

Opleiding

# Verwarmingsinstallaties : begrijpen van de werking en verbeteren van de efficiëntie !

08/12 en 11/12/2020



Pierre DEMESMAECKER

[pdm@icedd.be](mailto:pdm@icedd.be)



**ICEDD**





S'ouvrir



Mettre l'humain  
au centre



Innovover

Bureau indépendant d'**études** et de **conseils** qui accompagne les entreprises et pouvoirs publics dans leur **transition** vers un monde plus durable.



**ICEDD**  
INSTITUT DE CONSEIL ET D'ÉTUDES  
EN DÉVELOPPEMENT DURABLE

**33** Employés

**15** Formations différentes

Thématiques



Déchets et  
ressources naturelles



Climat et transition  
énergétique



Mobilité  
et territoire



Bâtiment et  
industrie durable

Diagnostic &  
Evaluation



Accompagnement à la  
transition



Études  
prospectives



Formation &  
participation



Métiers



**ICEDD**  
INSTITUT DE CONSEIL ET D'ÉTUDES  
EN DÉVELOPPEMENT DURABLE



## Diagnostic & Evaluation

- Audits énergétiques
- Audit de flexibilité et de gestion de charges
- Expertise en cogénération
- Accompagnement ISO 50.001
- Mapping CO<sub>2</sub> et analyse ACV
- Traitement statistique de données et conception d'enquêtes
- Évaluation des politiques publiques
- Système d'information géographique



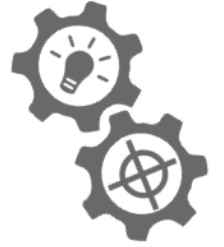
## Services

## Études prospectives

- Construction de scénarios
- Quantification des scénarios



- Étude de faisabilité technique
- Développement de solutions & accompagnement
- Développement d'outils et de référentiels
- Avis technique et réglementaire
- Étude de mobilité et de stationnement
- Planification territoriale



## Accompagnement à la transition

## Formation & participation



# Inhoudsopgave

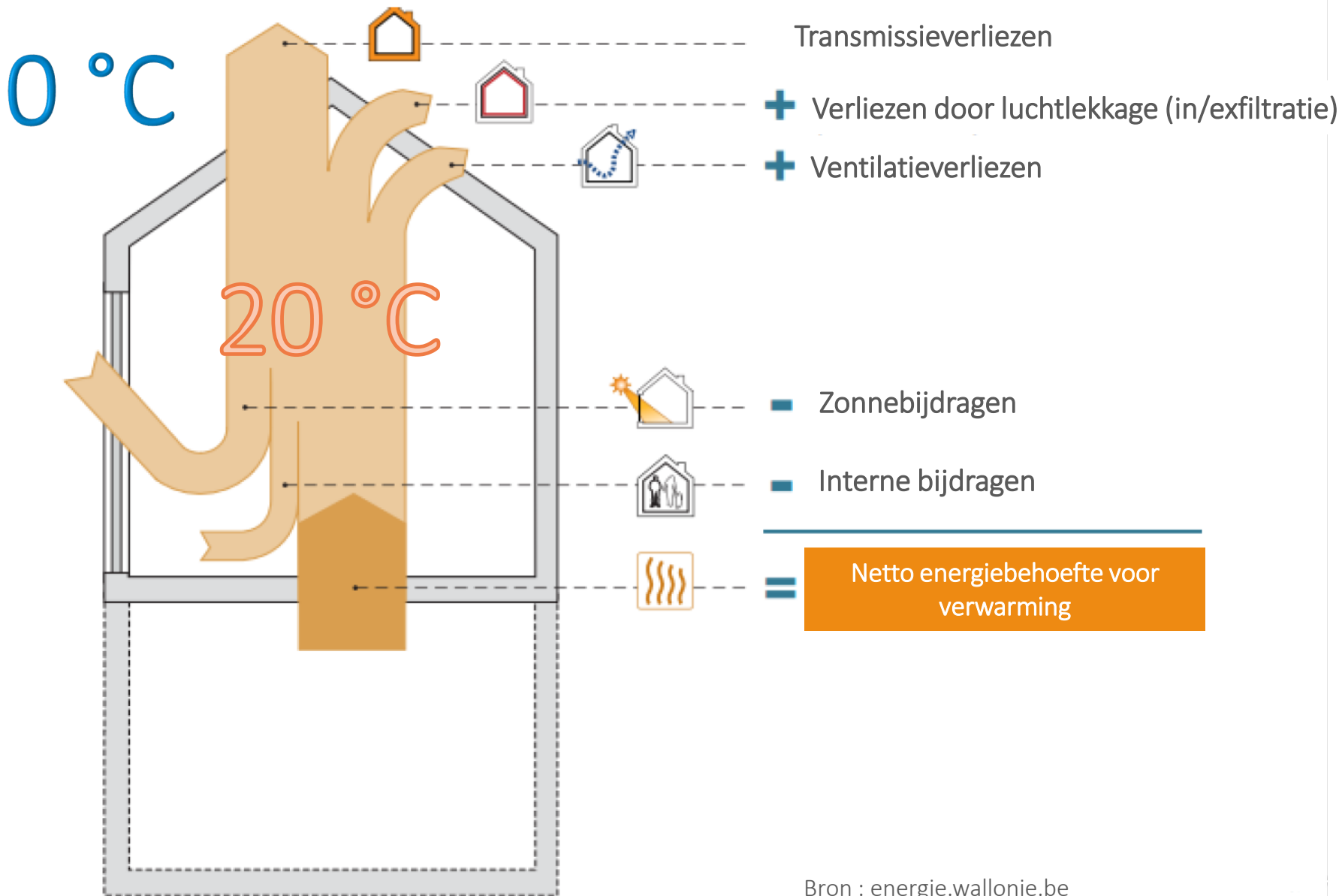
- ◊ **Intro** : Waarom moet er verwarmd worden ?  
En op de middellange termijn ?
- ◊ **Basisbegrippen**
- ◊ Warmteproductie : **de ketels**
- ◊ Enkele aspecten van **de regelgeving**
- ◊ De warmte**verdeling**
- ◊ De warmte-**emissie**
- ◊ De **regeling**
- ◊ De **hulpmiddelen**
- ◊ **Renovatie** van zijn stookplaats door een condensatie-installatie
- ◊ Een diagnose stellen en een stookplaats **verbeteren**
- ◊ Conclusies



