVLOED VAN DE TEMPERATUUR VAN HET WATER OP DE WARMTEVERLIEZEN	35
2. REGELMODI VOOR DE TEMPERATUUR VAN HET WATER VAN DE VERWARMINGSKETEL	36
HOOFDSTUK 9: INVLOED VAN HET VERBRANDINGSRENDEMENT η_{RO}.....	37
1. INVLOED VAN HET VERBRANDINGSRENDEMENT η_{RO}	37
2. METHODE OM HET VERBRANDINGSRENDEMENT η_{RO} TE BEPALEN	38
HOOFDSTUK 10: DE REKENLAT ALS BEREKENINGSINSTRUMENT	38
1. BEREIK VAN DE REKENLAT	38
2. HYPOTHESEN OPGENOMEN IN DE REKENLAT	38
3. PRESENTATIE VAN DE REKENLAT.....	39
4. HYPOTHESEN MET BETREKKING TOT HET RENDEMENT VAN NIEUWE VERWARMINGSKETELS	40
5. GEBRUIK VAN DE REKENLAT.....	41
6. VOORBEELD VAN HET GEBRUIK VAN DE REKENLAT	42
7. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN DE GECORRIGEERDE BELASTINGSFACTOR B_{COR}	43
HOOFDSTUK 11: VOORSTELLEN TER VERBETERING	44
1. ORIENTERINGSLIJST VAN VOORSTELLEN TER VERBETERING.....	44
2. PRODUCTIERENDEMENT NA VERNIEUWING EN BESPARINGSPOTENTIEEL	46
3. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN EEN NIEUW PRODUCTIERENDEMENT	46
4. METHODE OM DE GERAAMDE FINANCIËLE BESPARING TE BEPALEN.....	47
4.1 <i>Methode</i>	47
4.2 <i>Beschouwingen over de brandstofprijzen</i>	47
4.3 <i>Voorbeeld</i>	47
5. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN DE GERAAMDE JAARLIJKSE BESPARING IN EUR [€]	48
HOOFDSTUK 12: GEGEVENS VOOR DE CERTIFICERING IN HET BHG.....	49
1. DOEL	49
2. GEGEVENS VOOR DE CERTIFICERING.....	49
HOOFDSTUK 13: DIAGNOSEVERSLAG EN TAKEN VAN DE ERKENDE VERWARMINGSINSTALLATEUR	50
1. TAKEN VAN DE ERKENDE VERWARMINGSINSTALLATEUR	50
2. OPSTELLEN VAN HET DIAGNOSEVERSLAG	50
2.1 <i>Informatie ter attentie van de VTI's</i>	54
2.2 <i>Wat is een diagnose?</i>	54
2.3 <i>Premies met betrekking tot verwarming in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest</i>	54
2.4 <i>Nuttig internetadres:</i>	54
HOOFDSTUK 14: REEKS VOLLEDIGE DIAGNOSEVOORBEELDEN	55
1. OEFENING 1	55
2. OEFENING 2	55
3. OEFENING 3	56
4. OEFENING 4	56
5. OEFENING 5	57
6. OEFENING 6	58
7. OEFENING 7	58
8. OEFENING 8	59
9. OEFENING 9	59
BIJLAGE 1: LABELS OP VERWARMINGSKETELS	61
BIJLAGE 2: SCHÉMA'S VAN DE DIVERSE AARDGASVERWARMINGSKETELS.....	64
BIJLAGE 3: RENDEMENTEN IN EEN VERWARMINGSSYSTEEM.....	70
1. GLOBAAL RENDEMENT VAN EEN VERWARMINGSINSTALLATIE	70
2. PRODUCTIERENDEMENT	71
3. DISTRIBUTIERENDEMENT.....	71
4. AFGIFTERENDEMENT	71
5. REGELRENDEMENT	72



BIJLAGE 4: EMISSIES VAN VERWARMINGSKETELS	73
1. NO _x	73
2. KOOLMONOXIDE (CO)	73
3. EMISSIE – TRANSMISSIE - IMMISSIE.....	74
4. REGELGEVING	74
BIJLAGE 5: CONDENSATIEKETELS	75
1. INLEIDING	75
2. RENDEMENT VAN EEN CONDENSATIEKETEL.....	75
3. FACTOREN DIE HET RENDEMENT VAN EEN CONDENSATIEKETEL BEINVLOEDEN	75
3.1 <i>Temperatuur van de verbrandingsproducten</i>	75
3.2 <i>Luchtvermaat</i>	75
4. CONCEPT VAN EEN CONDENSATIEKETEL.....	75
5. HOE DE CONDENSATIEKETEL VALORISEREN VIZ DE INSTALLATIE?	76



AFBEELDINGEN

FIGUUR 1.1: VOORBEELD VAN EEN OUDE STOOKOLIEKETEL	8
FIGUUR 1.2: VOORBEELD VAN EEN OUDE INSTALLATIE	8
FIGUUR 1.3: VOORBEELD VAN EEN NIEUWE INSTALLATIE	8
FIGUUR 1.4: VOORBEELD VAN EEN OUDE KETEL	9
FIGUUR 1.5: VOORBEELD VAN EEN MODERNE KETEL.....	9
FIGUUR 1.6: OUDE KETEL → NO _x = 7 KG/JAAR.....	9
FIGUUR 1.7: NIEUWE KETEL → NO _x = 1,5 KG/JAAR	9
FIGUUR 4.1: SCHEMA VAN EEN MODERN MEETSTATION VOOR GASTOESTELLEN (INFORMATIE: TECHNIGAS)	17
FIGUUR 5.1: PRODUCTIERENDEMENT VAN EEN OUDE INSTALLATIE.....	19
FIGUUR 5.2: PRODUCTIERENDEMENT VAN EEN NIEUWE INSTALLATIE	19
FIGUUR 6.1: EVOLUTIE OP MAANDBASIS VAN DE BELASTING VAN EEN VERWARMINGSKETEL	21
FIGUUR 6.2: VOORBEELD VAN EEN KENPLAATJE	26
FIGUUR 6.3: VOORBEELD VAN EEN KENPLAATJE	27
FIGUUR 7.1: EXTREEM VOORBEELD VAN EEN OUDE, NIET-GEÏSOLEERDE VERWARMINGSKETEL.....	28
FIGUUR 7.2: VOORBEELD VAN EEN MODERNE KETEL MET GEÏSOLEERDE WARM DELEN.....	28
FIGUUR 7.3: KENPLAATJE STOOKOLIEKETEL.....	29
FIGUUR 7.4: VOORBEELD KENPLAATJE	29
FIGUUR 7.5: KENPLAATJE STOOKOLIEKETEL.....	30
FIGUUR 7.6: KENPLAATJE GASKETEL	30
FIGUUR 7.7: KENPLAATJE GASKETEL	30
FIGUUR 7.8: KENPLAATJE ATMOSFERISCHE KETEL.....	30
FIGUUR 7.9: BRANDER MET AUTOMATISCHE SPAARKLEP	31
FIGUUR 7.9: BRANDER MET AUTOMATISCHE SPAARKLEP	31
FIGUUR 7.11: AUTOMATISCHE KLEP IN DE ROOKKANALEN	31
FIGUUR 7.12: BRANDER MET SPAARKLEP.....	31
FIGUUR 7.13: CONSTRUCTIESCHEMA ATMOSFERISCHE GASVERWARMINGSKETEL	32
FIGUUR 7.14: VERWARMINGSKETEL MET TERUGSLAGBEVEILIGING/ TREKONDERBREKER.....	32
FIGUUR 7.15: PREMIXBRANDER VAN EEN ATMOSFERISCHE GASGESTOOKTE VERWARMINGSKETEL TYPE B11	32
FIGUUR 7.16: ATMOSFERISCHE VERWARMINGSKETEL TYPE B11 MET ROOKAFVOER.....	32
FIGUUR 7.17: ROOKAFVOER (VERWARMINGSKETEL HR+).....	33
FIGUUR 7.18: ATMOSFERISCHE GASGESTOOKTE VERWARMINGSKETEL TYPE B11 MET WANDBEVESTIGING	33
FIGUUR 7.19: GASGESTOOKTE CONDENSATIEKETEL MET GESLOTEN LUCHTTOEVOERCIRCUIT	33
FIGUUR 7.20: GASGESTOOKTE VERWARMINGSKETEL HR+ MET GEDWONGEN ROOKAFVOER (TYPE C)	33
FIGUUR 7.21: GASGESTOOKTE VERWARMINGSKETEL MET WANDBEVESTIGING (TYPE C).....	33
FIGUUR 7.22: GESLOTEN APPARAAT (TYPE C).....	33
FIGUUR 7.23: GASGESTOOKTE VERWARMINGSKETEL MET KLEINE VENTILATOR (PREMIXBRANDER).....	34
FIGUUR 8.1: KAMERTHERMOSTAAT STUURT CIRCULATIEPOMP AAN.....	36
FIGUUR 8.2: KAMERTHERMOSTAAT STUURT BRANDER AAN.	36
FIGUUR 8.3: WEERSAFHANKELIJKE REGELAAR STUURT BRANDER AAN.....	37
FIGUUR 10.1: REKENLAT (VOORZIJDE).....	39
FIGUUR 10.2: REKENLAT (ACHTERZIJDE)	39
FIGUUR 10.3: OVERZICHT VAN DE TE VOLGEN PROCEDURE	41
FIGUUR 10.4: STAPPEN 1,2 EN 3.....	42
FIGUUR 10.5: STAP 4	42
FIGUUR 10.6: STAPPEN 5 EN 6.....	42
FIGUUR 10.7: STAPPEN 7 EN 8.....	43
FIGUUR 10.8: FASEN 10, 11 EN 12.....	43
FIGUUR 13.1: DIAGNOSEVERSLAG TYPE 1 / 1E DEEL.....	51
FIGUUR 13.2: DIAGNOSEVERSLAG TYPE 1 / 2E DEEL.....	52
FIGUUR 13.3: DIAGNOSEVERSLAG TYPE 1 / FORMULIER BASISGEGEVENS	53



INHOUD

Deze syllabus presenteert de reglementaire bepalingen met betrekking tot de diagnose van verwarmingssystemen van type 1, zoals bedoeld in het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 3 juni 2010 betreffende de voor verwarmingssystemen van gebouwen geldende EPB-eisen bij hun installatie en tijdens hun uitbatingsperiode.

DOELGROEP

Verwarmingsspecialisten die het bekwaamheidsattest als erkende verwarmingsinstallateur willen behalen.

Dit document is gebaseerd op de handleiding "Opleiding docenten verplichte eenmalige verwarmingsaudit voor kleine installaties (≤ 100 kW)", die door de "Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV (VITO)" werd opgesteld in opdracht van het "Vlaams Energie Agentschap (VEA)".



HOOFDSTUK 1: ALGEMENE CONTEXT

1. DOELSTELLINGEN VAN DEZE HANDLEIDING

De doelstellingen van deze handleiding zijn:

- het nut van een diagnoseopdracht toelichten;
- het mogelijke scala van verwarmingssystemen preciseren;
- de te volgen methode beschrijven;
- uitleggen hoe een diagnosebezoek doeltreffend wordt voorbereid;
- uitleggen hoe de "rekenlat" te gebruiken.

Deze handleiding is meer dan een gebruiksaanwijzing van de rekenlat.

2. OPFRISSING VAN DE REGELGEVING

2.1 Algemeen

De EPB-regelgeving inzake verwarming is gebaseerd op een reeks interventies op het terrein die, omdat zij de naleving van de EPB-eisen controleren, waarborgen dat de prestaties van de verwarmingssysteem mettertijd conform zullen blijven.

Al deze ingrepen hebben één punt gemeenschappelijk: zij worden verplicht uitgevoerd op initiatief van de **verantwoordelijke voor de technische installaties** (VTI) die houder of aanvrager van de milieuvergunning of eigenaar van het verwarmingssysteem is.

Opgelet: de huurder is niet de VTI.

De technische handelingen zijn:

- oplevering van de verwarmingssystemen;
- periodieke controle van de verwarmingsketels;
- diagnose van de verwarmingssystemen na 15 jaar.

Deze fasen zijn opgenomen in een stappenplan, dat als tijdschema dient voor de reglementaire handelingen die de VTI moet laten uitvoeren.

De technische handelingen worden toevertrouwd aan specialisten die door het BIM erkend zijn en *vrij gekozen* worden door de VTI.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen "kleine" en "grote" verwarmingssystemen:

→ Type 1: 1 verwarmingsketel met een vermogen < 100 kW

→ Type 2: 1 verwarmingsketel met een vermogen ≥ 100 kW of meer dan één ketel.

De volgende tabel geeft voor elk van deze handelingen de hoedanigheid van de bevoegde erkende specialist, afhankelijk van het type verwarmingssysteem:

Reglementaire handeling	Verwarmingssysteem	
	Type 1	Type 2
Oplevering	Erkende verwarmingsinstallateur	EPB-verwarmingsadviseur
Periodieke controle	Erkende verwarmingsinstallateur L, G1, G2	
EPB-diagnose indien verwarmingsketel >15 jaar	Erkende verwarmingsinstallateur	EPB-verwarmingsadviseur



2.2 Wanneer moet een diagnose van het verwarmingssysteem worden uitgevoerd?

- a) ten vroegste één jaar vóór en ten laatste één jaar nadat de oudste ketel met een vermogen hoger dan 20 kW die aangesloten is op het verwarmingssysteem, 15 jaar geworden is, laat de VTI die verantwoordelijk is voor de verwarmingsketel, de diagnose van het verwarmingssysteem uitvoeren.
- b) in afwijking van a) hierboven, wordt de diagnose later uitgevoerd:
 1. 2 jaar na de inwerkingtreding van dit hoofdstuk indien de leeftijd van de verwarmingsketel op de datum van inwerkingtreding van dit hoofdstuk onbekend is of 25 jaar of meer bedraagt;
 2. 2 en een half jaar na de inwerkingtreding van dit hoofdstuk indien de leeftijd van de verwarmingsketel bij de inwerkingtreding van dit hoofdstuk minder dan 25 jaar, maar ten minste 20 jaar bedraagt;
 3. 3 jaar na de inwerkingtreding van dit hoofdstuk indien de leeftijd van de verwarmingsketel op de datum van inwerkingtreding van dit hoofdstuk minder dan 20 jaar maar 11 jaar of meer bedraagt.

De EPB-diagnose is een **eenmalige** handeling in het nuttige leven van het verwarmingssysteem.

3. NUT VAN DE DIAGNOSE VAN DE VERWARMINGSSYSTEMEN

Waarom is de diagnose van verwarmingssystemen belangrijk? De diagnose is het meest geschikte instrument om de gebruiker ervan te overtuigen dat het vanuit het oogpunt van het energieverbruik beter is zijn verwarmingssysteem te verbeteren. Het gaat erom de energie-efficiëntie van het verwarmingssysteem te verhogen, d.w.z. het energieverbruik te verlagen voor hetzelfde verwarmingsresultaat. Men gebruikt hiervoor vaak de term "rendement".



Figuur 1.1: voorbeeld van een oude stookolieketel



Figuur 1.2: voorbeeld van een oude installatie

Verbruik: 44.850 kWh
Energiefactuur: € 1.350 (incl. btw)
→ Verlaging van het verbruik: 9.900 kWh of 22%
→ Besparing energiekosten: € 380 /jaar



Figuur 1.3: voorbeeld van een nieuwe installatie

Verbruik: 34.950 kWh

Dankzij de evolutie van de technologie zijn op de markt verwarmingssystemen beschikbaar die almaar beter presteren. Dit resulteert niet alleen in een verhoging van het energierendement, met een daling van het verbruik en de CO₂-uitstoot, maar ook in een verminderde uitstoot van verontreinigende stoffen in de atmosfeer.

De verwarmingssystemen behoren namelijk tot de belangrijkste producenten van broeikasgassen en andere pollutanten die de kwaliteit van de lucht in belangrijke mate beïnvloeden. Om de gezondheid van de mens en het milieu te beschermen, is het essentieel dat de emissies van verontreinigende stoffen aan de bron worden aangepakt. Broeikasgassen dragen bij tot de opwarming van het klimaat, terwijl de vele andere pollutanten diverse effecten hebben. Tot de laatstgenoemde substanties behoren onder meer stikstofoxiden, roetdeeltjes, vluchtige organische stoffen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen, dioxines, furanen en koolmonoxide. De lijst is niet volledig, en bepaalde pollutanten zijn bovendien precursoren van nieuwe moleculen.

Om de gezondheid van mens en milieu te beschermen, is het bijgevolg belangrijk de verwarmingssystemen zo te reglementeren dat een goede verbranding gewaarborgd is en de emissies in de atmosfeer tot een minimum beperkt blijven.



Figuur 1.4: voorbeeld van een oude ketel

CO₂-uitstoot: 13.500 kg/jaar
→ daling met 30%!



Figuur 1.5: voorbeeld van een moderne ketel

CO₂-uitstoot: 9.500 kg/jaar



Figuur 1.6: oude ketel → NO_x = 7 kg/jaar
→ daling van de emissie met 80%.



Figuur 1.7: nieuwe ketel → NO_x = 1,5 kg/jaar

Deze diagnose van het verwarmingssysteem mag niet geminimaliseerd worden of afgewogen worden tegen:

- aanbevelingen met betrekking tot het gebouw, bv. verbetering van de thermische isolatie, betere regeling van de ventilatie, enz.;
- aanbevelingen met betrekking tot de gedragingen van de gebruikers van het gebouw.

De aanbevelingen die in aansluiting op de diagnose worden geformuleerd, zijn aanvullingen van die andere aanbevelingen.

De mogelijke verbeteringen van de installatie hebben diverse gunstige effecten, meer in het bijzonder:

- financiële besparingen voor de gebruiker. Een lager energieverbruik geeft uiteraard een lagere energiefactuur en dus minder uitgaven. De uitgespaarde euro's kunnen dan weer geïnvesteerd worden in andere REG-maatregelen;
- verlaagde uitstoot van broeikasgassen (BKG's). De uitstoot van broeikasgassen ten gevolge van de menselijke activiteit is één van de aangetoonde oorzaken van de klimaatverandering op wereldschaal. Die verandering is op haar beurt schadelijk voor de natuur, de gezondheid van de bevolkingen en onze economie;
- beperking van het gebruik van fossiele brandstoffen. Over de beschikbaarheid van deze rijkdommen heerst nog op vele punten onzekerheid – snelheid waarmee de aardolielagen uitgeput raken, afhankelijk van hun maturiteit, evolutie van de wereldwijde vraag naar petroleumproducten, politiek klimaat ten aanzien van de producerende landen, ... En de beschikbaarheid bepaalt de prijs.



HOOFDSTUK 2: ALGEMENE BESPREKING VAN DE MÉTHODE

1. BEPERKINGEN VAN DE METHODE

De gebruiker en/of eigenaar van een centrale verwarmingsinstallatie heeft in het algemeen vrij weinig informatie over het globaal rendement van zijn installatie. Aangezien het rendement van een verwarmingstoestel niet alleen afhankelijk is van zijn kenmerken, maar ook van het ontwerp en de uitvoering van de installatie, zijn de gebruikers zich helemaal niet bewust van het globaal rendement van hun verwarmingssysteem. De enige beschikbare informatie is doorgaans de energiefactuur, maar die is niet altijd gemakkelijk te interpreteren.

Voor aardgas is het verbruik gemakkelijk afleesbaar op de eindfactuur, maar dat verbruik mag niet altijd in zijn totaliteit worden bekeken. Indien de productie van SWW bijvoorbeeld is toevertrouwd aan een ander toestel dan de verwarmingsketel, moet het verbruik in het kader van die productie worden afgetrokken. Het verbruik van keukenfornuizen of soortgelijke toestellen die op gas werken, mag niet in aanmerking worden genomen.

Voor stookolie moeten de geleverde liters stookolie, vermeld op de leveringsbonnen, worden samengeteld.

Voor propaan zijn er twee mogelijkheden:

- levering in bulk: de som van alle leveringen in liters berekenen;
- levering in gasflessen: de som van alle flessen vermenigvuldigen met het gewicht van het gas per fles.

Het is voor een gebruiker dan ook moeilijk zijn verbruik te ramen en vooral te bepalen wat nog kan worden verbeterd of welke besparingen nog mogelijk zijn. Hiervoor is een verwarmingstechnicus of een energiedeskundige nodig.

De te volgen methode moet het mogelijk maken de diagnose uit te voeren:

- door eenvoudige gegevens te verzamelen;
- met een eenvoudig berekeningsinstrument;
- in een beperkte tijdsduur.

Bovendien moet zij het mogelijk maken de eigenaar (VTI) duidelijke informatie en advies te geven over:

- het energierendement van zijn bestaande verwarmingsketel en zijn regeling;
- de mogelijkheden om zijn situatie en haar financiële gevolgen te verbeteren.



2. SYMBOLEN VAN DE FYSISCHE GROOTHEDEN DIE GEBRUIKT WORDEN IN DE DIAGNOSEMETHODE VOOR VERWARMINGSSYSTEMEN VAN TYPE 1

Eigenschappen van het gas

Gas OVW	Aardgasverbruik in m ³ /jaar op basis van de OVW
Gas BVW	Aardgasverbruik in m ³ /jaar op basis van de BVW
Gas BVW	Aardgasverbruik in kWh/jaar, (zie factuur leverancier)
G25	Laagwaardig gas van Slochteren
G20	Hoogwaardig gas, Ekofisk, Algerije
Aardgas L	Laagwaardig gas G25
Aardgas H	Hoogwaardig gas G20
m ³ (n)	1 m ³ van een gas bij 101.325 Pa en 0 °C

Rendementen

η_{ro}	Verbrandingsrendement in%
η_k	Rendement van de verwarmingsketel of thermisch rendement getest bij 80/60°C bij vollast in%
$\eta_{p,init}$	Productierendement met de bestaande ketel in%
$\eta_{p,nieuw}$	Productierendement met de vernieuwde installatie%

Verliezen

a	Correctiefactor voor de stilstandverliesfactor in%
V_{vw}	Verlies van voelbare warmte in%
α	Verlies bij stilstand van het toestel in%

Rook

O_2	Zuurstofgehalte in% volume
CO_2	Kooldioxidegehalte in% volume
CO	Koolmonoxidegehalte in ppm onverdund of in mg/kWh
NO_x	Zuurstofgehalte in mg/kWh
k	Constante van Siegert

Temperaturen

T_{ro}	Temperatuur van de rook in °C
T_{vl}	Temperatuur van de verbrandingslucht in °C
T_k	Temperatuur van het water in de ketel in °C
T_w	Gemiddelde temperatuur van het water in de ketel in °C
T_o	Omgevingstemperatuur in °C
θ	Verschil $T_w - T_o$ in °C
θ_n	Nominale waarde van θ , of voor de lucht bij 20°C = 50°C
Δ	Verschil tussen de vlamtemperatuur en $T_w - T_o$ in °C
Δ_n	Nominale waarde van Δ , of $\Delta_n = 950^\circ\text{C}$

Vermogen

Q_B	Calorisch vermogen in kW (thermische belasting van verwarmingsketel)
P_N	Nuttig nominaal vermogen in kW (vermogen verwarmingsketel)
H_o	Onderste calorisch vermogen van een brandstof in MJ/m ³ (n)
H_b	Bovenste calorisch vermogen van een brandstof in MJ/m ³ (n)
b	Belasting van de verwarmingsketel = aantal bedrijfsuren/verwarmingsuren per seizoen
b_{min}	Minimumwaarde belastingsgraad van de verwarmingsketel $\geq 5\%$



3. GROTE FASEN BIJ DE DIAGNOSE VAN HET VERWARMINGSSYSTEEM

De diagnosemethode omvat de volgende fasen:

- 1) bepaling van het huidige gemiddelde warmteproductierendement van de verwarmingsketel, d.w.z. van de enige bestaande verwarmingsketel in dienst;
- 2) bepaling van het gemiddelde rendement van een performante moderne verwarmingsketel;
- 3) bepaling van het verschil in energie- en brandstofverbruik tussen de bestaande situatie en de geplande nieuwe situatie, d.w.z. de situatie als de verwarmingsketel vernieuwd zou worden;
- 4) bepaling van de financiële winst voor de gebruiker van het verwarmingssysteem ten gevolge van de daling van het brandstofverbruik;
- 5) bepaling van andere mogelijke verbeteringen aan de verwarmingsinstallatie dan de vernieuwing van de verwarmingsketel;
- 6) opstellen van het diagnoseverslag ten behoeve van de aanvrager;
- 7) overhandiging van dit diagnoseverslag aan de aanvrager;
- 8) bondige mondelinge toelichting van de conclusies van dit diagnoseverslag ten behoeve van de aanvrager;
- 9) beantwoorden van de vragen van de aanvrager.