ICEDD



# Inleiding : waarom een verwarmingsinstallatie ?



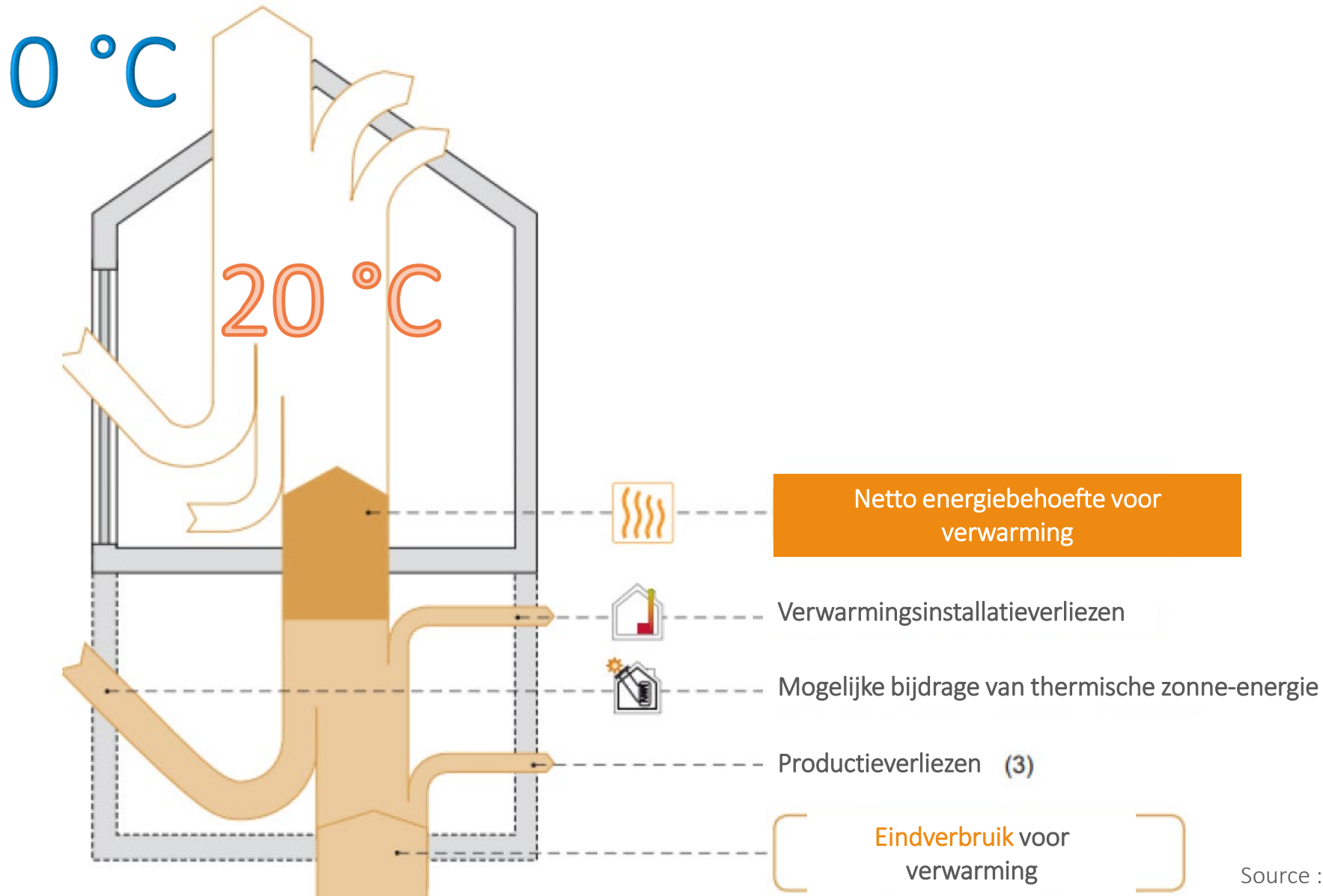
Om minder gekleed binnen te kunnen blijven dan buiten, heb je een temperatuur nodig die hoger is dan de buitentemperatuur.  
→ Comforttemperatuur

Hangt af van:

- ⬠ Fysieke activiteit
- ⬠ Kleding



# Inleiding : waarom een verwarmingsinstallatie ?



De energie die de zonne-energie en de interne winsten niet kunnen leveren, moet worden gecompenseerd door een warmtebron.

**Mijn  
verwarmingssysteem!**



# Energiekwesties en visie

## Energie- en klimaatplan 2030

---

*The right energy for your Region*

Definitieve versie – Oktober 2019

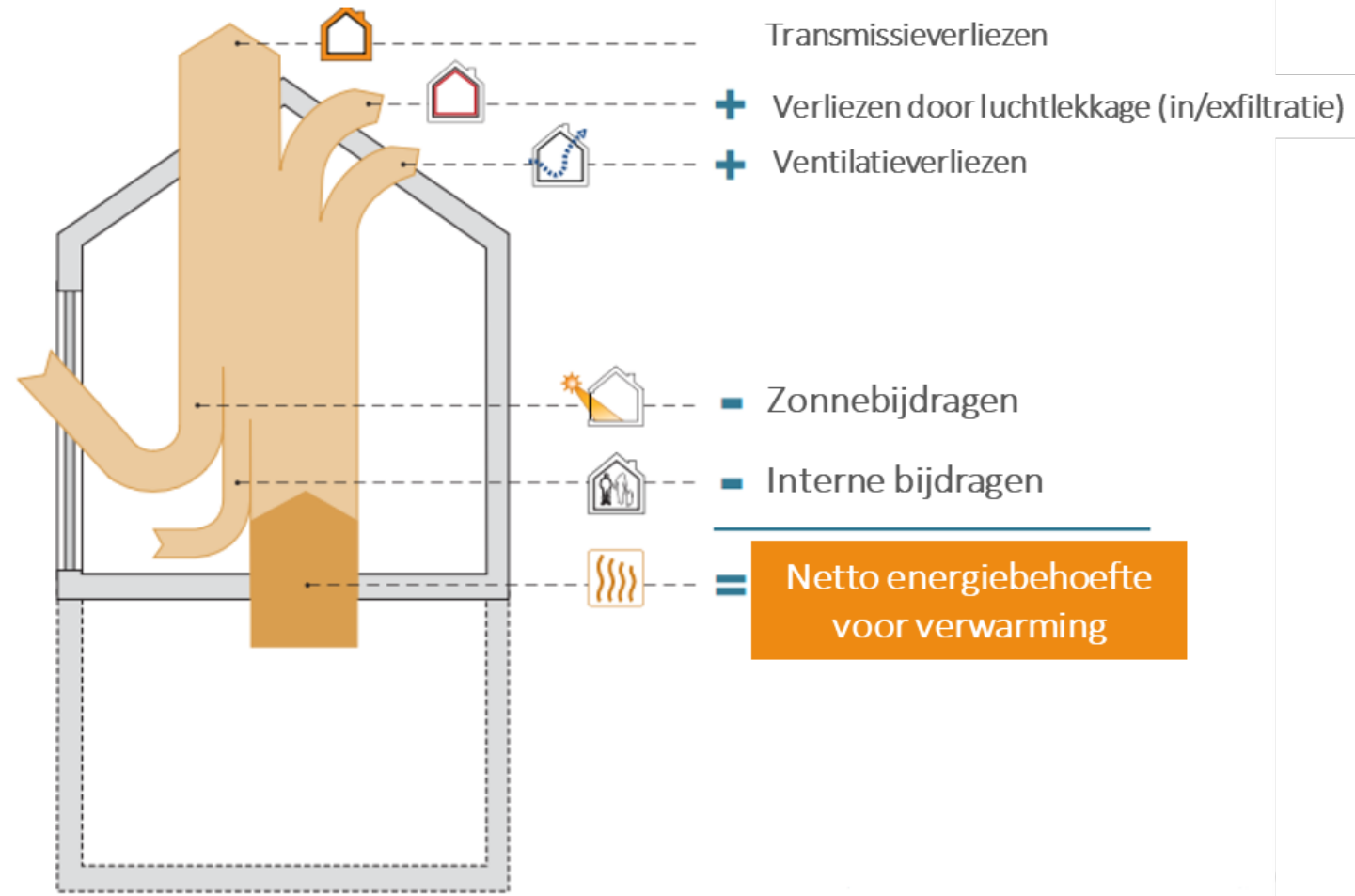
- ⬢ Voor 2050 heeft het Gewest zich ertoe verbonden de Europese doelstelling van koolstofneutraliteit te benaderen.
  - ⬢ In de wetgeving een verbod opnemen op de installatie van stookolieketels en/of -apparatuur voor de productie van warm water vanaf 2025.
  - ⬢ de geleidelijke uitfasering van aardgas vanaf 2030 in gang zetten.
- ➔ Onze huidige ketels en verwarmingssystemen moeten worden geoptimaliseerd om minder te verbruiken. Maar deze zullen niet meer onze verwarmingssystemen van morgen zijn...