HOOFDSTUK 3: MOMENTAAL VERBRANDINGSRENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL

1. SCHOORTSTEENVERLIES OF VERLIES VAN VOELBARE WARMTE

Men kan het verlies van voelbare warmte bepalen door de formule van Siegert toe te passen.

$$\text{Formule van Siegert: } D_{cs} = k [(T_g - T_a) / \% \text{ CO}_2]$$

waarbij:

D_{cs}	=	verlies van gevoelige warmte;
K	=	constante van Siegert (afhankelijk van de brandstof en het CO_2 -gehalte in $_{\%}$);
T_g	=	temperatuur van de rookgassen bij het verlaten van de ketel in $^{\circ}\text{C}$;
T_a	=	temperatuur van de verbrandingslucht bij het binnenstromen in het toestel in $^{\circ}\text{C}$;
CO_2	=	waarde van het CO_2 -gehalte van de rookgassen in $_{\%} \text{CO}_2$.

Voorbeeld:

Na het onderhoud van een stookolieketel heeft men de volgende waarden gemeten:

- temperatuur van het water in de ketel: $T_k = 60^{\circ}\text{C}$;
- temperatuur bij het verlaten van de ketel: $T_g = 180^{\circ}\text{C}$;
- temperatuur van de omgevingslucht: $T_o = 15^{\circ}\text{C}$;
- hoeveelheid kooldioxide (CO_2) = 12,0%.

Het verlies van gevoelige warmte is gelijk aan:

a) bepaling van de constante van Siegert $k = [(0,008 \times \% \text{CO}_2) + 0,48]$ hetzij = 0,576

$$\begin{aligned} \text{b) } D_{cs} &= 0,576 (180 - 15) / 12,0 ; \\ &= 0,576 (175 / 12,0) ; \\ &= 0,576 * 14,5833 ; \\ &= 8,4\% . \end{aligned}$$



Als wij aannemen dat het onderste calorisch vermogen H_i van de brandstof gelijk is aan 100%, is het verwarmingsrendement gelijk aan:

$$\eta_{ro} = 100 - D_{cs} = k [(T_g - T_o) / \% CO_2], \text{ wat in ons voorbeeld geeft: } 100 - 8,4 = 91,6\%.$$

Het verbrandingsrendement is gelijk aan de aanvoer van nuttige energie, verminderd met het calorisch vermogen dat nog aanwezig is in de rookgassen.

Het verbrandingsrendement wordt gemeten met een elektronisch toestel of een analogo meettoestel van Bacharach.

Als een elektronisch meettoestel wordt gebruikt, wordt η_{ro} bepaald door middel van de volgende formule:

$$\eta_{ro} = (T_g - T_o) [A2 / (21 - O_2) + B]$$

waarbij A2 en B specifieke factoren van de brandstof zijn.

Tabel 3.1: Waarde van de parameters A2 en B afhankelijk van de brandstof

	A2	B
Stookolie	0,68	0,007
Aardgas	0,65	0,009
Propaan	0,63	0,008

Voor gasvormige brandstoffen gebruiken we de formule:

$$\eta_{ro} = 100 - ((39 / CO_2) + 0,86) \times ((T_g - T_o) / 100)$$

De maximale CO_2 -concentraties bij stoichiometrische verbranding van de volgende brandstoffen zijn gelijk aan (uitgedrukt in%):

aardgas L : 11,5 ;
aardgas H : 11,7 ;
stookolie : 15,7 ;
propaan : 13,6.

Als het verbrandingsrendement bepaald wordt op basis van de luchtvermaat in de rookgassen, wordt de volgende formule toegepast om het CO_2 -gehalte te bepalen:

$$CO_2\% = 21 - O_2 / 21 \times \% \text{ max. } CO_2 \text{ brandstof}$$

Naast het verbrandingsrendement hebben wij de volgende metingen nodig om de kwaliteit van de verbranding te beoordelen:

- meting van het CO-gehalte (in mg/kWh) ;
- rookindex voor vloeibare brandstoffen.

Het CO-gehalte wordt uitgedrukt in ppm. De recente meettoestellen rekenen rechtstreeks de in mg/kWh gemeten waarde om.

Om ppm om te rekenen in mg/kWh, gebruikt men de volgende waarden:

voor 0% O_2 of onverdunde rookgassen: CO mg/kWh = onverdund CO in ppm x omrekeningsfactor in mg/kWh/ppm

Omrekeningsfactoren

Aardgas H – G20	1 ppm = 1,074 mg/kWh
Aardgas L – G25	1 ppm = 1,095 mg/kWh
Lpg – G30	1 ppm = 1,091 mg/kWh
Stookolie	1 ppm = 1,101 mg/kWh



Hoe kunnen we de CO-waarde in mg/kWh bepalen?

- a) door de resterende zuurstof in de rookgassen te bepalen en de waarde van de emissieniveaus te berekenen bij 0% O₂, of door de concentratie van onverdund CO te meten in ppm ;
- b) omrekening in mg/kWh van de onverdunde waarde in ppm, door de omrekeningsfactor toe te passen afhankelijk van het brandstoftype.

Voorbeeld:

Metingen uitgevoerd op een installatie uit 1986, uitgerust met een gasverwarmingssketel met ventilatorbrander:

- CO-gehalte: 120 ppm ;
- O₂-gehalte: 4,5% ;
- gastype: G25 of aardgas L.

Bepaling van het CO-gehalte bij 0% O₂ of in onverdunde toestand:

$$W (\text{g\% O}_2) = [(21 - g)/(21 - \gamma) * M]$$

waarbij:

W = gewenste emissiewaarde bij een gewenste luchtvermaat g (bij 0% O₂) ;

M = gemeten emissiewaarde bij gemeten luchtvermaat γ ;

γ = gemeten luchtvermaat;

g = gewenste luchtvermaat (in dit geval, 0% d'O₂).

$$\begin{aligned} \text{Resultaat: } W &= [(21-0)/(21 - 4,5) * 120] \\ &= [(21/16,5) * 120] \\ &= 1,2727 * 120 \\ &= 153 \text{ ppm bij } 0\% \text{ d'O}_2 \end{aligned}$$

Omrekening in mg/kWh:

$$\begin{aligned} W &= 153 \text{ ppm} * 1,095 \text{ mg/kWh/ppm} \\ &= 167 \text{ mg/kWh} \end{aligned}$$

Ter informatie: in dit voorbeeld is de maximaal toegestane waarde 270 mg/kWh.

Bepaling van het CO₂-gehalte in%:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ in\%} &= [((21 - \% \text{ O}_2)/21)*\% \text{ max. CO}_2 \text{ in de brandstof}] \\ &= [((21 - 4,5)/21) * 11,8] \\ &= (16,5/21) * 11,8 \\ &= 0,7857 * 11,8 \\ &= 9,27 \end{aligned}$$



HOOFDSTUK 4: THEORETISCHE ASPECTEN VAN HET RENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL BIJ VOLLAST

1. NUTTIG OF THERMISCH RENDEMENT BIJ VOLLAST (NOMINAAL VERMOGEN)

Nuttig vermogen P (of vermogensbereik): dit is de hoeveelheid warmte die naar het warmtevoerend medium of naar het water wordt overgebracht per tijdseenheid.

Het vermogensbereik is een bereik, door de fabrikant gedefinieerd onder de benaming "nuttig vermogensbereik", waarbinnen de verwarmingsketel volledig in overeenstemming met de voor het toestel geldende norm kan worden ingesteld.

Als de fabrikant alleen het nominaal nuttig vermogen op het kenplaatje vermeldt, zal de technicus controleren of het calorisch vermogen van de verwarmingsketel niet op minder dan 85% werd ingesteld.

Als het calorisch vermogen van een verwarmingsketel te laag wordt ingesteld, kunnen kalkafzettingen worden gevormd (kalkaanslag).

Bovendien is er ook gevaar voor condensatieverschijnselen in de "dode zones" van het rookgasafvoerkanaal die de verwarmingsketel voortijdig kunnen beschadigen.

Nominaal nuttig vermogen P_N : dit is het nominaal nuttig vermogen, vermeld door de fabrikant, dat overeenstemt met de maximale nuttige warmte die naar het water wordt overgebracht.

Calorisch vermogen Q_B : dit is de hoeveelheid energie die de brandstof aan de brander levert per tijdseenheid, uitgedrukt in verhouding tot het onderste calorisch vermogen $H_i (= P_{ci})$.

Voor de calorische waarden zijn er twee definities, namelijk:

Bovenste calorisch vermogen (H_b of P_{cb}): dit is de hoeveelheid warmte die bij stoichiometrische verbranding wordt vrijgegeven wanneer de verbrandingsproducten tot 0 °C worden gekoeld bij een atmosferische druk van 1013 mbar. Het water dat bij de verbranding wordt gevormd, condenseert dan en de zogeheten condensatiewarmte wordt volledig gerecupereerd. Het H_b wordt gemeten met een calorimeterbom of calorimeter van Berthelot-Mahler, of berekend op basis van de moleculaire samenstelling van de brandstof.

Onderste calorisch vermogen (H_o of P_{co}): dit is de hoeveelheid warmte, bepaald zonder rekening te houden met de hoeveelheid water die in de vorm van stoom wordt afgevoerd met de verbrandingsproducten.

Aangezien verwarmingsketels vroeger alleen de hoeveelheid warmte konden uitwisselen die door de brandstoffen werd vrijgegeven, met uitsluiting van de waterdamp, zijn de internationale instanties overeengekomen dat het nuttig rendement altijd moet worden uitgedrukt op basis van het onderste calorisch vermogen (H_o).

Dit geeft rendementen hoger dan 100% voor condensatieketels.

Rendement van de verwarmingsketel η_p : nuttig vermogen overgebracht naar het warmtevoerend medium (P), gedeeld door het calorisch vermogen Q_B .

$$\eta_p = P/Q_B \times 100 (\%)$$

2. STRALINGS- EN CONVECTIEVERLIES

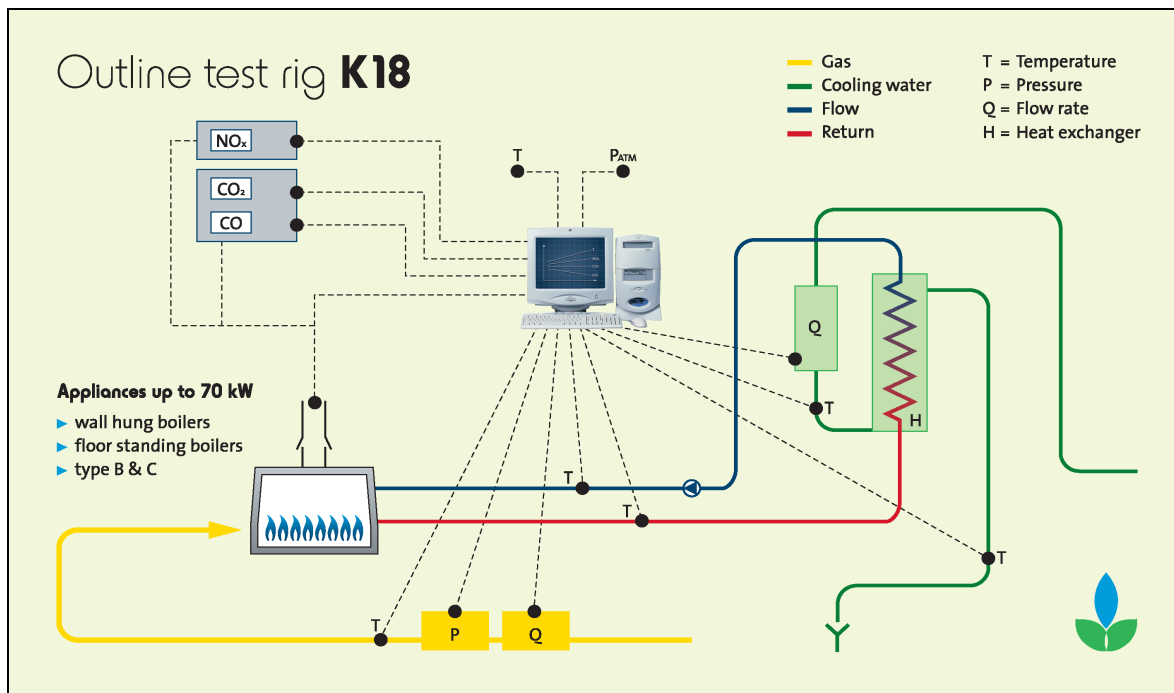
Het warmteverlies door straling wordt in grote mate bepaald door de bedrijfstemperatuur van de verwarmingsketel en zijn werkingstoestand, d.w.z. "brander ingeschakeld".

Tijdens de werking van de brander worden de oppervlakken van de verwarmingsketel die het water niet geleiden, zoals de deur van de brander of de rookkast, blootgesteld aan hete gassen. Dit gaat gepaard met stralings- en convectieverliezen.

3. RENDEMENT BIJ DEELLAST

Het rendement bij deellast stemt overeen met de verhouding tussen het nuttig vermogen van een verwarmingsketel die intermitterend werkt of die draait bij een vermogen lager dan zijn nominaal nuttig vermogen en dat nominaal nuttig vermogen.





LEGENDE

Appliances up to 70 kW	= Toestellen tot 70 kW
Wall hung boilers	= Wandketels
Floor standing boilers	= Vloerketels
Gas	= Gastoevoer
Cooling water	= Koelwater
Flow	= Afvoer en toevoer van warmtevoerend medium
Return	= Retour van warmtevoerend medium
Temperature	= Temperatuurmeetpunten
Pressure	= Gasdruk
Flow rate	= Waterdebietmeter
Heat exchanger	= Warmtewisselaar

Figuur 4.1: schema van een modern meetstation voor gastoestellen (informatie: Technigas)

HOOFDSTUK 5: THEORETISCHE ASPECTEN VAN HET RENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL BIJ DEELLAST

1. MODELLERING VAN EEN VERWARMINGSKETELS BIJ DEELLAST

1.1 Bepaling van het jaarlijks productierendement

Het productierendement is de verhouding tussen de nuttige warmte die de verwarmingsketel doorgeeft aan het water-/luchtcircuit en de energie die de brander hiervoor heeft verbruikt.

Het productierendement van stookolie- of gasketels zonder condensatie wordt berekend volgens de formule van Renaud.

$$\eta_p = \eta_k * (1 + \alpha * \theta/\theta_n) (\Delta/\Delta_n) R/(R + (\alpha * \theta/\theta_n))$$

waarbij:

η_p : het jaarlijks productierendement;

η_k : het thermisch rendement van het toestel;

α : het stilstandverlies van het apparaat;

θ : het verschil tussen de gemiddelde temperatuur van het water en de omgevingstemperatuur;

θ_n : de nominale waarde van θ ;

Δ : het verschil tussen de vlamtemperatuur en de gemiddelde temperatuur van het water in functie van de omgevingstemperatuur;

Δ_n : de nominale waarde van Δ ;

R: de belasting van het toestel = bedrijfsuren van de brander gedeeld door het aantal verwarmingsuren per seizoen.

In deze formule wordt rekening gehouden met:

- het type verwarmingsketel/brander;
- de isolatie van de verwarmingsketel/brander;
- het verbrandingsrendement → afhankelijk van de leeftijd en het type van de verwarmingsketel;
- de stilstandverliezen → afhankelijk van de leeftijd en het type van de verwarmingsketel;
- de gemiddelde temperatuur van het water in de verwarmingsketel tijdens de verwarmingsperiode → afhankelijk van de regeling van de verwarmingsketel;
- de gemiddelde temperatuur van de stookruimte tijdens de verwarmingsperiode ;
- de jaarlijkse belasting → afhankelijk van het nominaal vermogen van de brander, al dan niet gecombineerd met de productie van sanitair warm water door de verwarmingsketel.

2. FYSISCHE BETEKENIS VAN DE STILSTANDVERLIEZEN

Het onderhoudsverbruik is de hoeveelheid warmte die nodig is om de verwarmingsketel op temperatuur te houden wanneer er geen warm verwarmingswater geproduceerd wordt.

Dit verbruik is rechtstreeks gekoppeld aan de correctiefactor van het stilstandverlies "a".

Om alle verliezen van de verwarmingsketel te meten, handhaaft men een gemiddelde temperatuur van 30 ± 5 K hoger dan de omgevingstemperatuur.

Tijdens deze test onderbreekt men de circulatiepomp die in de warmtewisselaar van het meetstation perst.

Alle leidingen die uit de verwarmingsketel vertrekken en die er terugkeren, zijn geïsoleerd. Ook de warmteverliezen van het meetstation worden verrekend.

De temperatuur van het water in het ketel wordt op een constant niveau gehouden met een tolerantie van 5 K. De temperatuur in de stookruimte mag maximaal met 2 K per uur stijgen.



Het onderhoudsverbruik wordt bepaald aan de hand van drie tests, namelijk:

- test nr. 1: zonder elektrische voeding van de ketel;
- test nr. 2: door de ketel te laten draaien tot hij een temperatuur ($T_e - T_o$) bereikt van 40 ± 5 K ;
- test nr. 3: door de ketel te laten draaien tot hij een temperatuur ($T_e - T_o$) bereikt van 60 ± 5 K.

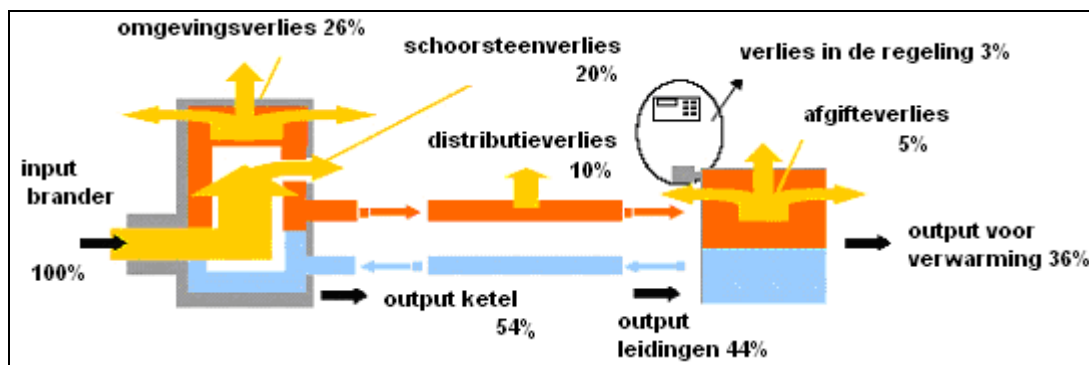
waarbij:

T_e = de gemiddelde temperatuur van het water tussen de afvoer en de retour;

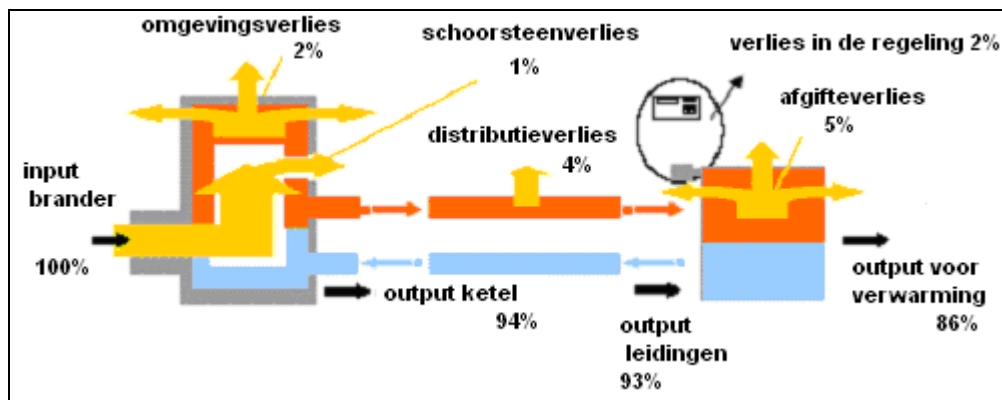
T_o = de omgevingstemperatuur.

3. PRODUCTIERENDEMENT VAN DE VERWARMINGSKETEL

- is een maatstaf voor de energie die door de verwarmingsketel nuttig wordt doorgegeven aan het water ten opzichte van de energie die door de brander wordt ontwikkeld;
- in dat geval gaat het om een gemiddeld rendement voor een verwarmingsperiode;
- houdt rekening met alle verliezen, zowel bij stilstand als tijdens de werking van de brander.



Figuur 5.1: productierendement van een oude installatie



Figuur 5.2: productierendement van een nieuwe installatie

Welke factoren beïnvloeden het gemiddelde productierendement:

- **de correctiefactor voor de stilstandverliescoëfficiënt:** hoe hoger deze factor is, des te groter zijn de stilstandverliezen en des te lager is het productierendement;
- **de belastingsfactor:** hoe hoger deze factor is, des te korter zijn de stilstandperiode en de bijbehorende verliezen;
- **de gemiddelde temperatuur van het water in de verwarmingsketel:** hoe hoger de temperatuur is, des te groter zijn de warmteverliezen en des te lager is het productierendement.

Het verbrandingsrendement: hoe hoger het verbrandingsrendement is, des te kleiner zijn de schoorsteenverliezen tijdens de werking en des te hoger is het productierendement.