# Energiekwesties en visie



RENOLUTION is gericht op een aanzienlijke vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en daarmee van de WARMTEVEREISTEN van bestaande gebouwen.







# Energiekwesties en visie

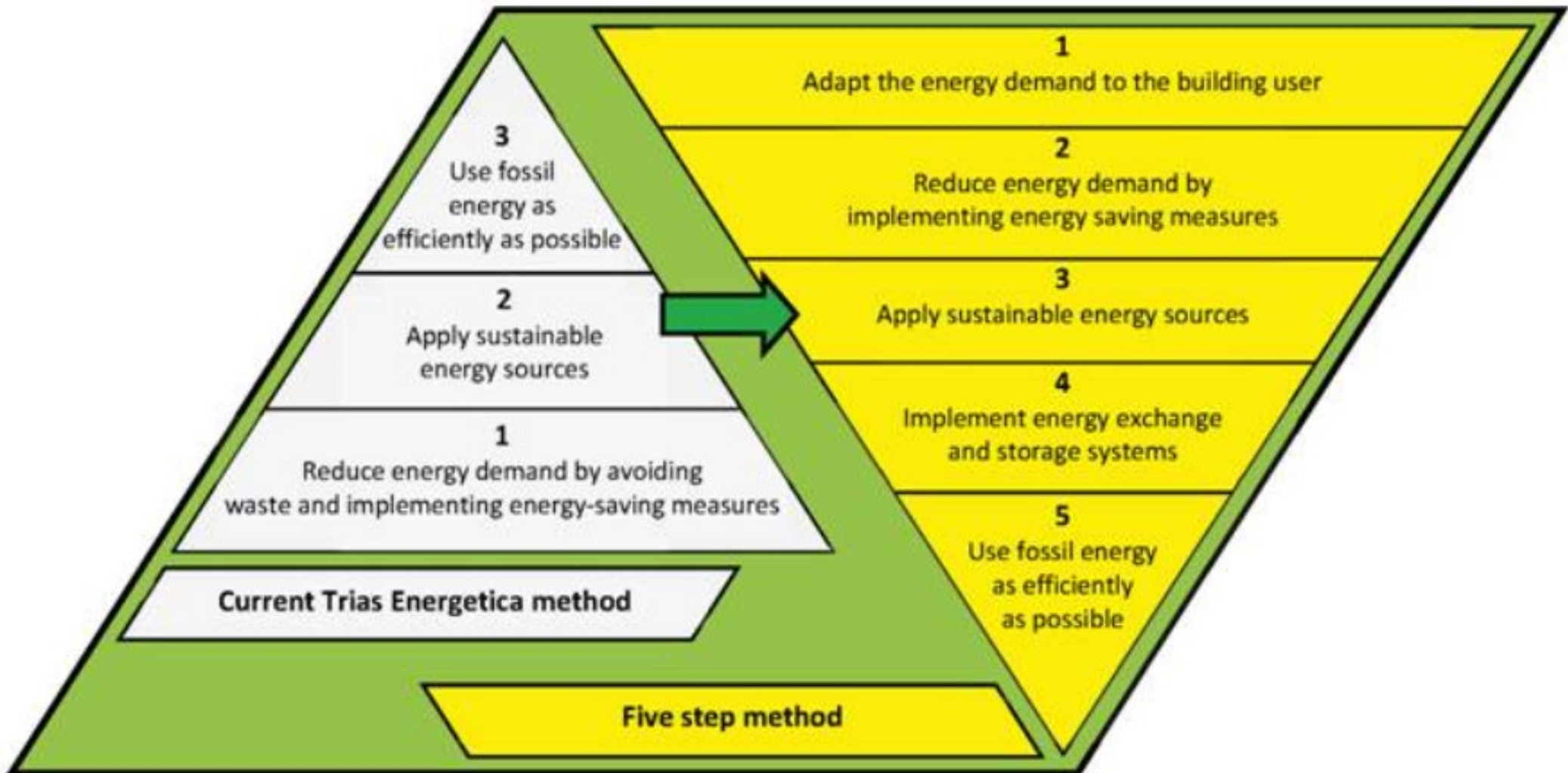


	Slecht geïsoleerd	Passief
Verwarmingsvermogen	20 kW	2593
Warmteverliezen	57 000 kWh	8100 kWh
Winsten	6000 kWh	6400 kWh
Verwarmingseisen	51 000 kWh	2300 kWh
Verwarmingsbudget (gaz)	3800 €	170 €