Factoren die van invloed zijn	Jaarlijks productierendement
Correctiefactor voor de stilstandverliescoëfficiënt ↑	↓
Belastingsfactor ↑	↑
Gemiddelde temperatuur water in ketel ↑	↓
Verbrandingsrendement ↑	↑

HOOFDSTUK 6: BEPALING VAN DE BELASTINGSFACTOR VAN EEN KETEL

1. BEPALING VAN DE BELASTINGSFACTOR

De belastingsfactor "b" van een verwarmingsketel geeft aan:

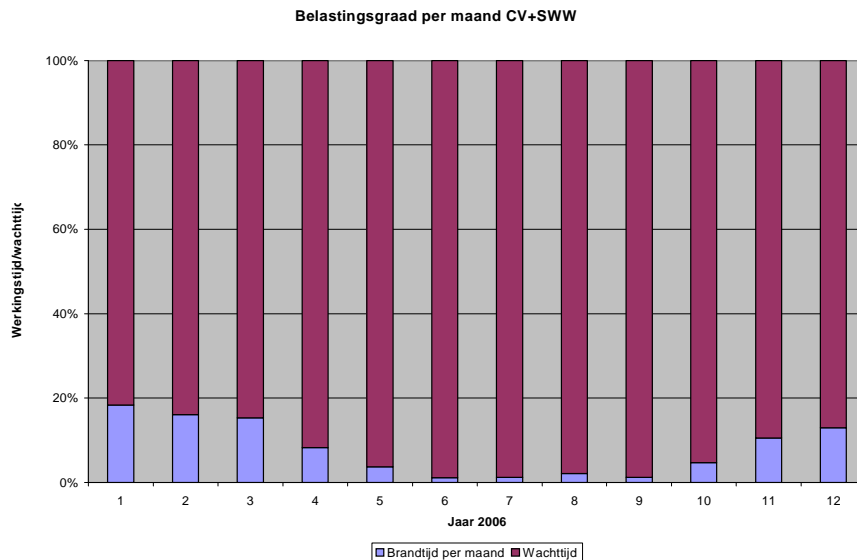
- hoe lang de brander daadwerkelijk functioneert tijdens de verwarmingsperiode: hoe langer de brander werkt, des te hoger is de jaarlijkse belastingsfactor "b";
- in hoeverre het vermogen van de verwarmingsketel of van de brander overgedimensioneerd is: hoe meer de verwarmingsketel of de brander overgedimensioneerd is, des te lager is de jaarlijkse belastingsfactor "b".

De jaarlijkse belastingsfactor "b" is een maatstaf van de bedrijfsuren. De rest van de tijd staat de ketel "stil", en zijn er verliezen (zie stilstandverliesfactor "a"). Daarom is het belangrijk het aantal stilstanduren te beperken en de verwarmingsketel zo veel mogelijk uren te laten werken om tot een hoge jaarlijkse belastingsfactor te komen. Ideaal is een jaarlijkse belastingsfactor "b" van meer dan 20%.

Voorbeeld:

Installatie uit 2006
Bedrijfsuren: 799 uur
Gemiddelde belastingsfactor = 9,1%





Figuur 6.1: evolutie op maandbasis van de belasting van een verwarmingsketel

De jaarlijkse belastingsfactor "b" is afhankelijk van:

- **het geïnstalleerd vermogen van de verwarmingsketel/brander:** hoe hoger dit vermogen is, des te minder moet de brander functioneren voor dezelfde warmteproductie en des te lager is bijgevolg de belastingsfactor;
- **het energieverbruik van de woning:** hoe hoger het energieverbruik is, des te langer moet de brander werken en des te hoger is bijgevolg de belastingsfactor;
- **de verwarmingsperiode:** als de verwarmingsketel in de zomer ingeschakeld blijft om, al is het maar voor een zeer gering aantal bedrijfsuren, warm water te produceren, zal de gemiddelde jaarlijkse belastingsfactor lager liggen.

$$b = 100x \frac{\text{aantalbedrijfsurenbrander}}{\text{aantalbedrijfsureningeschakeldeketels}}$$

$$b = 100x \frac{Ab}{Ak}$$

$$Ab = \frac{\text{Verbruik kWh}}{\text{Vermogen kW}}$$

$Ak = 8760$ u indien ketel het hele jaar ingeschakeld

$Ak = 6600$ u indien ketel alleen ingeschakeld tijdens verwarmingsperiode = ~1 september tot 1 juni 275 dagen

Voorbeeld:

Verwarmingsketel 1:

Vermogen gasverwarmingsketel: 30 kW

Energieverbruik: 40.000 kWh/jaar

Zomer en winter ingeschakeld of 8.760 uur/jaar

Belastingsfactor = 13,70%

Aantal branderuren per jaar = 1.200

Aantal stilstanduren per jaar = 7.560



Verwarmingsketel 2:

Vermogen gasverwarmingsketel: 60 kW
Energieverbruik kWh/jaar
Zomer en winter ingeschakeld of 8.760 uur/jaar
Belastingsfactor = 6,85%
Aantal branderuren per jaar = 600
Aantal stilstanduren per jaar = 8.160

Verwarmingsketel 3:

Vermogen ketel 28 kW
Energieverbruik: 10.000 kWh/jaar
Belastingsfactor = 3,67%, deze waarde is zeer laag en komt voor in appartementen
b_{min} = 5% wordt als laagste waarde genomen
Zomer en winter ingeschakeld of 8.760 uur/jaar
Aantal branderuren per jaar = 321
Aantal stilstanduren per jaar = 8.439 u

De jaarlijkse belastingsfactor "b" wordt met de rekenlat bepaald door de volgende elementen correct te verplaatsen:

- o het jaarlijks energieverbruik
- o het vermogen van de verwarmingsketel

→ de belastingsfactor **b** moet worden gelezen, **rekening houdend met de verticale lijnen** "zonder SWW-productie" en "met SWW-productie".

Als voor b een lagere waarde dan 5% wordt verkregen met de rekenlat, gebruikt men de minimumwaarde **b_{min} = 5%**.

Een belastingsfactor lager dan 5% kan voorkomen in appartementen.

2. BEPALING VAN HET JAARLIJKS ENERGIEVERBRUIK

2.1 Informatie vooraf

Het is belangrijk dat de klant de energiefacturen vóór de diagnosestelling ter beschikking van de erkende verwarmingsinstallateur stelt.

2.2 Aardgas als brandstof

Met behulp van de factuur kan het verbruik in kWh worden bepaald.

- o noteer het aardgasverbruik in kWh voor een periode van 12 opeenvolgende maanden, stel eventueel diverse facturen samen als er meer dan één leverancier is;
- o indien het sanitair warm water geproduceerd wordt met een gastoestel dat gescheiden is van de verwarmingsketel (bv. een waterverwarmer of een boiler met een eigen brander), wordt van dit "brutoverbruik" een raming afgetrokken van het verbruik met betrekking tot de SWW-productie, op basis van het aantal gebruikers (zie tabel hieronder).
Voorbeeld: een jaarlijks gasverbruik van 20.000 kWh en de verwarmingsketel produceert geen sanitair warm water voor 2 personen → 20.000 – 2.500 kWh/jaar = 17.500 kWh/jaar
het verbruik van keukenfornuizen of soortgelijke gastoestellen moet niet worden afgetrokken.



Tabel 6.1: vermindering van het energieverbruik voor de productie van SWW door gebruik van een afzonderlijk toestel, afhankelijk van het aantal bewoners

Aantal bewoners	Verbruik SWW/apart (uitgedrukt in kWh/jaar)
< 3 bewoners	2.500
3 – 4 bewoners	4.200
> 4 bewoners	5.500

2.3 Stookolie als brandstof

Een gemiddeld verbruik kan worden bepaald aan de hand van het verbruik over de laatste 3 jaar.

Voorbeeld: factuurgegevens

- levering op 20.01.2003: 2.500 l
- levering op 15.06.2004: 3.500 l
- levering op 30.02.2005: 2.000 l
- levering op 01.12.2005: 2.200 l
- afgerond getal voor de maanden tussen 20.01.2003 en 01.12.2005 = 34

Jaarlijks gemiddelde = $(3.500 + 2.000 + 2.200) / 34 * 12 = 2.718$ l

2.4 Propana als brandstof

Zoals voor stookolie kan een gemiddeld verbruik worden bepaald op basis van het verbruik van de voorbije 3 jaar:

- o als het SWW onafhankelijk van de verwarmingsketel wordt geproduceerd (bv. een waterverwarmer of een boiler met een eigen brander): trek van dit verbruik, afhankelijk van het aantal gebruikers, een waarde af die wordt aangegeven in de tabel hieronder.
Voorbeeld: voor een gezin van twee personen wordt 345 liter afgetrokken;
- o voor een jaarlijks gasverbruik van 2.750 l/jaar → $2.750 \text{ l} - 345 \text{ l/jaar} = 2.405 \text{ l/jaar}$;
als het verbruik in liter/jaar bekend is, bepaal dan het verbruik in kWh/jaar door het verbruik te vermenigvuldigen met 7,28 kWh/liter propana.
Voorbeeld: $2.405 \text{ l/jaar} \times 7,28 \text{ kWh/l} = \sim 17.510 \text{ kWh/jaar}$.

Tabel 6.2: vermindering van het energieverbruik voor de productie van SWW door gebruik van een afzonderlijk toestel, afhankelijk van het aantal bewoners

Aantal bewoners	Verbruik SWW/apart uitgedrukt in l/jaar of in kWh/jaar
< 3 bewoners	345 liter/jaar of 2500 kWh/jaar
3 – 4 bewoners	580 liter/jaar of 4200 kWh/jaar
> 4 bewoners	755 liter/jaar of 5500 kWh/jaar

2.5 Verwerking als geen verbruiksgegevens beschikbaar zijn

Wat als er geen factuur- of leveringsgegevens beschikbaar zijn?

Als er geen facturen van het energieverbruik zijn of als die niet voldoende informatie bevatten om het energieverbruik te bepalen, kan een belastingsfactor "b" van 10% worden geraamd.

2.6 Oefeningen in het bepalen van het jaarlijks energieverbruik

Oefening 1: het jaarlijkse energieverbruik van een gasgestookte verwarmingsketel bepalen met de volgende gegevens:

- verbruik van 20.06/2006-20.12/2006: 15.000 kWh ;
- verbruik van 20.12/2006-20.03/2007: 7.000 kWh ;
- verbruik van 20.03/2007-20.06/2007: 3.000 kWh ;
- op de verwarmingsketel is een boiler voor sanitair water aangesloten.



Oefening 2: het jaarlijks energieverbruik van een propaangestookte verwarmingsketel bepalen met de volgende gegevens:

Facturatiegegevens:

- levering op 10.02.2004:1.750 l
- levering op 15.10.2004:1.500 l
- levering op 30.08.2005:1.400 l
- levering op 15.12.2005:1.550 l
- levering op 01.03.2006:1.450 l
- levering op 01.09.2006: 800 l
- levering op 08.02.2007:2.000 l

Het gezin telt 4 personen en de boiler is niet aangesloten op de verwarmingsketel.

Aantal maanden (afgerond) tussen de volgende twee datums, 10.02.2004 en 08.02.2007 = 36 maanden.

Jaarlijks gemiddelde = $[(1.500 + 1.400 + 1.550 + 1.450 + 800 + 2.000) / 36 * 12] - 580 = 2.320$ liter/jaar

Antwoorden:

1. totaal verbruik: $15.000 + 7.000 + 3.000 = 25.000$ kWh

2. het verbruik in kWh wordt: $2.320 \text{ (l)} \times 7,28 \text{ (kWh/l)} = 16.890$ kWh



2.7 Samenvatting:

**Het jaarlijks energieverbruik zoeken op de energiefacturen.
Produceert de verwarmingsketel sanitair warm water?**

3. BEPALING VAN HET VERMOGEN VAN EEN VERWARMINGSKETEL TER PLAATSE

3.1 Bepaling van het vermogen van gasgestookte verwarmingsketels

Het vermogen van de verwarmingsketel staat vermeld op het kenplaatje (zie hieronder) en wordt omgezet in kW (kiloWatt).

De omrekening van kcal/u naar kW gebeurt met de volgende formule:

$$Q_B [W] = Q_B [\text{kcal/u}] \times 1,163 [\text{Watt/kcal/u}]$$

Voorbeeld: 25.000 kcal/u = 25.000 x 1,163 = 29.075 Watt of 29.1 kW

Oude verwarmingsketels:

Voor oude verwarmingsketels wordt het vermogen uitgedrukt in kcal/u. Omzetting in kW is nodig.

Moderne verwarmingsketels:

Doorgaans wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- **het nominaal vermogen van de verwarmingsketel:** dit is het maximumvermogen dat de brander aan de ketel levert. Het werkingsbereik kan vermeld worden. Dit vermogen wordt bijvoorkeur gebruikt als vermogen van de verwarmingsketel;
- **het nuttig nominaal vermogen: dit is het vermogen dat de verwarmingsketel aan het verwarmingscircuit levert (PU,).** Het is lager dan de nominale belasting van de verwarmingsketel.

Voor ketels met modulerende brander wordt dikwijls een minimumvermogen aangegeven (doorgaans 10 tot 50% van het nominaal vermogen). Als de belasting van de verwarmingsketel niet vermeld wordt, dan wordt standaard het nominaal vermogen gebruikt. De waarde wordt soms aangegeven in **onderste (H_o) en bovenste (H_s) calorisch vermogen**, zie volgende bladzijde. Voor de berekeningsmethode wordt de onderste waarde aangewend.

In bepaalde gevallen wordt het **vermogen voor de productie van sanitair warm water** eveneens aangegeven. Hiermee wordt geen rekening gehouden bij de beoordeling.

3.2 Bepaling van het vermogen van stookolieketels

Voorkeursmethode:

Voor verwarmingsketels die met stookolie werken, bepaalt de erkende verwarmingsinstallateur de belasting van de verwarmingsketel (Q_B) door het debiet van de verstuiver af te lezen en de druk van de pomp te meten. Het belastingsvermogen kan worden bepaald aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Formule: } Q_B = F \times Q_1 \times \sqrt{P_2/P_1} \times \text{OCV brandstof}$$

Waarbij:

- Q_B : Belasting van de verwarmingsketel in kW
F : → brander met voorverwarming, F = 0.9
→ brander zonder voorverwarming, F = 1
Q₁ : Verstuiverdebiet in l/u
P₁ : Referentiedruk van de pomp (7 bar)
P₂ : Gemeten druk van de pomp

OCV brandstof : 10 kWh/l

Deze gegevens staan ook vermeld op het onderhoudsattest.



Voorbeeld 1:

Een brander zonder voorverwarming met een verstuiver van 1 gallon/u en een pompdruk van 14 bar heeft een belastingsvermogen van:

$$P = 1 \times 3,78 \times \sqrt{14/7} \times 10 = 1 \times 3,78 \times 1,4142 \times 10 = \sim 53,0 \text{ kW}$$

Voorbeeld 2:

Een brander met voorverwarming met een verstuiver van 1 gallon/u en een pompdruk van 14 bar heeft een belastingsvermogen van:

$$P = 0,9 \times 3,78 \times \sqrt{14/7} \times 10 = 0,9 \times 3,78 \times 1,4142 \times 10 = \sim 47,7 \text{ kW}$$

Methode als het niet anders kan:

Als de bovengenoemde waarden voor pompdruk en debiet niet beschikbaar zijn, wordt het vermogen afgelezen van het kenplaatje.

Het vermogen, vermeld op het kenplaatje, is de output (dus het nominaal nuttig vermogen). Er wordt echter een bereik aangegeven waarbinnen de technicus het vermogen kan regelen, afhankelijk van het concept van de installatie.

De erkende verwarmingsinstallateur neemt in dit geval dus het gemiddelde van de 2 waarden.

3.3 Oefening in het bepalen van het vermogen van de verwarmingsketel

Voorbeeld 1:

Van de waarde op het kenplaatje (vermogen in kcal/u) wordt het vermogen in kW afgeleid.

→ Vermogen in kW = 35.000 kcal/u x 1.163 = 40.705 Watt of 40,7 kW

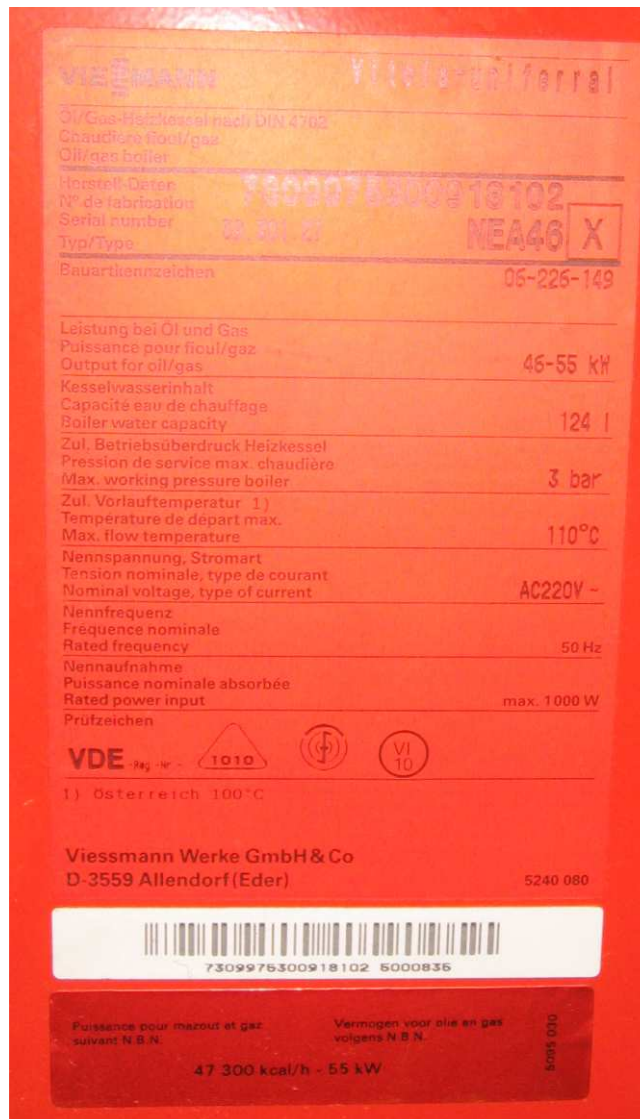
In dit geval wordt één enkele vermogenswaarde vermeld op het kenplaatje.



Figuur 6.2: voorbeeld van een kenplaatje

Voorbeeld 2:

In het geval van een stookolieketel, waarbij het kenplaatje een vermogensbereik vermeldt, moet de middenwaarde van dit bereik worden gebruikt om het vermogen van de verwarmingsketel te bepalen.



Figuur 6.3: voorbeeld van een kenplaatje

4. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN DE JAARLIJKSE BELASTINGSFACTOR “B”

Oefening 1:

Geïnstalleerd vermogen = 40 kW,
 Jaarlijks energieverbruik (stookolie): 2.000 l.

Antwoord 1:

- met SWW-productie: belastingsfactor $b = \sim 5,7\%$
- zonder SWW-productie: belastingsfactor $b = \sim 7,5\%$

Oefening 2:

Geïnstalleerd vermogen = 20 kW,
 Jaarlijks energieverbruik (gas): 20.000 kWh

Antwoord 2:

- met SWW-productie: belastingsfactor $b = \sim 10,3\%$
- zonder SWW-productie: belastingsfactor $b = \sim 13,6\%$



Oefening 3:

Geïnstalleerd vermogen = 80 kW,
Jaarlijks energieverbruik (propan): 12.500 l.

Antwoord 3:

- bepaling van het verbruik in kWh/jaar: $12500 \times 7,28 = 91.000$ kWh
- met SWW-productie: belastingsfactor $b = 13\%$
- zonder SWW-productie: belastingsfactor $b = 15,5\%$

HOOFDSTUK 7: TOEKENNING VAN DE STILSTANDVERLIESCOEFFICIENT "a" VAN EEN BESTAANDE KETEL

1. KENMERKEN DIE DE STILSTANDVERLIEZEN BEINVLOEDEN

De belangrijkste kenmerken van de verwarmingsketel en de brander bepalen de warmteverliezen van de ketel, uitgedrukt door "a", dit is de stilstandverliescoëfficiënt.

De stilstandverliescoëfficiënt "a" geeft de hoeveelheid warmte weer die verloren gaat wanneer de verwarmingsketel op temperatuur wordt gehouden (bv. 70 °C). Hoe hoger deze coëfficiënt is, des te groter is het verlies en des te lager is het rendement.

Deze warmteverliezen zijn:

- verliezen via de wanden van de verwarmingsketel;
- spoelingsverliezen bij stilstand.

De belangrijkste factoren die van invloed zijn:

- **Het productiejaar van de verwarmingsketel:**

Oude verwarmingsketels, die minder goed geïsoleerd zijn dan hun moderne tegenhangers, hebben hogere stilstandverliescoëfficiënt. Hieronder worden waarden voor deze coëfficiënt weergegeven voor verschillende productie jaren. Met een meer gedetailleerde analyse van het type isolatie rond de ketel en van de plaatsingswijze zouden uiteraard nauwkeurigere waarden kunnen worden bepaald. Dit is echter niet nodig in het kader van onze vereenvoudigde benadering.

- **Automatische kleppen op de brander of in de rookkanalen:**

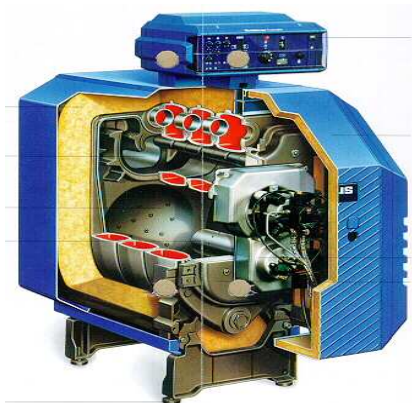
Deze kleppen verhinderen trekverliezen en sluiten bij stilstand, zodat geen lucht meer door de ketel wordt geblazen (zie hieronder).

- **Het type van verwarmingsketel:**

Bepaalde atmosferische verwarmingsketels hebben een zeer open constructie, zodat de trekverliezen groter zijn dan bij een gesloten ketel (zie hieronder).



Figuur 7.1: extreem voorbeeld van een oude, niet-geïsoleerde verwarmingsketel



Figuur 7.2: voorbeeld van een moderne ketel met geïsoleerde warme delen

2. METHODE VOOR DE TOEKENNING VAN DE STILSTANDVERLIESCOEFFICIENT “a”

De methode berust op:

- het aflezen van het productiejaar van de ketel;
- of de bepaling van het label van de ketel;
- of de bepaling van het keteltype en het aftrekken van de correctiefactor van de stilstandverliescoëfficiënt.

Om deze formule toe te passen op de rekenlat, en rekening houdend met een reeks metingen op installaties waarvan de verwarmingsketel representatief was voor de Belgische markt, hebben wij de parameters uit de volgende tabel gebruikt die ook staan aangegeven op de achterzijde van de rekenlat.

→ de correctiefactor voor de stilstandverliescoëfficiënt a [%] aflezen op de rekenlat.

Beoordeling van de stilstandverliesfactor a van stookolieketels [%]		
Productiejaar	Zonder lucht- of rookklep op de brander	Met lucht- of rookklep op de brander
≤ 1969	3,3	3,1
1970 - 1979	2,3	2,1
1980 - 1989	1,5	1,3
> 1990 of OPTIMAZ	1,1	0,9
Beoordeling van de stilstandverliesfactor a van gasverwarmingsketels [%]		
Productiejaar	Zonder lucht- of rookklep op de brander	Met lucht- of rookklep op de brander
≤ 1969	3,8	3
1970 - 1979	2,8	2
1980 - 1989	2,2	1,4
> 1990 of HR of HR+	1,5	0,7

3. BEPALING VAN HET PRODUCTIEJAAR VAN DE VERWARMINGSKETEL VOLGENS HET KENPLAATJE

Er zijn al jaren standaardplaatjes. Het is mogelijk dat dit plaatje ontbreekt op verwarmingsketels met unitbrander of op oude verwarmingsketels. Soms bevindt het plaatje zich onder de mantel van de verwarmingsketel en is het bijgevolg alleen zichtbaar wanneer de mantel wordt verwijderd.

→ het productiejaar van de verwarmingsketel noteren.

Hieronder ziet u enkele voorbeelden van kenplaatjes op verwarmingsketels.



Figuur 7.3: kenplaatje stookolieketel



Figuur 7.4: voorbeeld kenplaatje



Figuur 7.5: kenplaatje stookolieketel



Figuur 7.6: kenplaatje gasketel



Figuur 7.7: kenplaatje gasketel



Figuur 7.8: kenplaatje atmosferische ketel

4. PROCEDURE INDIEN HET KENPLAATJE ONTBREEKT

Indien het kenplaatje niet aanwezig is, nemen we aan dat de verwarmingsketel tot de oudste categorie behoort, d.w.z. dat productiejaar van vóór 1970 dateert.

Als er geen kenplaatjes is, maar wel een OPTIMAZ, BGV, BGV-HR, HR+ of HR-TOP of EG label, kan het productiejaar hiervan worden afgeleid (zie hieronder, labels).

→ NAGAAN OF EEN LABEL AANWEZIG IS

Een label is een vrijwillig akkoord tussen de energiesectoren en de fabrikanten. Het label bewijst dat het toestel in overeenstemming is met bepaalde eisen inzake rendement en veiligheid.

Een kwaliteitslabel is een verplicht merk dat onderworpen is aan de officiële controlevoorschriften (bijvoorbeeld EG-merkteken).

Voorbeeld:

De Optimaz en Optimaz Elite labels voldoen aan de eisen van de recentste normen inzake rendement (KB van 1997) en ongewenste emissies (KB van 2004).

Bovendien verplicht dit label de fabrikant een naverkoopdienst ter beschikking te stellen en de levering van vervangonderdelen te waarborgen gedurende 10 jaar na het einde van de productie.

Hoe helpen labels ons het productiejaar van de verwarmingsketel of de productiejaarcategorie te bepalen?

Tabel 7.2: verband label / productiejaar	
Label/kwaliteitsmerk	Categorie productiejaar
BGV	1970 -1980 (indien geen kenplaatje)
BGV-HR	>=1990 (indien geen kenplaatje)
HR+ en HR-TOP	>=1990 (indien geen kenplaatje)
Optimaz (3 versies)	>=1990 (indien geen kenplaatje)

Bijlage 1 bevat aanvullende informatie over kwaliteitslabels en -merken.

5. STOOKOLIEKETELS MET ROOKKLEP OP DE BRANDER

Stookolieketels kunnen worden ingedeeld in ketels:

- met rookklep op de brander
- zonder rookklep op de brander

Alleen automatische kleppen worden in aanmerking genomen.



Figuur 7.9: brander met automatische spaarklep



Figuur 7.9: brander met automatische spaarklep



Figuur 7.11: automatische klep in de rookkanalen



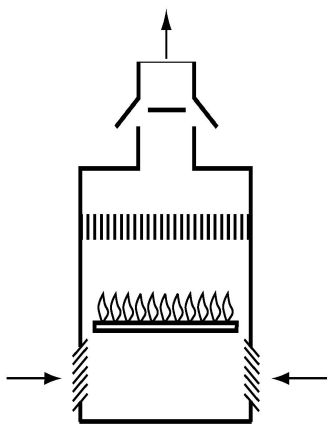
Figuur 7.12: brander met spaarklep

6. IDENTIFICATIE VAN DE TYPES GASGESTOOKTE VERWARMINGSKETELS

Gasgestookte verwarmingsketels kunnen worden ingedeeld in:

- atmosferische ketels:
 - met trekonderbreker
 - van type B₁₁, aangegeven op het kenplaatje
 - met open constructie
- gesloten ketels en/of ketels met ventilator:
 - met ventilatorbrander (op de ketel gemonteerd)
 - met geïntegreerde kleine ventilator voor gedwongen luchtcirculatie
 - met hermetisch luchttoevoerkanaal (afkomstig van buiten), type C

Het label bewijst dat het toestel aan bepaalde rendements- en veiligheids-eisen voldoet.



Type B₁₁

Figuur 7.13: constructieschema atmosferische gasverwarmingketel



Figuur 7.14: verwarmingsketel met terugslagbeveiliging/ trekonderbreker



Figuur 7.15: premixbrander van een atmosferische gasgestookte verwarmingsketel type B₁₁



Figuur 7.16: atmosferische verwarmingsketel type B₁₁ met rookafvoer



Figuur 7.17: rookafvoer (verwarmingsketel HR+)



Figuur 7.18: atmosferische gasgestookte verwarmingsketel type B₁₁ met wandbevestiging



Figuur 7.19: gasgestookte condensatieketel met gesloten luchttoevoercircuit



Figuur 7.20: gasgestookte verwarmingsketel HR+ met gedwongen rookafvoer (type C)



Figuur 7.21: gasgestookte verwarmingsketel met wandbevestiging (type C)



Figuur 7.22: gesloten apparaat (type C)



Figuur 7.23: gasgestookte verwarmingsketel met kleine ventilator (premixbrander)

7. OEFENINGEN IN HET TOEKENNEN VAN DE STILSTANDVERLIESCOËFFICIËNT [A] VAN EEN VERWARMINGSKETEL

1. atmosferische gasgestookte verwarmingsketel, geen ventilator, geen kenplaatje, BGV-label aanwezig ;
2. gasgestookte verwarmingsketel, type C op het kenplaatje, productiejaar 1989 ;
3. stookolieketel, automatische rookklep aanwezig, geen kenplaatje;
4. stookolieketel, onzeker of rookklep/ branderklap aanwezig, productiejaar 1990.

De tabel voor het beoordelen van de "stilstandverliesfactor van verwarmingsketels" bevindt zich op de achterzijde van de rekenlat. Zie "Tabel 7.1" blz. 28.

Antwoorden:

1. voor een atmosferische verwarmingsketel zonder aanduiding van kenmerken, maar voorzien van een BGV-label, kiezen we in de tabel voor gasverwarmingsketels een toestel met een productiedatum na 1970.

→ waarde $a = 2,8$.

2. voor een gasgestookte verwarmingsketel (van type C) uit 1989 kiezen wij, eveneens in de tabel voor gasverwarmingsketels, de waarde [a] voor een productiejaar tussen 1980 en 1990.

→ waarde $a = 1,4$.

3. voor een stookolieketel zonder aanduiding van kenmerken, maar uitgerust met een automatische spaarklep, kiezen we in de tabel voor stookolieketels de correctiefactor voor de stilstandverliescoëfficiënt [a] een toestel dat vóór 1970 werd gebouwd en voorzien is van een klep op de brander.

→ waarde $a = 3,1$.

4. voor een stookolieketel uit 1990, waarbij de aanwezigheid van een spaarklep op de brander of in het rookkanaal niet kan worden bewezen, kiezen wij de optie "zonder klep".

→ waarde $a = 1,1$.

8. SAMENVATTING

Het productiejaar van de verwarmingsketel zoeken op het kenplaatje.

Kijken of een label is aangebracht.

In het geval van stookolieketels: is er een klep op de brander of in het rookkanaal?

In het geval van gasverwarmingsketels: is het een open atmosferische ketel zonder ventilator?

De tabel van de rekenlat gebruiken om de waarde van de parameter a [%] te bepalen.

HOOFDSTUK 8: INVLOED VAN DE REGELMODUS OP DE TEMPERATUUR VAN DE VERWARMINGSKETEL

1. INVLOED VAN DE TEMPERATUUR VAN HET WATER OP DE WARMTEVERLIEZEN

Bij een "oude" verwarmingsketel mag de t° van het water niet te sterk dalen, om 2 belangrijke redenen: hij staat in voor de productie van SWW

de warmtewisselaar is gevoeliger voor corrosie bij lage t°

De meeste moderne verwarmingsketels laten een schommeling van de t° van het water toe die afhankelijk is van de warmtebehoefte (t° water lager in de herfst en de lente dan in de winter).

Opgelet: het gaat hier om de temperatuur van de ketel, en niet om de temperatuur in de leidingen, die soms lager kan zijn (wegens het gebruik van 3- of 4-wegafsluiters).

Het is duidelijk dat een verwarmingsketel met constante temperatuur (bv. 70 °C) meer onderhevig is aan verliezen dan een ketel waarvan de temperatuur wordt aangepast aan de warmtebehoefte, afhankelijk van het seizoen. Hoe hoger de gemiddelde temperatuur van het water is, des te groter zullen de verliezen zijn.

Voorbeeld: een oude, slecht geïsoleerde verwarmingsketel die op een constante temperatuur van 70 °C wordt gehouden door een ketelthermostaat (aquastaat), heeft een verlies van 10.000 kWh per jaar.

Indien deze ketel daarentegen wordt geregeld door een omgevingsthermostaat, daalt de gemiddelde temperatuur van het water in de ketel tot ongeveer 45°C en het verlies tot 9.000 kWh/jaar, dat is een vermindering met 10%.

Waar komen die cijfers vandaan?

Stel dat een oude ketel van 30 kW uit 1968 een jaarlijks verbruik heeft van 25.000 kWh.

Op de achterzijde van de rekenlat lezen wij een correctiefactor voor de stilstandverliescoëfficiënt " a " = 3,8%.

De belastingsfactor van deze installatie zonder productie van SWW = 11,4%.

De gecorrigeerde belastingsfactor b_{cor} voor een verwarmingsketel die op een hoge temperatuur werkt = 8,6%.

Het productierendement: $\eta_p = 59,6\%$ (~ 60%).

Met dezelfde gegevens lezen wij voor een verwarmingsketel, geregeld door een kamerthermostaat: $b_{cor} = 9,1\%$.

Het productierendement = 64%.

De warmteverliezen, in het geval van een verwarmingsketel die op een constante temperatuur wordt gehouden:

25.000 kWh X 40% = 10.000 kWh.

Bij regeling door een kamerthermostaat bedraagt het verlies van de ketel:

25.000 kWh x 36% = 9.000 kWh

De energiebesparing bedraagt 4% of 1.000 kWh per jaar.

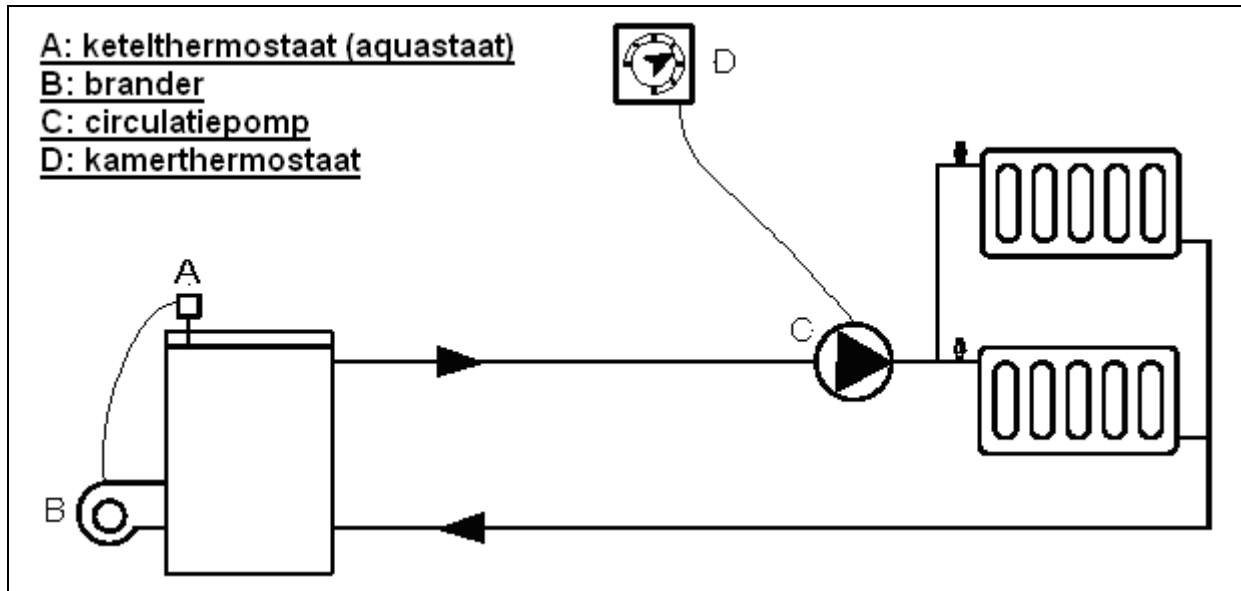
Op de rekenlat de gecorrigeerde belastingsfactor b_{cor} lezen die overeenstemt met de stilstandverliescoëfficiënt " a ".



2. REGELMODI VOOR DE TEMPERATUUR VAN HET WATER VAN DE VERWARMINGSKETEL

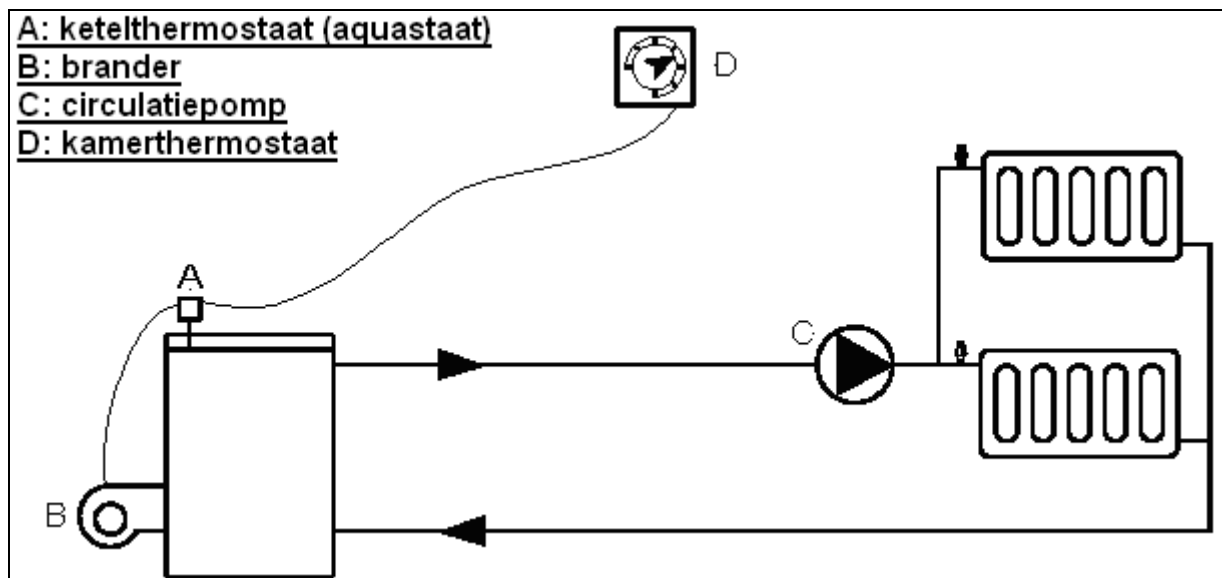
Wij onderscheiden de volgende types van regelingen:

1. De verwarmingsketel wordt op temperatuur gehouden door een ketelthermostaat. De gemiddelde temperatuur bedraagt 65 °C (bv.). De temperatuur van de verwarmingsketel wordt op een constant peil gehandhaafd als de brander rechtstreeks wordt aangestuurd door de ketelthermostaat.



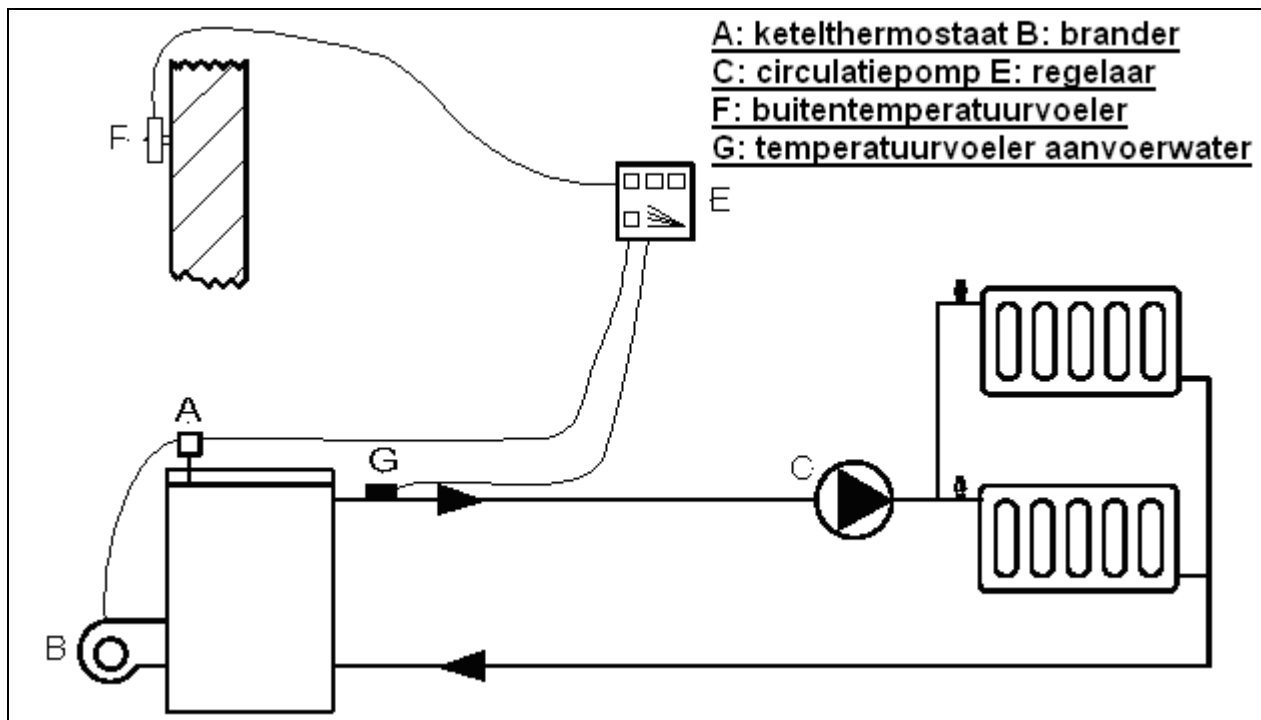
Figuur 8.1: kamerthermostaat stuurt circulatiepomp aan

2. De brander van de verwarmingsketel wordt geregeld door de kamerthermostaat. De gemiddelde temperatuur van het water bedraagt 45°C (bv.). De ketelthermostaat begrenst de maximumtemperatuur van het water van de verwarmingsketel.



Figuur 8.2: kamerthermostaat stuurt brander aan.

3. De brander van de verwarmingsketel wordt rechtstreeks geregeld door de regeling met buitentemperatuurvoeler (35°C). De temperatuur van het aanvoerwater wordt vergeleken met de gewenste temperatuur van het water, bepaald door de verwarmingscurve.



Figuur 8.3: weersafhankelijke regelaar stuurt brander aan

HOOFDSTUK 9: INVLOED VAN HET VERBRANDINGSRENDEMENT η_{RO}

1. INVLOED VAN HET VERBRANDINGSRENDEMENT η_{RO}

Waarvan is het verbrandingsrendement afhankelijk?

Het verbrandingsrendement is afhankelijk van:

- **de temperatuur van de rookgassen:** hoe warmer de rookgassen zijn, des te hoger is de t° en des te lager is het verbrandingsrendement. Een verminderde warmteoverdracht ten gevolge van een vuile warmtewisselaar resulteert in een hogere rookgastemperatuur.
- **de concentratie van CO_2 in de rookgassen:** te veel lucht leidt tot een laag CO_2 -gehalte in de rookgassen, zodat meer verbrandingslucht moet worden verwarmd. Die situatie is nadelig voor het verbrandingsrendement.

Het verbrandingsrendement is een maatstaf voor het warmteverlies in de afgevoerde warme rookgassen tijdens de werking van de brander.

→ hoe hoger de warmteverliezen in de schoorsteen zijn, des te lager is het verbrandingsrendement.

Voorbeeld 1: De nettotemperatuur van de rookgassen = 300 °C, het CO_2 -gehalte = 10% voor stookolie, het verbrandingsrendement = 83,2%.

Voorbeeld 2: De nettotemperatuur van de rookgassen = 170°C, het CO_2 -gehalte = 10% voor stookolie, het verbrandingsrendement = 90,5%.



2. METHODE OM HET VERBRANDINGSRENDEMENT η_{RO} TE BEPALEN

Drie situaties kunnen zich voordoen:

1. er is een correct en niet-vervallen onderhoudscertificaat dat de meetresultaten vermeldt:
→ de waarde, vermeld op het onderhoudscertificaat, gebruiken;
2. u hebt als erkend technicus het onderhoud uitgevoerd en de kwaliteit van het rendement gemeten:
→ deze waarde gebruiken;
3. de waarde van het verbrandingsrendement die in het diagnoseverslag moet worden gebruikt, is de waarde die de erkende verwarmingsinstallateur ter plaatse meet.

HOOFDSTUK 10: DE REKENLAT ALS BEREKENINGSINSTRUMENT

1. BEREIK VAN DE REKENLAT

Door het binnenblad te verschuiven, kan met de rekenlat de waarde van de volgende grootheden worden bepaald:

1. belastingsfactor b (tussentijdse grootheid) ;
2. belastingsfactor b_{cor} (tussentijdse grootheid) ;
3. gemiddeld productierendement (in%), (definitieve grootheid) ;
4. geraamd bedrag van de jaarlijkse besparing (in €/jaar), (definitieve grootheid).

2. HYPOTHESEN OPGENOMEN IN DE REKENLAT

Stilstandverliesfactor: $a = \alpha$ [%]

Op de achterzijde van de rekenlat bevindt zich een tabel voor het beoordelen van de "verliesfactor bij stilstand van de verwarmingsketels". Zie ook "Tabel 7.1" blz. 28.