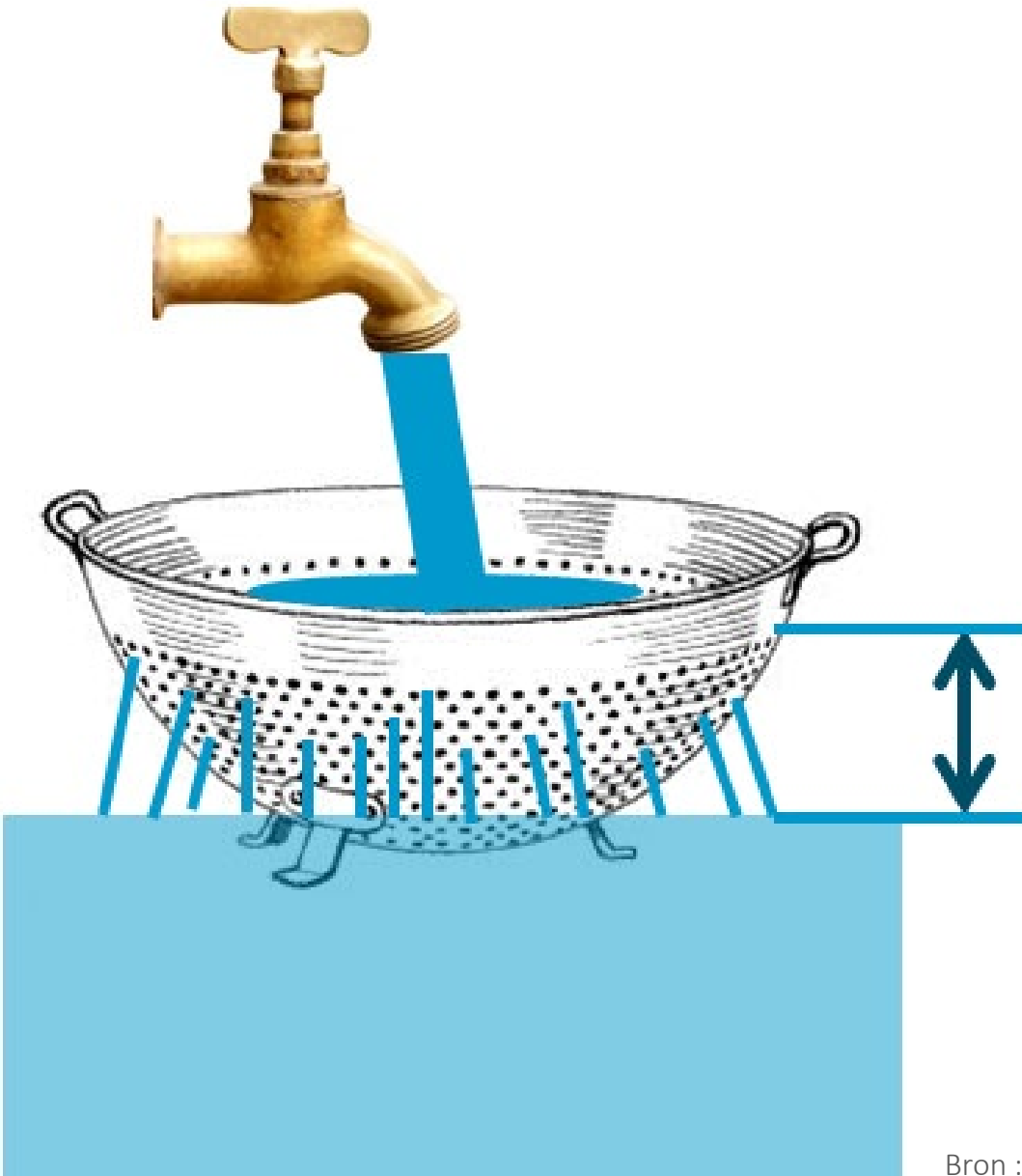
# Energiekwesties en visie

## ◊ Waarom een verwarmingsopleiding?





# Inleiding: waarom een verwarmingsinstallatie?



20 °C

Binnentemperatuur

Buitentemperatuur

0 °C

- Er is een zeker debiet nodig om het gewenste waterpeil te behouden
- Er is een zeker verwarmingsvermogen nodig om de gewenste temperatuur te behouden

Het benodigde vermogen varieert naargelang het verschil tussen de binnen- en buitentemperatuur