Gebruik van de verwarmingsketel (u/jaar):

<input type="radio"/> met SWW	= 8.760 u/jaar
<input type="radio"/> zonder SWW	= 6.600 u/jaar

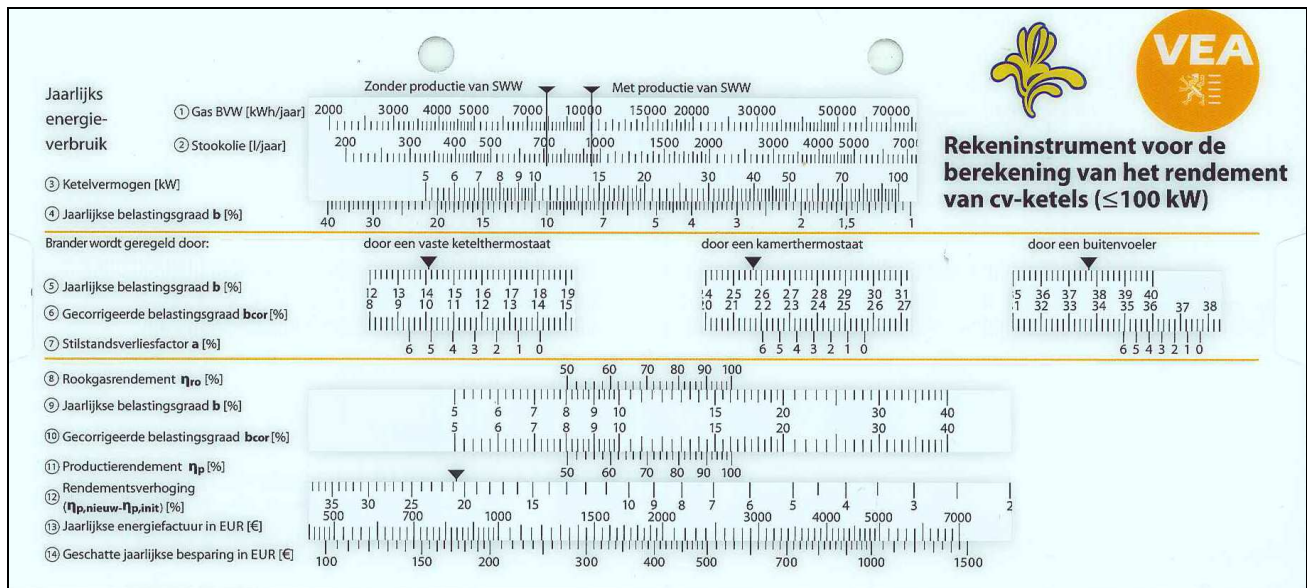
Regeling van de installatie:

<input type="radio"/> constante temperatuur ~ 65°C
<input type="radio"/> met kamerthermostaat, gemiddelde temperatuur van het water: 45°C
<input type="radio"/> met regeling door een buitentemperatuurvoeler, gemiddelde temperatuur van het water: 35°C



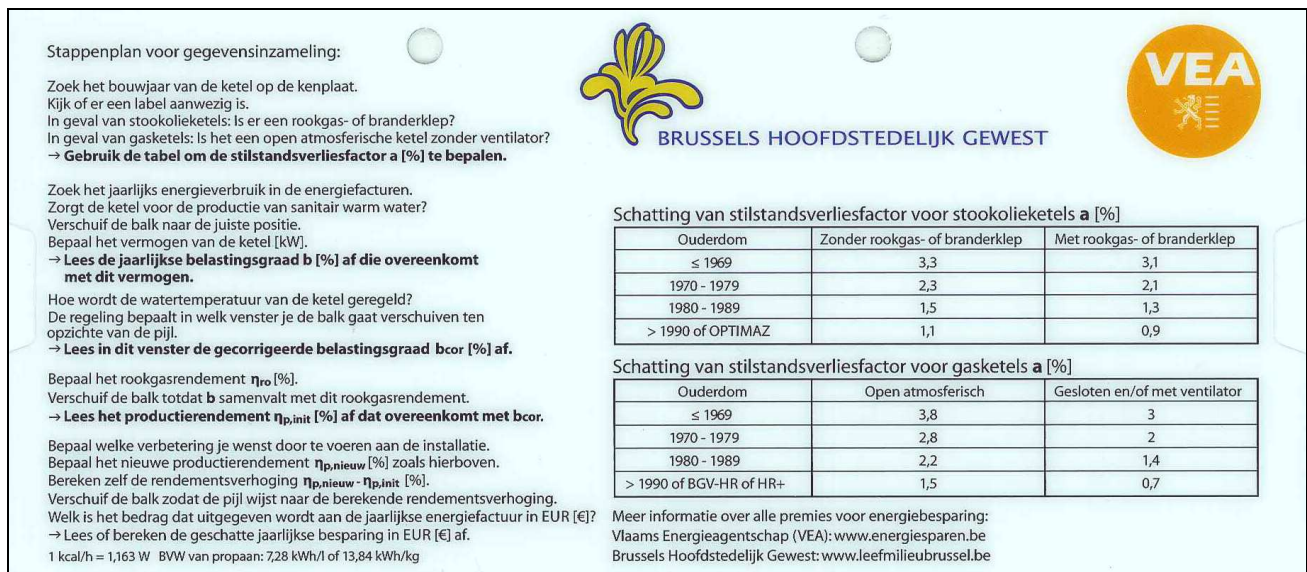
3. PRESENTATIE VAN DE REKENLAT

Voorzijde:



Figuur 10.1: rekenlat (voorzijde)

Achterzijde:



Figuur 10.2: rekenlat (achterzijde)



4. HYPOTHESEN MET BETREKKING TOT HET RENDEMENT VAN NIEUWE VERWARMINGSKETELS

Tabel 10.1: productierendement van verwarmingsketels		
	η_p voor een nieuwe gasverwarmingsketel zonder condensatie	η_p voor een nieuwe stookolieketel zonder condensatie
Nieuwe laagtemperatuurketel zonder condensatie	95	95
Regeling van de condensatieketel	η_p voor een nieuwe gasgestookte condensatieketel	η_p voor een nieuwe stookoliegestookte condensatieketel
Ketelthermostaat overdag, kamerthermostaat 's nachts; stuurt brander aan	97	97
Kamerthermostaat stuurt brander aan	99	98
Glijdende temperaturen (buitentemperatuurvoeler), stuurt brander aan zonder vloerverwarming	102	99
Glijdende temperaturen (buitentemperatuurvoeler), stuurt brander aan zonder vloerverwarming	105	100



5. GEBRUIK VAN DE REKENLAT

Achtereenvolgens uit te voeren fasen:

- fase 1: jaarlijks brandstofverbruik, in kWh ;
- fase 2: vermogen van de verwarmingsketel in kW ;
- fase 3: belastingsfactor "b";
- fase 4: stilstandverliescoëfficiënt "a" [%] ;
- fase 5: keuze van de regelmodus voor de temperatuur van de verwarmingsketel;
- fase 6: belastingsfactor b_{cor} ;
- fase 7: verbrandingsrendement;
- fase 8: gemiddeld productierendement;
- fase 9: keuze van de nieuwe vervangketel;
- fase 10: rendementsverhoging $\eta_{p,nieuw} - \eta_{p,init}$ [%] ;
- fase 11: uitgegeven bedrag volgens de jaarlijkse energiefactuur [€] ;
- fase 12: geraamd jaarlijks bedrag van de besparing in € .

Stappenplan voor gegevensinzameling:

Zoek het bouwjaar van de ketel op de kenplaat.

Kijk of er een label aanwezig is.

In geval van stookolieketels: Is er een rookgas- of branderklep?

In geval van gasketels: Is het een open atmosferische ketel zonder ventilator?

→ **Gebruik de tabel om de stilstandsverliesfactor a [%] te bepalen.**

Zoek het jaarlijks energieverbruik in de energiefacturen.

Zorgt de ketel voor de productie van sanitair warm water?

Verschuif de balk naar de juiste positie.

Bepaal het vermogen van de ketel [kW].

→ **Lees de jaarlijkse belastingsgraad b [%] af die overeenkomt met dit vermogen.**

Hoe wordt de watertemperatuur van de ketel geregeld?

De regeling bepaalt in welk venster je de balk gaat verschuiven ten opzichte van de pijl.

→ **Lees in dit venster de gecorrigeerde belastingsgraad b_{cor} [%] af.**

Bepaal het rookgasrendement η_{ro} [%].

Verschuif de balk totdat **b** samenvalt met dit rookgasrendement.

→ **Lees het productierendement $\eta_{p,init}$ [%] af dat overeenkomt met b_{cor} .**

Bepaal welke verbetering je wenst door te voeren aan de installatie.

Bepaal het nieuwe productierendement $\eta_{p,nieuw}$ [%] zoals hierboven.

Bereken zelf de rendementsverhoging $\eta_{p,nieuw} - \eta_{p,init}$ [%].

Verschuif de balk zodat de pijl wijst naar de berekende rendementsverhoging.

Welk is het bedrag dat uitgegeven wordt aan de jaarlijkse energiefactuur in EUR [€]?

→ Lees of bereken de geschatte jaarlijkse besparing in EUR [€] af.

1 kcal/h = 1,163 W BVW van propaan: 7,28 kWh/l of 13,84 kWh/kg

Figuur 10.3: overzicht van de te volgen procedure



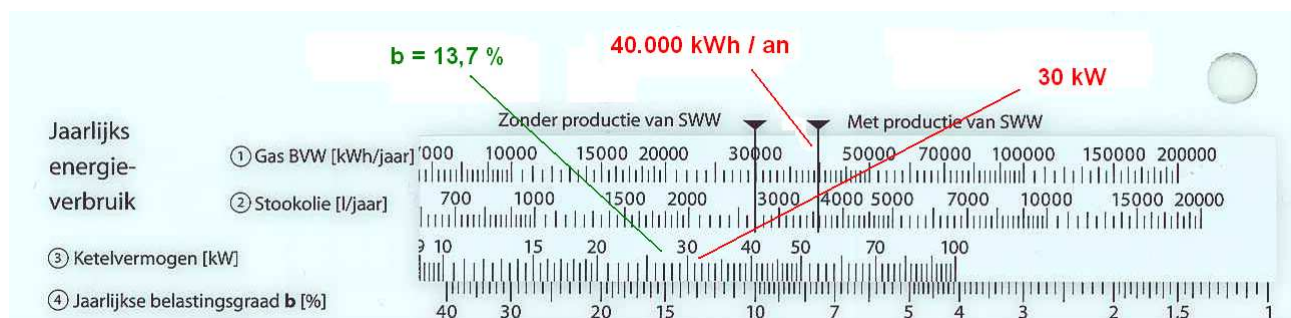
6. VOORBEELD VAN HET GEBRUIK VAN DE REKENLAT

Een atmosferische gasverwarmingsetel van 30 kW uit 1975, ook gebruikt voor de productie van SWW, waarvan het verbruik 40.000 kWh BVW/jaar bedraagt en die geregeld wordt met een vast thermostaat (aquastaat). Ter plaatse gemeten verbrandingsrendement $\eta_{ro} = 82\%$
 Gasfactuur: € 2.456/jaar

Stap 1: jaarlijks brandstofverbruik; C = 40.000 kWh

Stap 2: vermogen van de verwarmingsketel; P = 30 kW

Stap 3: belastingsfactor "b": te lezen op de 4e regel van de rekenlat, zoals aangegeven in de figuur:



Figuur 10.4: stappen 1,2 en 3

Stap 4: factor voor stilstandverliescoëfficiënt [%]: te lezen op de achterzijde van de rekenlat, zoals in de volgende figuur
 a = 2,8%

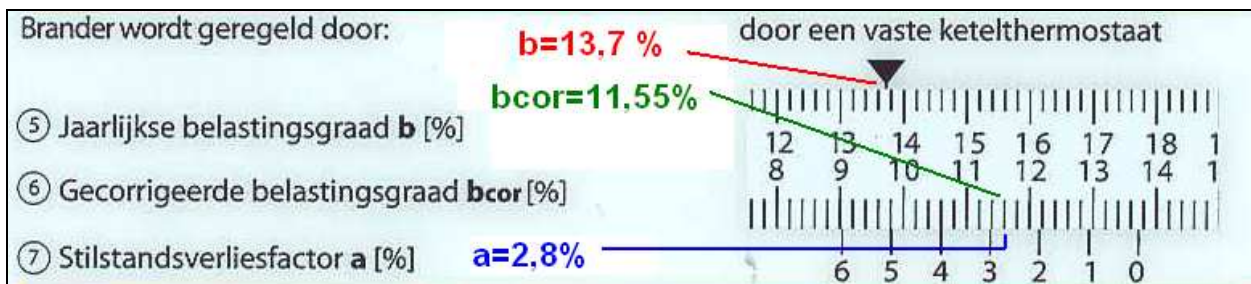
Schatting van stilstandsverliesfactor voor gasketels a [%]

Ouderdom	Open atmosferisch	Gesloten en/of met ventilator
≤ 1969	3,8	3
1970 - 1979	2,8	2
1980 - 1989	2,2	1,4
> 1990 of BGV-HR of HR+	1,5	0,7

Figuur 10.5: stap 4

Stap 5: keuze van de regelmodus in t° van de verwarmingsketel = ketelthermostaat met vaste waarde.

Stap 6: belastingsfactor b_{cor} , te lezen op regel 6 van de rekenlat, zoals aangegeven in de figuur hieronder:



Figuur 10.6: stappen 5 en 6

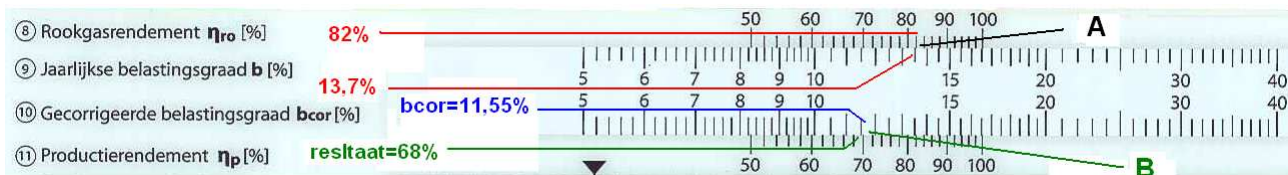


Stap 7: productierendement

$\eta_{ro} = 82\%$

Stap 8: gemiddeld productierendement.

Lijn η_{ro} uit met b (punt A), lees op regel 11 van de rekenlat, tegenover b_{cor} (uitlijning met b (punt A), zoals wordt aangegeven in de volgende figuur)



Figuur 10.7: stappen 7 en 8

Stap 9: keuze van de nieuwe vervangketel.

Nieuwe lagetemperatuurgasverwarmingketel zonder condensatie → rendement = 95%

Stap 10: rendementsverhoging $\eta_{p,nieuw} - \eta_{p,init}$ [%]

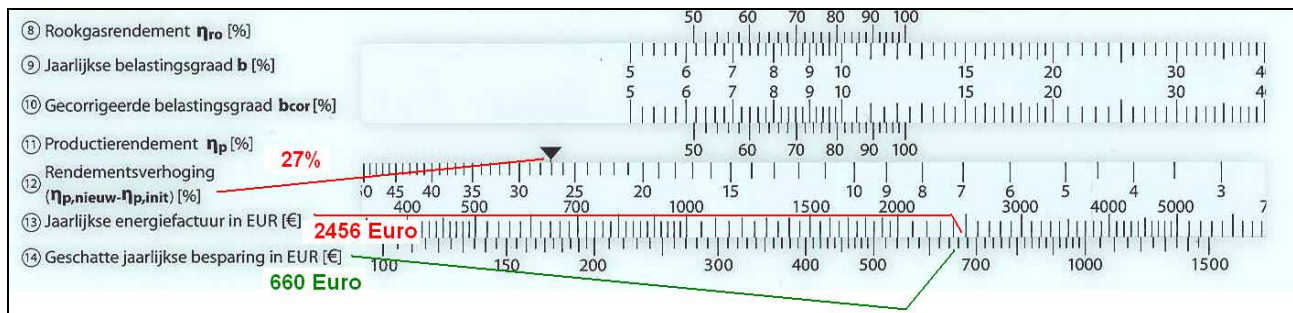
$\eta_{p,nieuw} - \eta_{p,init} = 95 - 68 = 27\%$

Stap 11: uitgegeven bedrag volgens de jaarlijkse energiefactuur [€].

Kosten = € 2.456

Stap 12: geraamd bedrag van de jaarlijkse besparing in €.

€ 660 €, af te lezen op regel 14 van de rekenlat, zoals wordt aangegeven in de volgende figuur:



Figuur 10.8: fasen 10, 11 en 12

7. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN DE GECORRIGEERDE BELASTINGSFACTOR b_{COR}

Oefening 1: de kamerthermostaat stuurt de brander aan, maar is ingesteld op 30°C, er zijn thermostatische kranen, de ketelthermostaat is ingesteld op 70°C. Bepaal de gemiddelde temperatuur van het water van de verwarmingsketel en bepaal de gecorrigeerde belastingsfactor b_{cor} als $a = 3,8\%$ en $b = 10\%$.

Antwoord 1: de belastingsfactor $b_{cor} = \sim 7\%$

Oefening 2: bepaal, met behulp van een buitentemperatuurvoeler en een verwarmingscurve, de gemiddelde temperatuur van het water van de verwarmingsketel, en bepaal de gecorrigeerde belastingsfactor b_{cor} als $a = 1,5\%$ en $b = 20\%$.

Antwoord 2: de belastingsfactor $b_{cor} = \sim 19,3\%$



HOOFDSTUK 11: VOORSTELLEN TER VERBETERING

1. ORIENTERINGSLIJST VAN VOORSTELLEN TER VERBETERING

De erkende verwarmingsinstallateur moet zijn onderlegdheid gebruiken om oplossingen voor te stellen die aangepast zijn aan de plaats, rekening houdend met de middelen van de gebruiker.

Hieronder vindt u een lijst van verbeteringen die relevant kunnen zijn wanneer de voorwaarden, aangegeven in de tweede kolom vervuld zijn.

Nr.	Voorstel ter verbetering:	→ in de volgende omstandigheden:
1	Afstelling en onderhoud van de brander	In het geval van centrale verwarming met stookolie, als het onderhoudsattest niet in overeenstemming is met de (verplichte) voorschriften. In het geval van centrale verwarming met gas, als het attest van periodieke controle niet in overeenstemming is met de (verplichte) voorschriften, opgenomen in het verwarmingsbesluit van het BHG, dat op 10 juni 2010 werd gestemd, en als de brander of de verwarmingsketel niet vervangen wordt.
2	Vervanging van de brander	Centrale verwarming met stookolie of gas, uitgerust met een ventilatorbrander en geen vervanging van de verwarmingsketel en brander > 15 jaar
3	Vervanging van de verwarmingsketel	Centrale verwarming, en hetzij productierendement $\eta_{p,init}$ lager dan 70%, of leeftijd van de verwarmingsketel > 20 jaar
4	Plaatsing van een luchtklep in het rookafvoerkanaal	Centrale verwarmingsketel met stookolie of gas, uitgerust met een ventilatorbrander en geen vervanging van brander of verwarmingsketel en geen brander met luchtklep
5	Plaatsing van een kamerthermostaat met wekklok (dag/nacht)	Centrale verwarmingsketel en geen condensatieketel en ketel met constante watertemperatuur en geen vervanging van brander of verwarmingsketel Opgelet: dit is alleen mogelijk als de verwarmingsketel bestand is tegen werking bij lage watertemperatuur.
6	Regeling van de brander door middel van een buitentemperatuurvoeler	Ketel voor centrale verwarming die momenteel op een constante temperatuur of via een kamerthermostaat wordt geregeld en geen vervanging van brander of verwarmingsketel Opgelet: dit is alleen mogelijk als de verwarmingsketel bestand is tegen werking bij lage watertemperatuur.



Tabel 11.2: facultatieve maatregelen in verband met de veiligheid		
Nr.	Maatregelen:	→ in de volgende omstandigheden:
7	Openingen maken voor de luchttoevoer en -afvoer in de stookruimte	Als geen toevoer- of afvoerkanalen beschikbaar zijn in de stookruimte.
8a	Een roestvrijstalen buis in de schoorsteen plaatsen, en een trekonderbreker.	Wanneer de rookgassen sporen van condensatie vertonen (buiten de verwarmingsketel).
8b	De schoorsteenmond verhogen	Wanneer de schoorsteen < 0,5 m boven het dak komt
8c	Een hoge schoorsteenkap op de schoorsteenmond plaatsen.	Wanneer de schoorsteen tussen 0,5 en 1 m boven het dak komt.

Gevolgen voor de berekening met de rekenlat:

Tabel 11.3: voorstel ter verbetering van de installatie		
Nr.	Voorstel ter verbetering:	→ op welke manier beïnvloedt deze verbetering het te berekenen productierendement $\eta_{p_{nieuw}}$?
4	Plaatsing van een luchtklep in het rookafvoerkanaal	Verlaging van de stilstandverliesfactor a, zie tabel op de achterzijde van de rekenlat
5	Plaatsing van een kamerthermostaat met weekklok (dag/nacht)	Verlaging van de belastingsfactor b_{cor} , zie vak op de achterzijde van de rekenlat. De waarden voor a en b blijven identiek.
6	Regeling van de brander door middel van een buitentemperatuurvoeler	Verlaging van de belastingsfactor b_{cor} , zie vak op de achterzijde van de rekenlat. De waarden voor a en b blijven identiek.

Tabel 11.4: facultatieve maatregelen in verband met de veiligheid		
N°	Maatregelen:	→ op welke manier beïnvloedt deze verbetering het te berekenen productierendement $\eta_{p_{nieuw}}$??
7	Openingen maken voor de luchttoevoer en -afvoer in de stookruimte.	Geen meetbaar effect op de waarde van η_p . Deze verbetering moet worden vermeld om de veiligheid te verhogen voor de gebruikers van het gebouw waar deze verwarmingsketel zich bevindt.
8a	Een roestvrijstalen buis in de schoorsteen plaatsen, en een trekonderbreker.	Geen meetbaar effect op de waarde van η_p . Deze verbetering moet worden vermeld om de veiligheid te verhogen voor de gebruikers van het gebouw waar deze verwarmingsketel zich bevindt.
8b	De schoorsteenmond verhogen	Geen meetbaar effect op de waarde van η_p . Deze verbetering moet worden vermeld om de veiligheid te verhogen voor de gebruikers van het gebouw waar deze verwarmingsketel zich bevindt.
8c	Een hoge schoorsteenkap op de schoorsteenmond plaatsen.	Geen meetbaar effect op de waarde van η_p . Deze verbetering moet worden vermeld om de veiligheid te verhogen voor de gebruikers van het gebouw waar deze verwarmingsketel zich bevindt.



2. PRODUCTIERENDEMENT NA VERNIEUWING EN BESPARINGSPOTENTIEEL

Het nieuwe productierendement bepalen op basis van de gekozen oplossingen, en de verhoging van het rendement $\eta_{p,\text{nieuw}} - \eta_{p,\text{init}} = [\%]$ berekenen.

3. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN EEN NIEUW PRODUCTIERENDEMENT

Oefening 1:

Een bestaande installatie met radiatoren heeft een productierendement van 65,8%. We stellen voor de verwarmingsketel te vervangen door een gasgestookte condensatieketel met regeling op basis van de buitentemperatuur. Bepaal de rendementsverhoging.

Antwoord 1:

Voor een gasgestookte condensatieketel lezen wij in de tabel dat het rendement $\eta_{p,\text{nieuw}} = 102\%$.
De verhoging van het productierendement = $102 - 65,8 = 36,2\%$

Oefening 2:

Een bestaande installatie heeft een productierendement van 80,5%. We stellen voor de luchttoevoer in de stookruimte te verbeteren, de dichtheid van de schoorsteen te verbeteren en een onderhoud en afstelling van de brander/ de verwarmingsketel uit te voeren. Bepaal de rendementsverhoging.

Antwoord 2:

Door het onderhoud van de verwarmingsketel en van de brander stijgt het verbrandingsrendement van 87,8% naar 90%. De andere werkzaamheden hebben geen rechtstreekse invloed op het verbrandingsrendement. Het nieuwe productierendement wordt $\eta_{p,\text{nieuw}} = 84\%$ zonder wijzigingen van de parameters a, b en b_{cor} .
De verhoging van het productierendement = $84 - 80,5 = 3,5\%$.