# Inleiding : waarom een verwarmingsinstallatie ?

$\eta$  globaal

=

$\eta$  productie

x

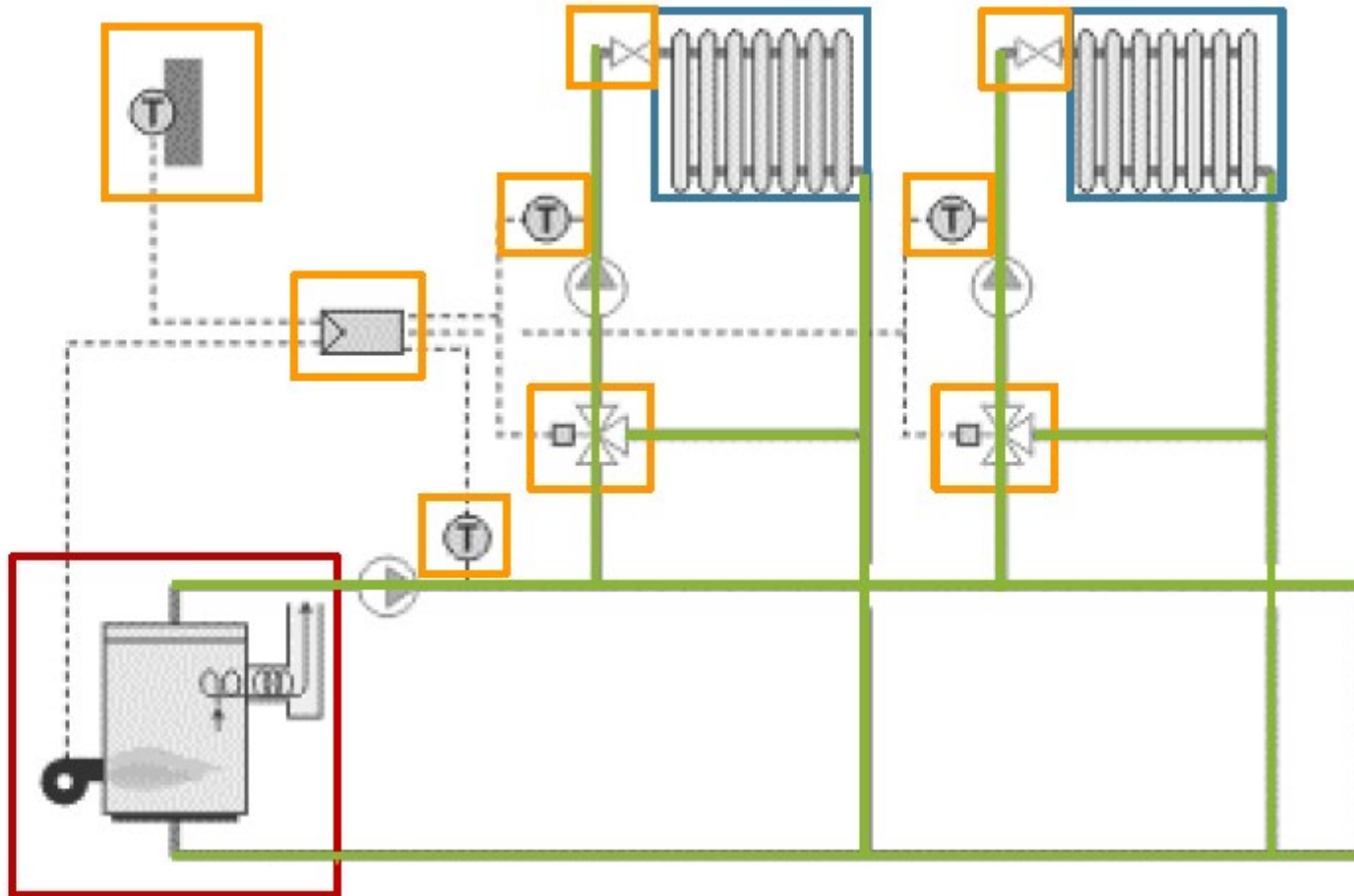
$\eta$  distributie

x

$\eta$  emissie

x

$\eta$  regulering



De totale prestatie van een verwarmingssysteem houdt rekening met de prestaties van elk element.

Als 1 element zwak is, wordt het geheel bestraft...



# Doel van de opleiding

- Het principe begrijpen van de werking van een bestaande centrale verwarming met een ketel die een warmwaternet voedt
- Om
  - mogelijkheden voor verbetering vaststellen
  - een kritische blik op de renovatie nemen
- Het volgende zal niet worden besproken :
  - Productiemiddelen op basis van hernieuwbare energieën (biomassa, warmtepompen, ...)
  - De bijzonderheden van gebouwen met hoge energieprestaties (passief & geassimileerd)



# Inhoudsopgave

- Intro : Waarom moet er verwarmd worden ?  
En op de middellange termijn ?
- Basisbegrippen
- Warmteproductie : de ketels
- Enkele aspecten van de regelgeving
- De warmteverdeling
- De warmte-emissie
- De regeling
- De hulpmiddelen
- Renovatie van zijn stookplaats door een condensatie-installatie
- Een diagnose stellen en een stookplaats verbeteren
- Conclusies



ICEDD



# Basisprincipes : de ketel

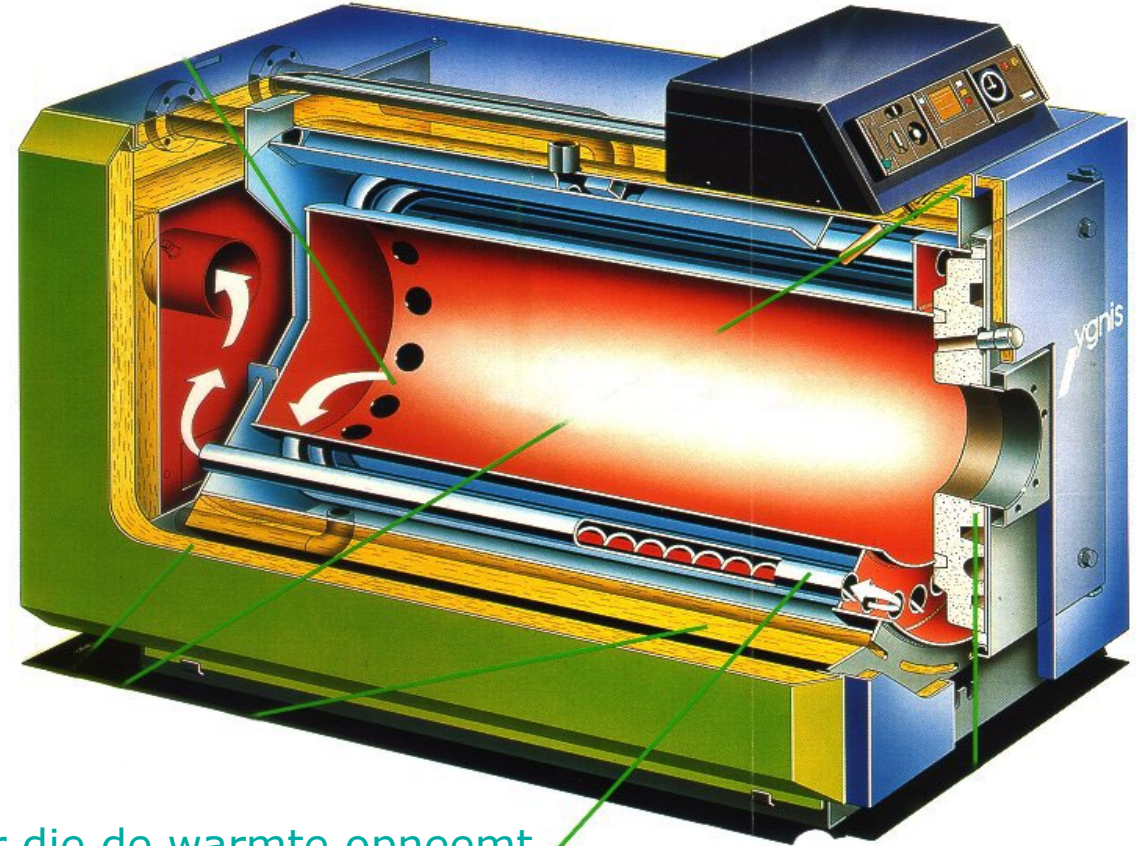
Ketel :

warmtewisselaar

waarbij een warmtedragend medium doorheen de warmte loopt, voorzien van een brandhaard waar een brandstof wordt verbrand (gas, stookolie, hout, ...)

## Algemeen principe:

- de vlam brandt in de brandhaard
  - rond deze verbrandingskamer circuleert water die de warmte opneemt
  - vervolgens passeren de rookgassen in de kanalen (nog steeds omgeven met water)
  - en verlaten de ketel aan de achterzijde
- ➔ het water komt kou terug in de ketel en wordt weer opgewarmd!





# Basisprincipes : de verbranding

Onze brandstoffen (stookolie, gas, hout, ...) bestaan uit koolstof en waterstof.



## Bij de verbranding,

Vormt koolstof ook **CO<sub>2</sub>**

En vormt waterstof ... **water** !

Dit water bevindt zich in de dampfase, dus is niet echt zichtbaar...

...behalve wanneer ze begint te condenseren en als witte rook de schoorsteen verlaat.