Oefening 3:

Een 21 jaar oude installatie heeft een verbrandingsrendement van 82% en een productierendement van 76%. Door de stookoliebrander te vervangen, is het verbrandingsrendement gestegen tot 90%, bijgevolg bedraagt het nieuwe productierendement $\eta_{p,\text{nieuw}} = 85\%$. Bepaal de rendementsverhoging.

Antwoord 3:

De rendementsverhoging = $85 - 76 = 9\%$.

Oefening 4:

Een bestaande installatie die bij constante temperatuur (70°C) werkt, wordt aangepast en voorzien van een kamerthermostaat met wekklok. Het initiële productierendement = 73%. Na plaatsing van de kamerthermostaat met wekklok bedraagt het nieuwe productierendement = 77%. Bepaalde rendementsverhoging.

Antwoord 4:

De rendementsverhoging = $77 - 73 = 4\%$.



4. METHODE OM DE GERAAMDE FINANCIËLE BESPARING TE BEPALEN

4.1 Methode

De jaarlijkse besparing is afhankelijk van:

- de rendementsverhoging;
- het energieverbruik;
- en de momentane prijs van de brandstof.

De geraamde jaarlijkse besparing in EUR = het verschil in rendement x het energieverbruik in EUR.

Lees op de rekenlat (regel 14) de geraamde jaarlijkse besparing in EUR [€].

4.2 Beschouwingen over de brandstofprijzen

Hiertoe dient de erkende verwarmingsinstallateur eerst het bedrag van de uitgaven te bepalen op basis van de gangbare brandstofprijs.

Omdat de prijzen sterk schommelen is het raadzaam de geraamde besparing te bepalen op basis van de recentste officiële prijzen.

Op 6 januari 2008 bedroeg de prijs van de stookolie 0,7143 EUR/liter.

De gemiddelde prijs van het aardgas bedroeg 0,05684 EUR/kWh.

De gemiddelde prijs van het propaangas bij aankoop in bulk bedroeg 0,659 EUR/liter of 0,09052 EUR/kWh.

De erkende verwarmingsinstallateur bepaalt zelf de jaarlijkse energiefactuur door het jaarlijkse energieverbruik te vermenigvuldigen met de geldende brandstofprijs. Hiertoe kunnen de volgende organen worden geraadpleegd:

Brugel: www.brugel.be

de netbeheerder van het BHG: www.sibelga.be

de federale regering: www.mineco.fgov.be

Leefmilieu Brussel: www.ibgebim.be

4.3 Voorbeeld

Wanneer een oude verwarmingsketel wordt vervangen door een gasgestookte condensatieketel, bedroeg de met de rekenlat berekende besparing 32,2%.

Vóór de vervanging van het toestel bedroeg het energieverbruik van deze installatie 26.534 kWh per jaar.

De jaarlijkse energiefactuur bedroeg dus $26.534 \times 0,04633$ EUR/kWh = 1.229,32 EUR.

De jaarlijkse besparing wordt geraamd door de aanwijzer te verplaatsen tot de waarde van de rendementsverhoging samenvalt met de indexpijl, en vervolgens wordt de waarde van het jaarlijks energieverbruik afgelezen.

In dit voorbeeld is de geraamde jaarlijkse besparing gelijk aan 395 EUR.



5. OEFENINGEN IN HET BEPALEN VAN DE GERAAMDE JAARLIJKSE BESPARING IN EUR [€]

1e oefening:

Hoeveel bedraagt de geraamde jaarlijkse energiebesparing, verkregen door het onderhoud van de installatie?

2e oefening:

Hoeveel bedraagt de geraamde jaarlijkse energiebesparing als de stookolieketel wordt vervangen?

Antwoorden:

1e oefening: op basis van de bewerkingen, uitgevoerd met de rekenlat, en het energieverbruik, dat in dit geval 3 500 liter stookolie bedraagt, komen we tot een jaarlijkse energiefactuur van $3.500 \times 0,7143$ EUR/liter stookolie, dus 2.500,00 EUR.

De geraamde energiebesparing bedraagt 2,5%.

Plaats de waarde van de rendementsverhoging (2,5%) onder de referentiepijl en lees vervolgens de geraamde energiebesparing af tegenover de waarde 2 500 EUR. Aangezien de aangegeven waarde buiten de schaal valt, zal de erkende verwarmingsinstallateur zelf de berekening uitvoeren, namelijk: $2.500,00 \text{ EUR} \times 2,5\%$ of $2.500,00 \times 0,025 = 62,50$ EUR.

Noteer dat het onderhoud van een stookolie-installatie het jaarlijks verbruik met ongeveer 60 EUR kan doen dalen.

2e oefening: de vervanging van de brander heeft het rendement met 9% verhoogd.

Het jaarlijks verbruik van deze installatie bedraagt 2.414 liter, wat een energiefactuur van $2.414 \text{ liter} \times 0,7143 \text{ EUR/liter} = 1.724,32$ EUR geeft.

Plaats de waarde van de rendementsverhoging (9%) onder de referentiepijl en lees vervolgens de geraamde energiebesparing af, die zich tegenover de waarde 1.724 EUR bevindt. Ze is gelijk aan 155 EUR per jaar.



HOOFDSTUK 12: GEGEVENS VOOR DE CERTIFICERING IN HET BHG

Dit hoofdstuk heeft alleen betrekking op alle diagnoses die worden uitgevoerd op het grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG).

1. DOEL

Aan de verwarmingsinstallateur wordt gevraagd ter plaatse een reeks technische gegevens op te nemen die kenmerkend zijn voor de thermische installaties, ten behoeve van de certificeringsinstelling.

Die gegevens beïnvloeden *op geen enkele manier* de energieprestaties die in het kader van deze diagnosemethode worden beoordeeld.

2. GEGEVENS VOOR DE CERTIFICERING

- a) kunt u de aanwezigheid vaststellen van een regelaar die de watertemperatuur van de verwarmingsketel regelt op basis van informatie afkomstig van een buitentemperatuurvoeler? Ja/Nee
- b) kunt u, in het verwarmingssysteem, de aanwezigheid vaststellen van een driewegafsluiter of van een buitentemperatuurvoeler? Ja/Nee
- c) kunt u de aanwezigheid van een warmtepomp vaststellen? Ja/Neen
Zo ja,
 - wat is de energievector van deze warmtepomp? Aardgas / Elektriciteit
 - van welk type is deze warmtepomp? Grondwater Water / Grond - Water/ Buitenlucht - Water/ Buitenlucht - Lucht / Andere?
 - wordt ze ook gebruikt voor de productie van SWW? Ja/Nee
- d) zijn alle verwarmingsleidingen in de stookruimte geïsoleerd? Ja/Nee
Zo niet,
 - Is er meer dan 50 strekkende meter leidingen niet geïsoleerd? Ja/Nee
- e) kunt u vaststellen of er in de stookruimte een opslagvat voor verwarmingswater staat dat niet is verbonden met een warmtepomp? Ja/Nee
- f) kunt u vaststellen of er in de stookruimte een opslagvat voor SWW staat? Ja/Nee
Zo ja,
 - zo ja: Is dit thermisch goed geïsoleerd? Ja/Nee
 - wat is de inhoud van het vat (of van de verschillende vaten samen): <100 l / 100 tot 200 l / >200 l
- g) kunt u vaststellen of er een distributiekring voor SWW is? Ja/Nee
Zo ja,
 - is deze distributiekring thermisch geïsoleerd over zijn hele zichtbare lengte? Ja/Nee



HOOFDSTUK 13: DIAGNOSEVERSLAG EN TAKEN VAN DE ERKENDE VERWARMINGSINSTALLATEUR

1. TAKEN VAN DE ERKENDE VERWARMINGSINSTALLATEUR

Andere informatie geven over de financiële effecten van de maatregelen.

Begeleiding van de particulier die in het BHG woont:

- naar de site van het BIM verwijzen;
- naar de site van de Stadswinkel verwijzen.

Het advies wordt gegeven in de vorm van een begrijpelijk document.

Het is belangrijk dit advies persoonlijk met de gebruiker te overlopen en er eventuele opmerkingen aan toe te voegen. U kunt er ook de maatregelen in aankaarten met betrekking tot de gedragingen van de gebruiker of tot andere delen van de installatie, meer in het bijzonder:

- de instelling van de comfort- en de daluren;
- de instellingen van de temperaturen en verwarmingscurven per verwarmingscircuit;
- de programmering van de productie van sanitair warm water;
- de controle van het veiligheidsventiel van de SWW-boiler;
- de druk in de installatie;
- de netheid van de stookruimte;
- de eventuele noodzaak om de stookruimte te verluchten;
- de producten in de nabijheid van de verwarmingsketel;
- de algemene staat van de installatie;

...

Een installatie bestaat immers niet alleen uit haar verwarmingsketel. In Bijlage 1 over het rendement van een verwarmingsinstallatie verneemt u meer over dit onderwerp.

2. OPSTELLEN VAN HET DIAGNOSEVERSLAG

De erkende verwarmingsinstallateur moet het diagnoseverslag opstellen op het model dat door het gewest ter beschikking wordt gesteld.

Dit schriftelijk document bestaat uit verschillende delen:

- administratieve gegevens;
- karakterisering van de bestaande installatie op basis van waarnemingen ter plaatse;
- de resultaten van de berekeningen met de rekenlat;
- belangrijkste en aanvullende voorstellen ter verbetering;
- energiebesparingen voortvloeiend uit de voorstellen ter verbetering;
- beschouwingen over de financiële effecten;
- technische gegevens die bij de berekeningen werden gebruikt;
- vragen en antwoorden ten behoeve van de certificerende instelling.



Adres van het verwarmingssysteem waarvan de diagnose gesteld wordt.

Straat: nummer bus

Postcode Gemeente

Gegevens van de gebruiker

Familienaam en voornaam tel.

Gegevens van de VTI van het verwarmingssysteem.
Deze gegevens altijd invullen!

Familienaam en voornaam

straat nummer bus

Postcode Gemeente tel.

Kenmerken van de verwarmingsketel

Productiejaar type Serienummer Type brander

Jaarlijks energieverbruik aardgas kWh/jaar of m³/jaar
 stookolie l/jaar
 propaan l/jaar of kg/jaar

Warmteproductierendement van het verwarmingssysteem type 1 %

Aanbevelingen voor de VTI. Het vakje aankruisen om een energieverbetering voor te stellen.

Relevante aanbevelingen.	Geraamde financiële besparing in €/jaar	Geraamde investeringskosten in € excl. btw
<input type="checkbox"/> De bestaande ketel vervangen		
<input type="checkbox"/> Een afstelling en onderhoud van verwarmingsketel en brander uitvoeren		
<input type="checkbox"/> De brander vervangen		
<input type="checkbox"/> Een luchtklep op de brander/ in het rookkanaal plaatsen		
<input type="checkbox"/> Een regeling op basis van een kamerthermostaat plaatsen		
<input type="checkbox"/> Een regeling op basis van een kamerthermostaat plaatsen		

Opmerking(en)

Aanvullende informatie aan VTI/gebruiker gegeven? ja nee

Figuur 13.1: diagnoseverslag type 1 / 1e deel



Andere aanbevelingen voor het verwarmingssysteem.	
Maatregel(en) ter verbetering	Potentiële energiebesparing
<input type="checkbox"/> Manuele verlaging van de temperatuur van de verwarmingsketel (aquastaat) volgens het seizoen.	
<input type="checkbox"/> Correctie van de actieve verwarmingscurve in een weersafhankelijke watert° regelaar = fct (buiten t°)	
<input type="checkbox"/> Isolatie rond de niet-geïsoleerde leidingen (water en lucht) plaatsen in de niet-verwarmde ruimten.	Opmerken dat dit verplicht is in het BHG, dat dit gecontroleerd zal worden en dat er sancties genomen zullen worden bij een oplevering!
<input type="checkbox"/> Een circulatiepomp die continu werkt, vervangen door een systeem dat intermitterend of met variabele snelheid werkt.	Besparing op het elektriciteitsverbruik. Voor meer informatie kan men naar de website www.topten.be surfen.
<input type="checkbox"/> Voor elke circulatiepomp, overschakelen van snelheid III op een lagere snelheid, of in een wandketel, nagaan of de regeling "automatische snelheidskeuze" toelaat (in voorkomend geval).	Besparing op het elektriciteitsverbruik. Voor meer informatie kan men naar de website www.topten.be surfen.
<input type="checkbox"/> Een 3-weg mengkraan plaatsen als de ketel hiermee niet is uitgerust en met een constante temperatuur werkt.	
<input type="checkbox"/> In aanwezigheid van radiatoren voor een venster, dit vervangen door een thermisch geïsoleerde ondoorschijnende steunmuur.	3 tot 9% van het energieverbruik voor de verwarming van de betrokken ruimte.
<input type="checkbox"/> In aanwezigheid van radiatoren voor een niet-geïsoleerde muur of een venster, een reflecterende folie plaatsen.	0,5 tot 2% besparing, afhankelijk van de oppervlakte van de betrokken radiatoren.
<input type="checkbox"/> Een afwezigheids- en nachtverlaging instellen: de ingestelde temperatuur verlagen.	1°C = 5.....8% van het huidig verbruik, afhankelijk van de thermische inertie en de duur van de verlagingperiodes.
<input type="checkbox"/> De manuele radiatorcransen vervangen door thermostatische cransen, rekening houdend met de eventuele aanwezigheid van een kamerthermostaat.	Besparing van 3 tot 4%
Facultatieve verbeteringen voor de veiligheid.	
<input type="checkbox"/> Openingen voor de toevoer en afvoer van lucht maken in de stookruimte.	<input type="checkbox"/> Openingen voor de toevoer en afvoer van lucht maken in de stookruimte.
<input type="checkbox"/> De schoorsteenmond verhogen	<input type="checkbox"/> Een schoorsteenkap op de schoorsteenmond plaatsen.
Datum van de diagnose	handtekening
Naam en voornaam van de erkende verwarmingsinstallateur. Erkenningsnummer	

Figuur 13.2: diagnoseverslag type 1 / 2e deel



Parameters	Regelnr. op rekenlat	Gegevens	Opmerkingen
Brandstof			
Merk en type verwarmingsketel			
Vermogen in kW	3		1 kcal/u = 1,163 W
Energieverbruik voor de periode:.....	1-2	gas m ³ /jaar kWh /jaar stookolie l/jaar propaan l/jaar kg/jaar	BVW van propaan: = 7,28 kWh/l of 13,84 kWh/kg voor aardgas: de waarde lezen op de factuur van de VTI
Bouwjaar van de verwarmingsketel			
Label (in voorkomend geval)			
Regeling van de verwarmingsketel			
Productie van SWW:	1-2		
Aantal bewoners (indien woningen)			
In mindering te brengen SWW-energie in kWh			indien < 3pers → 2.500 kWh indien 3 of 4 p → 4.200 kWh indien > 4pers → 5.500kWh
Verbrandingsrendement η_{ro}	8		
factor a [%]	7 + verso		
factor b [%]	5		
factor b _{cor} [%]	6		
Productierendement η_p	10		
$\eta_{p,init}$	11		
nieuwe factor a [%]	7		Een nieuwe verwarmingsketel kiezen:
nieuwe b _{cor} [%]	6		
nieuwe η_{ro}	8		
$\eta_{p,nieuw}$	10		
Verhoging van het rendement	12		
Energiefactuur in €/jaar	13		
Geraamde winst in €/jaar	14		

Figuur 13.3: diagnoseverslag type 1 / formulier basisgegevens



2.1 Informatie ter attentie van de VTI's

Verplichte handelingen	Stookolieketel.	Gasverwarmingsketel
Schoorsteen vegen	jaarlijks	Elke 3 jaar.
Onderhoud van de verwarmingsketel met attest van periodieke controle	Jaarlijks	Elke 3 jaar.
Afstelling van de brander met attest van periodieke controle	Jaarlijks	Elke 3 jaar.

2.2 Wat is een diagnose?

In het algemeen hebben oude verwarmingstoestellen (van vóór 1988) een laag rendement. Het is dikwijls interessant een oud toestel te vervangen door een moderne condensatieketel, die een veel hoger rendement heeft. Bij de diagnose van een verwarmingsketel wordt nagegaan of het financieel aan te bevelen is de ketel te vervangen.

De regelgeving bepaalt dat, ten vroegste één jaar vóór en uiterlijk één jaar nadat de oudste verwarmingsketel 15 jaar oud wordt, de VTI de diagnose van het verwarmingssysteem moet laten uitvoeren.

2.3 Premies met betrekking tot verwarming in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

1. Fiscale voordelen: bij de plaatsing van een gascondensatieketel kan een belastingverlaging van 40% op de investering worden verkregen. Dit belastingvoordeel heeft een plafond van 2.770 euro. Een belastingverlaging van 40% op de driejaarlijkse factuur voor het onderhoud van de verwarmingsinstallatie is eveneens aftrekbaar. Bovendien worden diverse premies toegekend om het verbeteren van verwarmingssystemen aan te moedigen. Meer informatie is beschikbaar bij het BIM en de gemeentebesturen.
2. Andere premies in het BHG die economiebesparingen beogen: informatie over de premies is beschikbaar op de website van Leefmilieu Brussel: <http://www.leefmilieubrussel.be>

2.4 Nuttig internetadres:

<http://economie.fgov.be>



HOOFDSTUK 14: REEKS VOLLEDIGE DIAGNOSEVOORBEELDEN

Als oefening wordt in dit hoofdstuk een reeks diagnosevoorbeelden gegeven op basis van reële gevallen.

1. OEFENING 1

Atmosferische gasverwarmingsketel type IS3D 4.2, bouwjaar 1979, zonder label. Verbruik: 3.573 m³/jaar. Brander aangestuurd door een weersafhankelijke regeling. Vermogen: 22,09 kW. Productie van SWW door aan de ketel gekoppelde boiler. Gemeten verbrandingsrendement: 84%.

Aanbevelingen van de erkende verwarmingsinstallateur: plaatsing van een nieuwe condensatieketel en regeling met een buitentemperatuursensor.

Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Aardgas
Merk en type verwarmingsketel	IS 3 D 4.2, atmosferisch
Vermogen [kW]	22,09
Jaarlijks verbruik [m ³] of [liter]	3.573
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1979
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	Geen
Regeling van de verwarmingsketel	Buitentemperatuursensor op de brander
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	verwarmingsketel
Aantal bewoners	4
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	84

Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	2,8
Belastingsfactor b [%]	17,2
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	15,9
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	84
Productierendement η_p , init [%]	78
Productierendement η_p , nieuw [%]	105
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	105 - 78 = 27
Jaarlijkse brandstoffactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	37.000 x 0,05684 = 2.103,08
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	563

2. OEFENING 2

Stookolieketel met constante t°, bouwjaar 1974. Vermogen: 50.000 kcal/u. Productie van SWW door een boven de verwarmingsketel geplaatste boiler. Geen spaarklep op de brander. Verbruik: 5.059 l/jaar. Geen spaarklep. Geen label. Verbrandingsrendement: 87,5%.

Aanbevelingen van de erkende verwarmingsinstallateur: plaatsing van een nieuwe condensatieketel en regeling met buitentemperatuursensor.

Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Stookolie
Merk en type verwarmingsketel	Geen branderklap
Vermogen [kW]	50.000 x 1,163 = 58.150 of 58,15
Jaarlijks verbruik [m ³] of [liter]	5.059
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1974
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	Geen
Regeling van de verwarmingsketel	Vaste ketelthermostaat
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	verwarmingsketel
Aantal bewoners	3
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	87,5



Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	2,3
Belastingsfactor b [%]	10
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	8,2
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	87,5
Productierendement η_p , init [%]	71,5
Productierendement η_p , nieuw [%]	99
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	99 - 71,5 = 27,5
Jaarlijkse brandstoffactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	5.059 x 0,7143 = 3.613,64
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	563

3. OEFENING 3

Atmosferische gasverwarmingssketel met productie van SWW. Vermogen: 42 kW. Brander aangestuurd door een weersafhankelijke regeling. Bouwjaar: 1996. Verbruik: 9.771 m³/jaar. Label HR +. Verbrandingsrendement: 92%. Aantal gebruikers: 4.

Aanbevelingen van de erkende verwarminginstallateur: plaatsing van een nieuwe condensatieketel en regeling met buitentemperatuursensor.

Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Aardgas
Merk en type verwarmingsketel	Atmosferisch
Vermogen [kW]	42
Jaarlijks verbruik [m ³] of [liter]	9.771
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1996
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	HR+
Regeling van de verwarmingsketel	Buitentemperatuursensor op de brander
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	verwarmingsketel
Aantal bewoners	4
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	92

Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	1,5
Belastingsfactor b [%]	24,5
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	23,5
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	92
Productierendement η_p , init [%]	88
Productierendement η_p , nieuw [%]	102
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	102 - 88 = 14
Jaarlijkse brandstoffactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	100.000 x 0,05684 = 5.684
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	795

4. OEFENING 4

Stookolieketel: 36 kW met een SWW-boiler. Bouwjaar: 1977. Verbruik: 2.906 l/jaar. Brander met spaarklep. Gemeten verbrandingsrendement: 89%. Regeling met kloktimer. Defecte circulatiepomp.

Aanbevelingen van de erkende verwarminginstallateur: plaatsing van een nieuwe brander en regeling met buitentemperatuursensor.



Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Stookolie
Merk en type verwarmingsketel	Met branderklep
Vermogen [kW]	36
Jaarlijks verbruik [liter]	2.906
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1977
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	geen
Regeling van de verwarmingsketel	Vaste ketelthermostaat
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	verwarmingsketel
Aantal bewoners	3
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	89

Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	2,1
Belastingsfactor b [%]	9,2
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	7,9
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	89
Productierendement η_p , init [%]	76
Productierendement η_p , nieuw [%]	8,8
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	92
Jaarlijkse brandstoffactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	$89 - 76 = 13, 2906 \times 0,7143 = 2.075,75$
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	270

5. OEFENING 5

Stookolieketel. Bouwjaar: 1966. Vermogen: 28.000 kcal/u. Geen productie van SWW. Brander uit 1990 zonder spaarklep. Verbrandingsrendement: 85.5%. Kamerthermostaat. Verbruik: 3.500 l/jaar.

Aanbevelingen van de erkende verwarminginstallateur: plaatsing van een nieuwe laagtemperatuurketel.

Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Stookolie
Merk en type verwarmingsketel	Met branderklep
Vermogen [kW]	$28.000 \times 1,163 = 32.564$ of 32,6
Jaarlijks verbruik [liter]	3.500
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1966
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	geen
Regeling van de verwarmingsketel	Kamerthermostaat
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	Geen SWW
Aantal bewoners	3
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	85,5

Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	3,3
Belastingsfactor b [%]	16,2
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	14,2
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	85,5
Productierendement η_p , init [%]	75
Productierendement η_p , nieuw [%]	9,4
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	$95-75=20$
Jaarlijkse brandstoffactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	$3.500 \times 0,7143 = 2.500,05$
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	500



6. OEFENING 6

Atmosferische gasverwarmingsketel met vaste t°. Bouwjaar: 1983. Vermogen: 44,5 kW. Verbruik: 3.695 m³/jaar. Aantal gebruikers: 3. Geen label. Productie van SWW door een boiler. Verbrandingsrendement: 86,3%.

Aanbevelingen van de erkende verwarmingsinstallateur: plaatsing van een nieuwe condensatieketel en regeling met buitentemperatuursensor.

Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Aardgas
Merk en type verwarmingsketel	Atmosferisch
Vermogen [kW]	44,5
Jaarlijks verbruik [m ³] of [liter]	3.695
Jaarlijks verbruik [kWh]	38.400
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1983
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	Geen
Regeling van de verwarmingsketel	Vaste ketelthermostaat
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	onafhankelijk
Aantal bewoners	3
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	86,3

Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	2,2
Belastingsfactor b [%]	38.400
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	10,2
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	8,6
Productierendement η_p , init [%]	86,3
Productierendement η_p , nieuw [%]	72
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	95-75=20
Jaarlijkse brandstoffactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	3.500 x 0,7143 = 2.500,05
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	500

7. OEFENING 7

Atmosferische gasverwarmingsketel met vaste t°. Vermogen: 37 kW. Bouwjaar: 1975. Verbruik: 4.550 m³/jaar (propan). Aantal gebruikers: 2. Geen label. Gescheiden productie van SWW met een boiler. Verbrandingsrendement: 85%.

Aanbevelingen van de erkende verwarmingsinstallateur: plaatsing van een nieuwe condensatieketel en regeling met buitentemperatuursensor.

Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Propan
Merk en type verwarmingsketel	Atmosferisch
Vermogen [kW]	37
Jaarlijks verbruik [m ³]	4.550
Jaarlijks verbruik [kWh]	33.124 - 2.500 = 30.624
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1975
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	geen
Regeling van de verwarmingsketel	Vaste ketelthermostaat
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	onafhankelijk
Aantal bewoners	2
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	85



Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	2,8
Belastingsfactor b [%]	30.624
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	13,4
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	11,7
Productierendement η_p , init [%]	85
Productierendement η_p , nieuw [%]	75
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	102
Jaarlijkse brandstofactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	$30.624 \times 0,09052 = 2.772$
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	750

8. OEFENING 8

Stookolieketel. Vermogen: 27 kW + SWW-boiler. Bouwjaar: 1976.

Verbruik: 2.650 l/jaar. Brander zonder spaarklep. Gemeten verbrandingsrendement: 86%. Regeling: kamerthermostaat op de pomp.

Aanbevelingen van de erkende verwarmingsinstallateur: plaatsing van een klep in het rookafvoerkanaal.

Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Stookolie
Merk en type verwarmingsketel	Buderus / Ecofla brander zonder branderklep
Vermogen [kW]	27
Jaarlijks verbruik [liter]	2.650
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1976
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	Geen
Regeling van de verwarmingsketel	Kamerthermostaat op circulatiepomp
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	Via de verwarmingsketel
Aantal bewoners	3
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	86

Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	2,1
Belastingsfactor b [%]	11,2
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	9,6
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	86
Productierendement η_p , init [%]	72
Productierendement η_p , nieuw [%]	73,7
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	$73,7 - 72 = 1,7$
Jaarlijkse brandstofactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	$2.650 \times 0,7143 = 1.892$
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	Niet significant

9. OEFENING 9

Stookolieketel met vaste t°. Vermogen: 52.3 kW. Bouwjaar: 1990. Verbruik: 8.537 l/jaar. Brander met spaarklep. Gemeten verbrandingsrendement: 88%.

Aanbevelingen van de erkende verwarmingsinstallateur: plaatsing van een verwarmingsketel die geregeld wordt op basis van de buitentemperatuur.



Gegevenstabel:

Gebruikte brandstof	Stookolie
Merk en type verwarmingsketel	Elco / Elco brander met branderklep
Vermogen [kW]	52,3
Jaarlijks verbruik [liter]	8.537
Bouwjaar van de verwarmingsketel	1990
Type label (eventueel) van de verwarmingsketel	geen
Regeling van de verwarmingsketel	Thermostatische kranen
Productie van SWW: onafhankelijk of via deze ketel	Geen ECS
Aantal bewoners	3
Verbrandingsrendement: η_{ro} [%]	88

Resultaten van de berekeningen:

Stilstandverliesfactor a [%]	0,9
Belastingsfactor b [%]	24,5
Gecorrigeerde belastingsfactor b _{cor} [%]	23,8
Verbrandingsrendement η_{ro} [%]	88
Productierendement η_p , init [%]	85
Productierendement η_p , nieuw [%]	87
Rendementsverhoging [%] (η_p , nieuw - η_p , init)	$87 - 85 = 2$
Jaarlijkse brandstoffactuur in EUR [€] (verbruik [kWh] x brandstofprijs [€/kWh])	$8.537 \times 0,7143 = 6.098$
Raming van de financiële besparing in EUR [€]	Niet significant



BIJLAGE 1: LABELS OP VERWARMINGSKETELS

Sinds wanneer vinden we labels op verwarmingsketels?

Een eventueel label geeft informatie over de productieperiode voor het geval het kenplaatje onleesbaar is of ontbreekt.

Het eerste label werd aangebracht op gastoestellen. Het ging om het BGV/AGB-label. Het diende als bewijs dat het toestel aan de eisen van de Koninklijke Vereniging van Belgische GasVaklieden.

1. BGV/AGB-label: 1970

De eisen hadden betrekking op het rendement, dat minimaal 80% diende te bedragen. Aangezien deze eisen vrij beperkt zijn, wordt niet aangenomen dat dit label aan echte energie-eisen onderworpen is. Het speelt dan ook geen rol bij de bepaling van de correctiefactor van de stilstandverliescoëfficiënt, maar kan eventueel gebruikt worden om het bouwjaar te bepalen: men neemt 1970 als bouwjaar wanneer er geen kenplaatjes is, maar dit label wel op de verwarmingsketel is aangebracht.



2. HR-label (hoog rendement): 1983

Dit label, dat sinds 1983 bestaat, legt de eisen op die in het KB van 11 maart 1988 zijn vastgelegd. Het minimaal thermisch rendement van een ketel met een vermogen lager dan 30 kW was op 86% bepaald. U vindt aanvullende informatie op (www.staatsblad.be).

HR-toestellen voldoen aan de controle volgens methode I2.

Een label van dit type geeft aan dat de toestellen zonder aanpassingen met de twee gastypes kunnen werken.

Als dit label aanwezig is, mag men aannemen dat de correctiefactor van de stilstandverliescoëfficiënt gelijk is aan die van een verwarmingsketel uiterlijk in 1990 is gebouwd.



3. HR+-label: 1996

In aansluiting op de aanpassing van het KB van 1988 werd het label aangepast aan de bijgewerkte eisen. Het thermisch rendement werd met 1,5% verhoogd bij een vermogen gelijk aan 30 kW. Dit label betekent dat men de correctiefactor van de stilstandverliescoëfficiënt zal gebruiken die van toepassing is op een verwarmingsketel die uiterlijk in 1990 is gebouwd.



4. HR-TOP-label: 1998

Het HR-TOP-label, uitsluitend bestemd voor condensatieketels, maakt duidelijk het onderscheid tussen de HR+- en de HR-TOP-modellen. Er bestaat zo een lijst van condensatieketels waarop veel strengere rendementseisen van toepassing zijn dan op de HR+-versies. Het minimaal thermisch rendement bij vollast volgens de EN-normen bedraagt 92,5%, terwijl deze waarde bij deellast en bij een temperatuur van 30 °C in de retourleidingen minimaal 98,3% bedraagt.



5. EG-merk: 1997

Deze verplichte merking maakte haar opwachting na de publicatie van het KB van 1997 betreffende de verwarmingstoestellen. Het EG-merk bewijst dat het apparaat aan de Europese eisen voldoet. Wat het rendement betreft, is het vergelijkbaar met de HR+- of OPTIMAZ-labels.



6. Optimaz-label: 1995

Het Optimaz-label levert de gebruiker het bewijs dat het toestel in overeenstemming is met de rendementseisen van het KB van 1998, en dat de verwarmingsketel bijgevolg behoort tot de bouwjaarcategorie die begint in 1990.



7. Optimaz-label vanaf 2005

Het nieuwe Optimaz-label levert de gebruiker het bewijs dat het toestel voldoet aan de recentste eisen met betrekking tot de uitstoot van verontreinigende gassen en aan de rendementseisen van het KB van 1997. Op het vlak van het rendement wordt ter vereenvoudiging geen onderscheid gemaakt tussen OPTIMAZ vóór en OPTIMAZ na 2005.

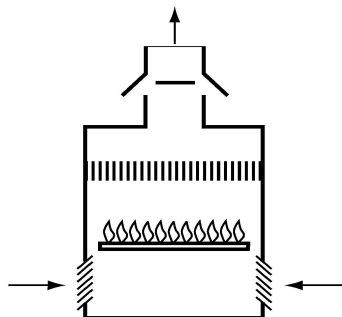
8. Optimaz Elite label 2005

Het Optimaz Elite is specifiek van toepassing op condensatieketels.

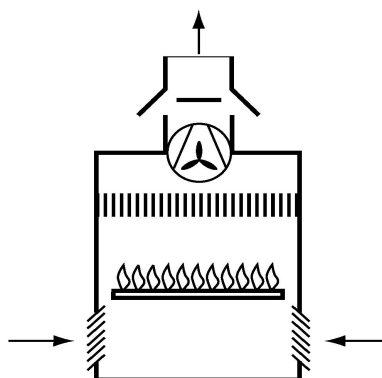


BIJLAGE 2: SCHÉMA'S VAN DE DIVERSE AARDGASVERWARMINGSKETELS

Types van toestellen die toegestaan zijn op de Belgische markt (uittreksel NBN CR 1749).

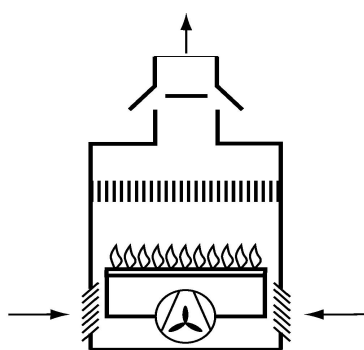


Type B₁₁

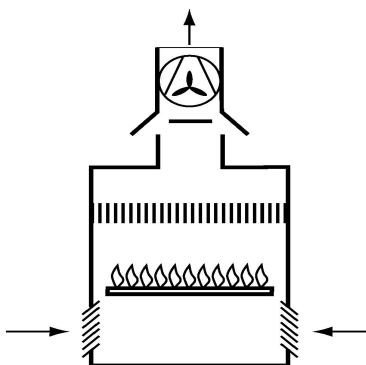


Type B₁₂

<p>Type B₁₁</p> <p>Toestel met atmosferische brander, uitgerust met een trekonderbreker en aangesloten op een schoorsteen met natuurlijke trek.</p>	<p>Type B₁₂</p> <p>Toestel met atmosferische brander, uitgerust met een trekonderbreker met ventilator voorbij de verbrandingskamer.</p>
--	---

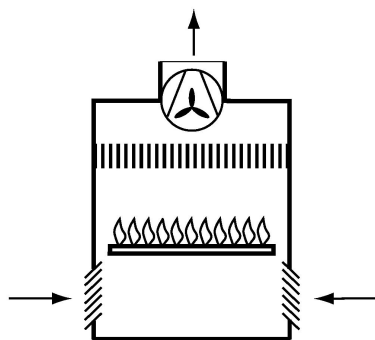


Type B₁₃

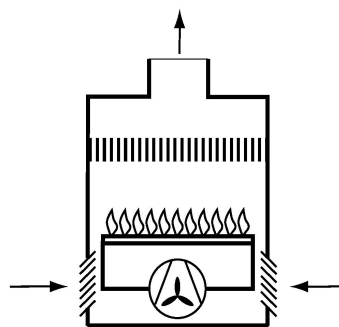


Type B₁₄

<p>Type B₁₃</p> <p>Toestel met atmosferische brander, uitgerust met een trekonderbreker, aangesloten op een schoorsteen en voorzien van ventilator vóór de verbrandingskamer.</p>	<p>Type B₁₄</p> <p>Toestel met atmosferische brander, uitgerust met een ventilator die deel uitmaakt van het toestel en voorbij de trekonderbreker geplaatst is.</p>
--	---

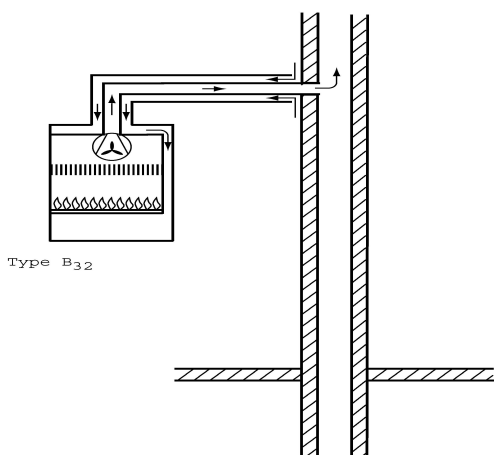


Type B₂₂

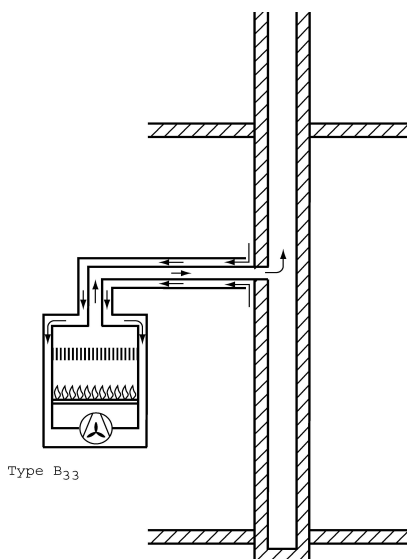


Type B₂₃

<p>Type B22</p> <p>Toestel zonder trekonderbreker, uitgerust met een ventilator voorbij de verbrandingskamer.</p>	<p>Type B23</p> <p>Toestel zonder trekonderbreker, uitgerust met een ventilator vóór de verbrandingskamer.</p>
---	--

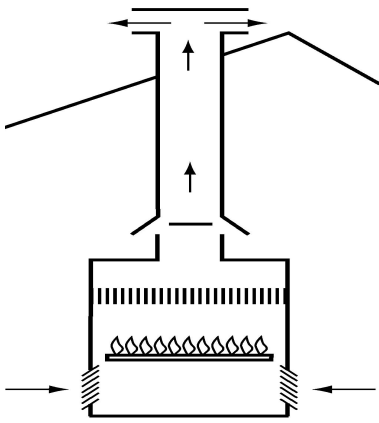


Type B₃₂

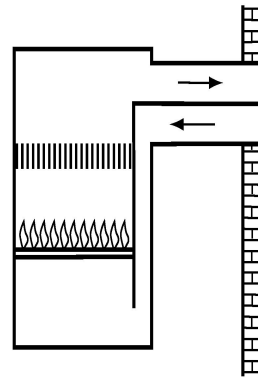


Type B₃₃

<p>Type B32</p> <p>Toestel met natuurlijke trek, uitgerust met een ventilator voorbij de verbrandingskamer.</p>	<p>Type B33</p> <p>Toestel met natuurlijke trek, uitgerust met een ventilator vóór de verbrandingskamer.</p>
---	--

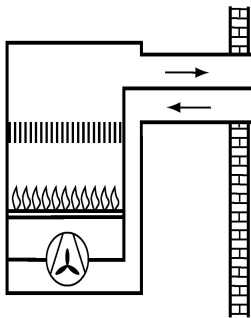


Type B_{4,1}

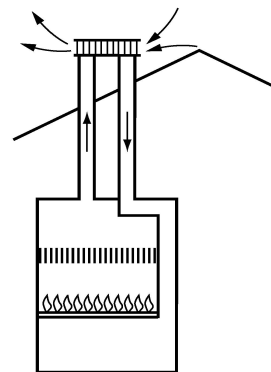


Type C₁₁

<p>Type B41</p> <p>Toestel met atmosferische brander, uitgerust met een trekonderbreker, een eigen afvoerkanaal en een eigen afvoeropening.</p>	<p>Type C11</p> <p>Toestel met gesloten circuit, aangesloten op een horizontale afvoeropening.</p>
---	--

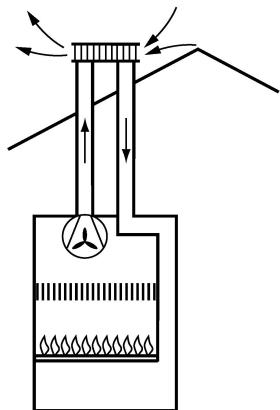


Type C₁₃

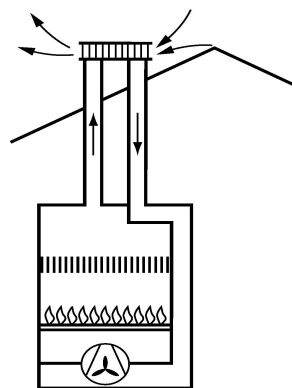


Type C₃₁

<p>Type C13</p> <p>Toestel met gesloten circuit, uitgerust met een ventilator en een horizontaal afvoerkanaal, aangesloten op een afvoeropening.</p>	<p>Type C31</p> <p>Toestel met gesloten circuit, uitgerust met een eigen afvoersysteem en een eigen verticale afvoeropening.</p>
--	--



Type C₃₂



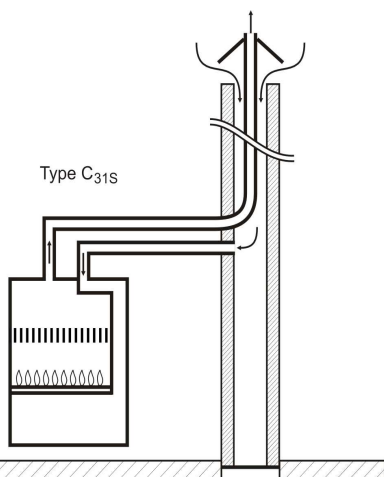
Type C₃₃

Type C32

Toestel met gesloten circuit, uitgerust met een ventilator voorbij de verbrandingskamer, een eigen afvoersysteem en een eigen verticale afvoeropening.

Type C33

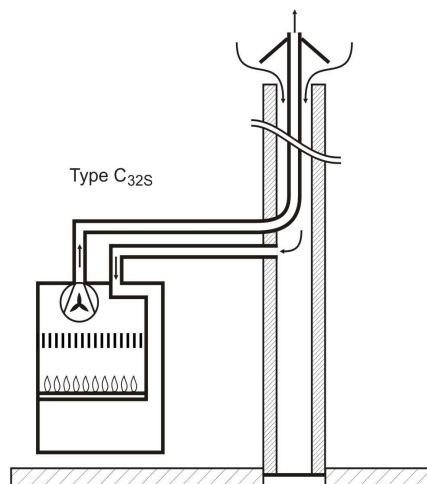
Toestel met gesloten circuit, uitgerust met een ventilator vóór de verbrandingskamer, een eigen afvoersysteem en een eigen verticale afvoeropening.



Type C_{31S}

Type C31S

Toestel met gesloten circuit, uitgerust met een eigen afvoersysteem en een eigen verticale afvoeropening. De afvoerkanalen zijn ingebouwd in een bestaand kanaal dat deel uitmaakt van het gebouw.

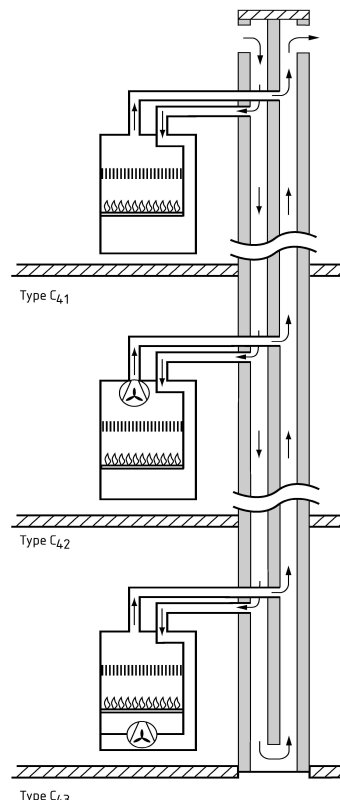
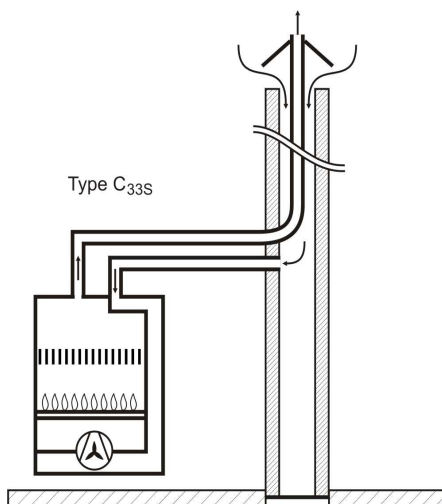


Type C_{32S}

Type C32S

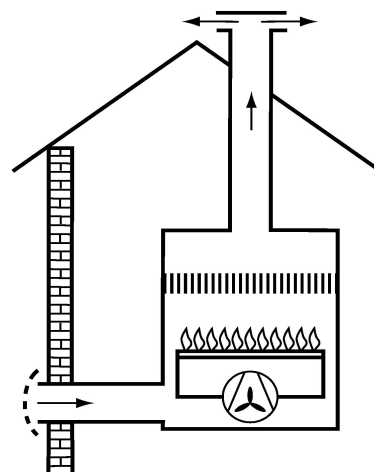
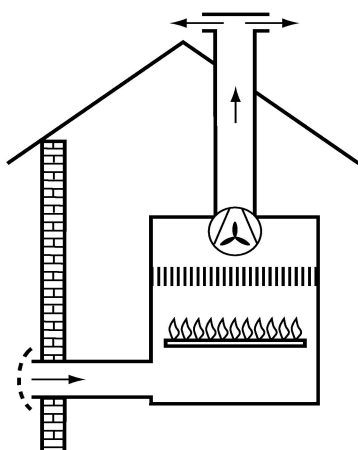
Toestel met waterdicht circuit, voorzien van een ventilator voorbij de verbrandingskamer en van een eigen afvoersysteem en verticale afvoeropening. De afvoerkanalen zijn ingebouwd in een bestaand kanaal dat deel uitmaakt van het gebouw.

Type C₄



Type C_{33S}
 Toestel met gesloten circuit en geïntegreerde ventilator, met een eigen afvoersysteem en afvoeropening. De afvoerkanalen zijn ingebouwd in een bestaand kanaal dat deel uitmaakt van het gebouw.

Type C₄
 Toestel met gesloten circuit, aangesloten op een parallel afvoersysteem.



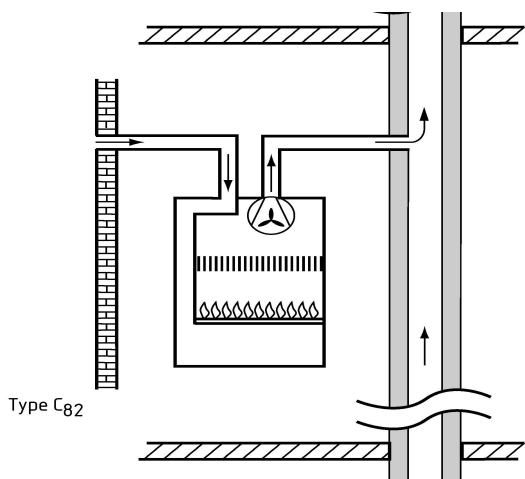
Type C₅₂

Type C₅₃

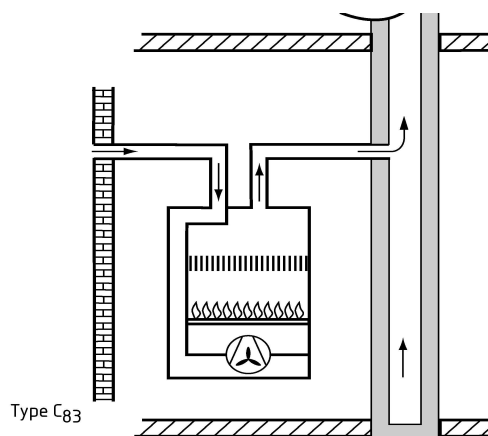
Type C₅₂
 Toestel met gesloten circuit, voorzien van een geïntegreerde ventilator voorbij de verbrandingskamer, met aansluitingen in twee verschillende drukzones.

Type C₅₃
 Toestel met gesloten circuit, voorzien van een geïntegreerde ventilator vóór de verbrandingskamer, met aansluitingen in twee verschillende drukzones.





Type C₈₂



Type C₈₃

Type C82

Toestel met gesloten circuit, voorzien van een ventilator voorbij de verbrandingskamer, vóór de aansluiting op een collectief kanaal.

Type C83

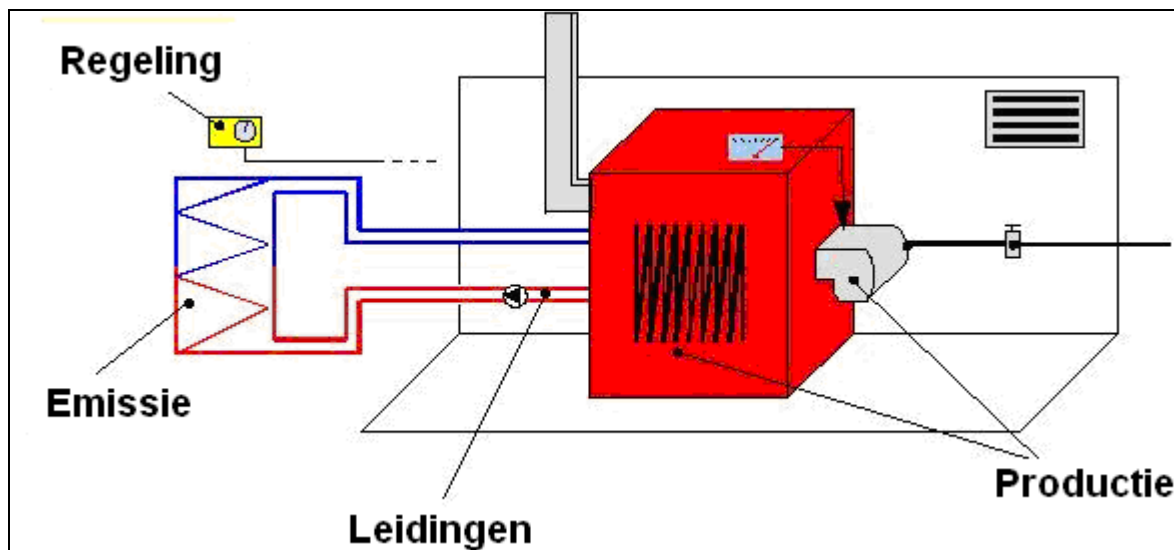
Toestel met gesloten circuit, voorzien van een ventilator vóór de verbrandingskamer, vóór de aansluiting op een collectief kanaal.

BIJLAGE 3: RENDEMENTEN IN EEN VERWARMINGSSYSTEEM

1. GLOBAAL RENDEMENT VAN EEN VERWARMINGSINSTALLATIE

Wanneer een installateur zijn klant aanvullende informatie wil geven over de installatie in haar geheel, dient hij een raming uit te voeren van het globaal rendement.

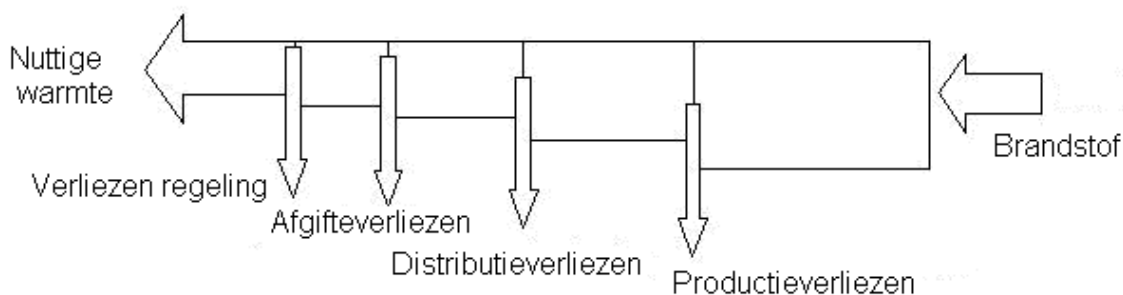
Dit is mogelijk dankzij de EAP, een energieadviesprocedure die wordt toegepast om de volledige verwarmingsinstallatie te beoordelen, rekening houdend met de verwarmingsbehoeften van het gebouw. Inlichtingen over de energieaudits zijn beschikbaar op de site van Leefmilieu Brussel, op het adres: http://www.leefmilieubrussel.be/Templates/searchresults_google.aspx?q=PAE&LangType=2067

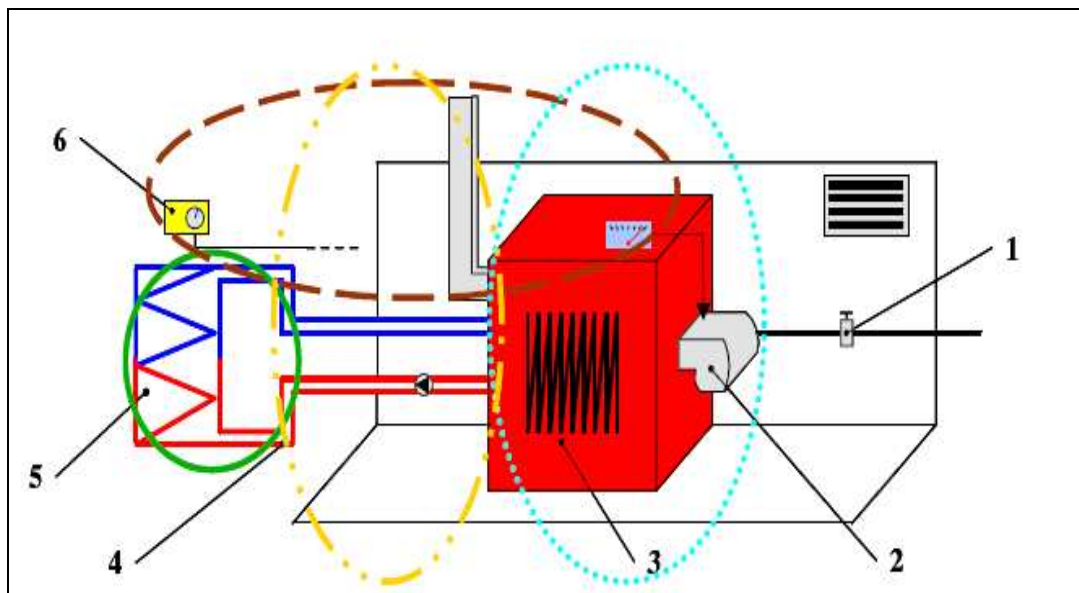


Samengevat moeten de volgende elementen worden onderzocht:

Formule: $\eta_i = \eta_p * \eta_d * \eta_e * \eta_r$ [uitgedrukt in%]

waarbij η_i = globaal thermisch rendement of rendement van de installatie;
 η_p = productierendement van de verwarmingsketel;
 η_d = distributierendement;
 η_e = emissierendement van de radiatoren, convectoren enz. ;
 η_r = rendement van de regeling.





LEGENDE

- 1 Brandstoftoevoer
- 2 Brander
- 3 Ketel (productierendement 50 tot 105%)
- 4 Warmteditributiesysteem (rendement 70 tot 99%)
- 5 Emissie (rendement 90 tot 100%)
- 6 Regelsysteem (rendement 86 tot 98%)

2. PRODUCTIERENDEMENT

Het productierendement is de verhouding tussen de nuttige warmte die de verwarmingsketel doorgeeft aan het water-/luchtcircuit en de energie die de brander hiervoor heeft verbruikt.

Het productierendement van stookolie- of gasketels zonder condensatie wordt berekend volgens de formule van Renaud. Deze formule houdt rekening met:

- het type brander;
- de isolatie van de brander en verwarmingsketel;
- het verbrandingsrendement (afhankelijk van de leeftijd en het type van de verwarmingsketel);
- de stilstandverliezen (afhankelijk van de leeftijd en het type van de verwarmingsketel);
- de gemiddelde temperatuur van het water in de verwarmingsketel tijdens de verwarmingsperiode (afhankelijk van de regeling van de verwarmingsketel);
- de gemiddelde temperatuur van de stookruimte tijdens de verwarmingsperiode ;
- de jaarlijkse belasting (afhankelijk van het nominaal vermogen van de brander, al dan niet gecombineerd met de productie van sanitair warm water).

3. DISTRIBUTIENDEMENT

In het distributierendement is het warmteverlies via de leidingen van het verwarmingscircuit verrekend. Het is de verhouding tussen de warmte die aan de verwarmingslichamen wordt geleverd en de warmte, afgeleverd door de verwarmingsketel.

Het distributierendement wordt alleen berekend voor centrale verwarmingsinstallaties met distributieleidingen voor warm water of warme lucht in niet-verwarmde ruimten; in andere situaties is het gelijk aan 1.

4. AFGIFTERENDEMENT

In het afgiftenendement zijn het warmteverlies ten gevolge van de gelaagdheid van de temperatuur in de woonruimte en het verlies langs de achterzijde van de verwarmingslichamen die vóór een buitenmuur geplaatst zijn, verrekend. Het is de verhouding tussen nuttige warmte die aan de ruimte wordt doorgegeven en de warmte die aan de verwarmingselementen wordt afgeleverd.



Wat de verliezen van het afgiftesysteem betreft, heeft men de waarden, vermeld door verschillende bronnen in de technische literatuur, vergeleken. Men baseerde zich op deze waarden om de afgifteverliezen van de volgende systemen te bepalen:

- radiatoren;
- convectoren;
- vloerverwarming;
- plafondverwarming;
- warmeluchtverwarming.

5. REGELRENDEMENT

Het regelrendement houdt rekening met de omstandigheid dat, in de praktijk, een regelsysteem nooit perfect op het juiste moment en op de juiste plaats warmte levert. Het is de verhouding tussen de nettowarmte die uiteindelijk nuttig is om comfortomstandigheden te scheppen en de nuttige warmte die in de ruimten wordt afgegeven door de verwarmingslichamen.

De gebruikte waarden van het regelverlies zijn gebaseerd op diverse bronnen uit de literatuur (CEN TC 228, CSTC, EN 832...).

De regelsystemen worden ingedeeld volgens:

- het type regeling van de watertemperatuur: op basis van de buitentemperatuur of via een manuele mengkraan; als algemeen principe neemt men aan dat met het eerste type het snelst in de warmtebehoefte kan worden voorzien;
- het type regeling van de omgevingstemperatuur: manuele kranen, thermostatische kranen, kamerthermostaat of kamerthermostaat + thermostatische kranen.



BIJLAGE 4: EMISSIES VAN VERWARMINGSKETELS

1. NO_x

NO_x behoren tot de belangrijkste stoffen die de lucht verontreinigen.

Het is een verzamelnaam voor alle chemische verbindingen, gevormd op basis van N (stikstof) en O (zuurstof). Voluit heten ze stikstofoxiden.

De belangrijkste stikstofoxiden zijn:

- stikstofmonoxide (NO) ;
- distikstofoxide (N₂O) of lachgas;
- stikstofdioxide (NO₂) ;
- distikstoftrioxide (N₂O₃) ;
- distikstoftetroxide (N₂O₄) ;
- distikstofpentoxide (N₂O₅) ;
- stikstoftrioxide (NO₃).

Algemene benaming: NO_x

NO en NO₂ zijn zeer belangrijke verbindingen omdat deze moleculen een oneven aantal elektronen bevatten. Dit betekent dat ze snel verbindingen vormen en dat ze als tussenproduct fungeren bij de vorming van salpeterzuur (HNO₃).

Stikstofmonoxide (NO) is een kleurloos, moeilijk in water oplosbaar gas dat in de lucht snel met zuurstof reageert om stikstofdioxide (NO₂), een verbinding met een roodbruine kleur, te vormen.

Dit toxische gas wordt zeer snel vloeibaar. Bij elk verbrandingsproces komen 98% stikstofmonoxide (NO) en tot 5% stikstofdioxide (NO₂) vrij.

De NO-moleculen zijn instabiele verbindingen die in aanwezigheid van zuurstof oxideren tot stikstofdioxide (NO₂). Deze reactie begint in de schoorsteen en wordt voortgezet in de atmosfeer. NO₂ is de schadelijkste verbinding voor mensen en dieren. De vorming van salpeterzuur leidt tot irritatie van de ogen, de bovenste luchtwegen en de longen. In aanwezigheid van zonlicht (uv-stralen) en koolwaterstoffen veroorzaakt het fotochemische smog, en het belangrijkste bestanddeel hiervan is ozon (O₃), een gas dat agressief is voor de flora.

De term stikstofoxiden (NO_x) verwijst naar een mengsel van stikstofmonoxide en stikstofdioxide. Deze stoffen worden vooral geproduceerd door het wegverkeer en de industrie, de rest komt voor rekening van de verwarming van woningen.

NO_x-verbindingen komen ook in de natuur voor ten gevolge van verschijnselen waarbij zich verbrandingsprocessen voordoen zoals bliksem of vulkaanuitbarstingen.

2. KOOLMONOXIDE (CO)

Theoretisch is er een omgekeerd verband tussen de vorming van NO_x en die van CO tijdens de verbranding. CO is het product van een onvolledige verbranding en wordt vooral gevormd bij infra-stoichiometrische verbranding. Bij een stoichiometrische (volledige) verbranding blijft de CO-uitstoot tot een minimum beperkt, terwijl de NO_x-emissie maximaal is ten gevolge van de hoge verbrandingstemperatuur.

CO-emissies zijn minder nefast voor het milieu dan de NO_x-uitstoot. Te hoge concentraties kunnen echter vergiftiging veroorzaken.

Koolmonoxide is een kleurloos, reukloos, smaakloos en zeer toxisch gas. Voor de mens is het gevaarlijk bij concentraties vanaf 25 ppm in de lucht.



3. EMISSIE – TRANSMISSIE - IMMISSIE

De verontreinigende stoffen worden door de schoorstenen of de afvoerkanalen afgevoerd. Dit wordt emissie genoemd. De pollutanten vermengen zich met de lucht, waardoor ze verdund worden. De windcirculatie verplaatst ze over korte en lange afstanden. Tijdens hun "transport" reageren deze stoffen met de lucht.

De immissie is de verdunde concentratie van verontreinigende stoffen die op de mens en zijn leefmilieu inwerkt.

4. REGELGEVING

Het koninklijk Besluit van 8 januari 2004 tot regeling van de stikstofoxides (NO_x) en koolmonoxide (CO)-emissieniveaus voor de olie- en gasgestookte centrale verwarmingsketels en branders, met een nominaal thermisch vermogen gelijk aan of lager dan 400 kW, gepubliceerd in het Staatsblad van 30/01/2004, is van kracht sinds 1 februari 2005.

Dit besluit verplicht de fabrikanten van verwarmingstoestellen om producten op de markt te brengen die de toegestane maximumwaarden voor NO_x en CO niet overschrijden.

Voor elk toestel dient de fabrikant een verklaring van overeenstemming in waaruit blijkt dat het aan de in het KB opgenomen eisen voldoet.

Het gaat om de volgende eisen:

Type toestel	NO _x mg/kWh	CO mg/kWh
Gasverwarmingsketel met atmosferische brander ≤ 400 kW	150	110
Gasverwarmingsketel met ventilatorbrander ≤ 400 kW	120	110
Gasventilatorbrander ≤ 400 kW	120	110

Voor propaanstoestellen moeten deze waarden worden vermenigvuldigd met 1,3 voor NO_x en met 1,1 voor CO.

Type toestel	NO _x mg/kWh	CO mg/kWh
Stookolieverwarmingsketel met brander ≤ 70 kW	120	110
Stookolieverwarmingsketel met brander > 70 en ≤ 400 kW	185	110
Stookoliebrander ≤ 70 kW	120	110
Stookoliebrander > 70 en ≤ 400 kW	185	110



BIJLAGE 5: CONDENSATIEKETELS

1. INLEIDING

Sinds enige tijd kent de techniek van de condensatieketels een snelle opmars.

Factoren die een belangrijke rol speelden in deze ontwikkeling, zijn de toegenomen aandacht voor de milieubescherming, de snelle stijging van de brandstofprijzen en de eisen inzake energieprestaties (EPB) voor nieuwe gebouwen of bij grote renovatiewerkzaamheden waarvoor een stedenbouwkundige vergunning vereist is.

2. RENDEMENT VAN EEN CONDENSATIEKETEL

Wanneer de temperatuur van de waterdamp in de verbrandingsproducten voldoende wordt verlaagd, begint deze damp vanaf een bepaalde temperatuurdrempel (dauwpunt) te condenseren. Bij die condensatie komt warmte vrij (verschil tussen het bovenste calorisch vermogen en het onderste calorisch vermogen).

Bij traditionele verwarmingsketels gaat die warmte verloren, condensatieketels recupereren ze gedeeltelijk. Tijdens de verbranding wordt de energetische inhoud van de brandstof grotendeels (92%) aan het warmtevoerende medium doorgegeven via de warmtewisselaar; de rest (6 tot 7% verlies van voelbare warmte en tot 11% verlies van latente warmte, afhankelijk van de brandstof) wordt met de verbrandingsproducten afgevoerd (schoorsteenverlies) of in het milieu vrijgegeven (1 tot 2%) (verlies door straling en door convectie). Overeenkomstig de EN-normen en het KB van 1997 worden deze rendementen uitgedrukt in verhouding tot het onderste calorisch vermogen van de brandstof (H_i).

De correctie van het productierendement van een condensatieketel wordt verkregen door het verlies van gevoelige warmte door toedoen van de verbrandingsproducten te verminderen, de transmissieverliezen te beperken (betere isolatie, lagere bedrijfstemperatuur) en vooral door via de warmtewisselaar een deel van de latente verdampingswarmte uit de afgevoerde waterdamp te recupereren. Het rendement van een dergelijke ketel schommelt tussen 100 en 108% (afhankelijk van de gebruikte brandstof en uitgedrukt in verhouding tot de H_i -waarde).

3. FACTOREN DIE HET RENDEMENT VAN EEN CONDENSATIEKETEL BEINVLOEDEN

3.1 Temperatuur van de verbrandingsproducten

De condensatie van de verbrandingsproducten begint wanneer het dauwpunt wordt bereikt. Dit dauwpunt is verschillend voor gas en stookolie (verbranding zonder luchtvermaat). Hoe lager de temperatuur van de verbrandingsproducten is, des te meer latente warmte uit de waterdamp gerecupereerd kan worden en des te hoger is het rendement van de condensatieketel.

3.2 Luchtvermaat

Voor een volledige verbranding zonder vorming van CO is een luchtvermaat nodig. Deze luchtvermaat (n), uitgedrukt door de luchtcoëfficiënt (deze parameter geeft de verhouding weer tussen de hoeveelheid lucht die werkelijk wordt gebruikt en de hoeveelheid lucht die theoretisch nodig is), verlaagt het dauwpunt van de verbrandingsproducten. Hoe hoger ze is, des te lager is de temperatuur waarbij de condensatie kan beginnen, en des te lager moet de retourtemperatuur van het water zijn om de condensatieketel optimaal te laten functioneren. Daarom rusten de fabrikanten de condensatieketels steeds vaker uit met speciaal hiertoe ontworpen branders die onder meer met een kleinere luchtvermaat ($n = 1,1$ tot $1,2$) kunnen werken. Wanneer het toestel dit toelaat, zal de werking bij deellast ook bijdragen tot een verhoging van het rendement. Een ander voordeel van deze branders is hun zeer lage uitstoot van CO en NO_x, die overigens wordt opgelegd door het KB van 2004.

4. CONCEPT VAN EEN CONDENSATIEKETEL

Om met een condensatieketel een optimaal rendement te bereiken, moeten bepaalde voorwaarden vervuld zijn. Eén hiervan is dat de latente verdampingswarmte doeltreffend moet worden gerecupereerd door de warmtewisselaar. Dat is alleen mogelijk als de warmtewisselaar lang genoeg is om de verbrandingsproducten tot onder hun dauwpunt af te koelen. Bovendien moet de warmtewisselaar ontworpen zijn voor een maximale overdracht, zonder hot spots, en voor een gemakkelijke afvoer van het condensaat. Hiertoe moeten condensaat en verbrandingsproducten in dezelfde richting worden afgevoerd. Een andere vereiste is dat de



warmtewisselaar en alle onderdelen die met het condensaat in contact komen, bestand dienen te zijn tegen de lichte zuurte van het condensaat (pH 3,5 tot 4).

5. HOE DE CONDENSATIEKETEL VALORISEREN VIZ DE INSTALLATIE?

Het water van de verwarmingsinstallatie moet op een zo laag mogelijke temperatuur worden gehouden. Dit kan grotendeels bereikt worden door de temperatuur van het water in de verwarmingsketel aan de buitentemperatuur aan te passen door middel van de rechtstreekse bediening van de brander (regeling met variabele temperatuur). Wanneer de radiatoren bovendien bemeten werden voor water met een temperatuur van 80/60 °C (bij een buitentemperatuur van -8 °C) en geopteerd werd voor grote afmetingen, zijn ze *de facto* overgedimensioneerd, wat betekent dat ze tijdens het grootste deel van de verwarmingsperiode met lagere watertemperaturen kunnen worden gebruikt en ze bijgevolg bijdragen tot een hoger rendement voor de verwarmingsketel. Door een correct gedimensioneerde, (volledige of gedeeltelijke) vloerverwarming te installeren, kan men de retourtemperatuur nog wat verlagen, met een algemene rendementsverhoging van de installatie als resultaat.

Aanvullende informatie is beschikbaar in de Technische Voorlichting "Condensatieketels", uitgegeven door het WTCB.



Referenties en bibliografie van het basisdocument:

Voor het basisdocument in het Nederlands:

VITO: Methodologie voor audits van verwarmingsinstallaties in het kader van artikel 8 van de Europese richtlijn 2002/91/EC

Lastenboek nr. E06-213

ATTB-leden

Cedicol

KVBG

Demol Ernest, Raadgevend ingenieur (Annexe 6)

Firma Tony Janssens

Firma t'Joens

Redactie: M. Dethier (BIM) op basis van het document van het Vlaams Gewest

Leescomité: G. Knipping (BIM), A. Beullens (BIM)

Verantwoordelijke uitgevers: J.-P. Hannequart & E. Schamp – Gulledele 100 – 1200 Brussel