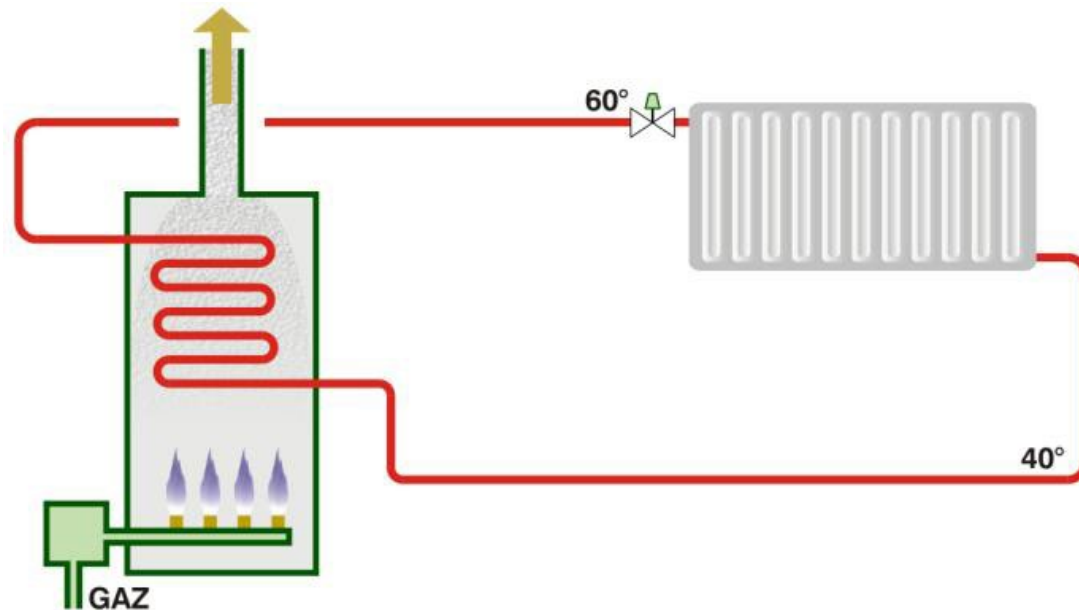






# Basisprincipes : wat met de waterdamp ?

Voor de « oude » ketels :



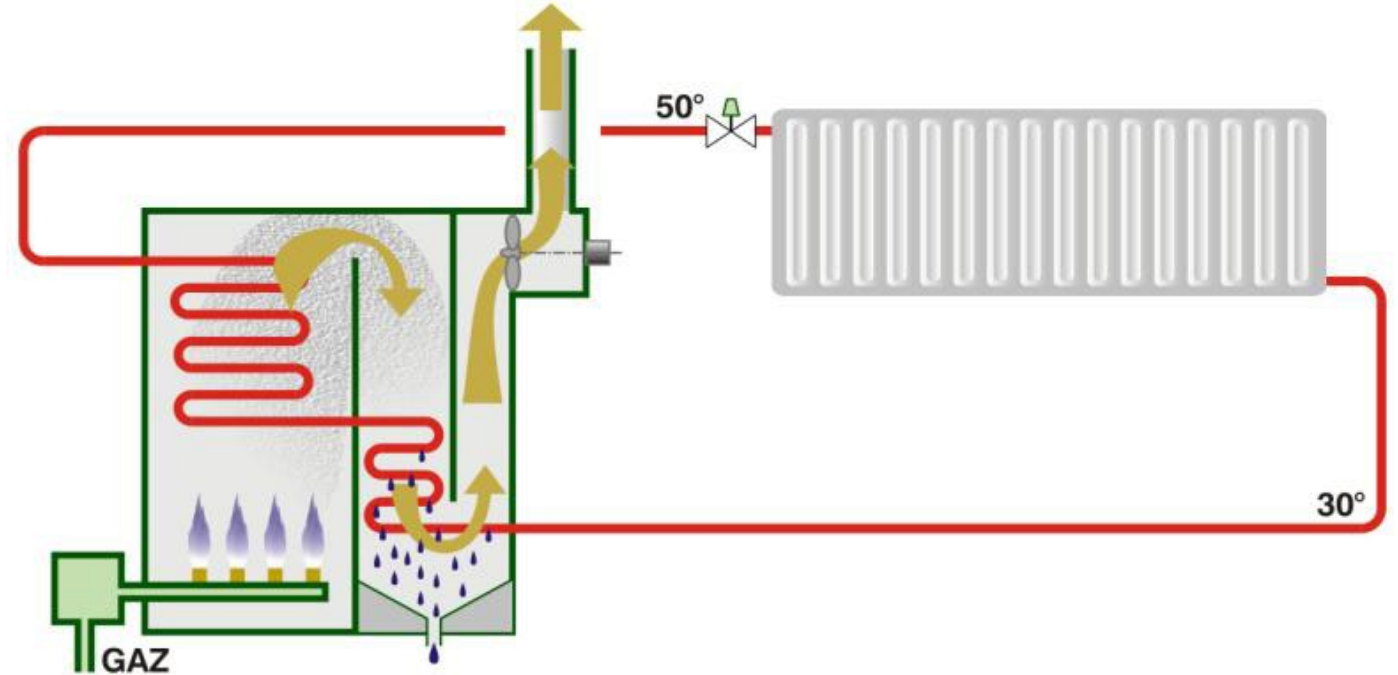
Wanneer het **water** dat in contact komt met de brandkamer **koud** is, dan gaan de waterdampen uit de rookgassen al **condenseren** in de ketel ...

Indien het ontwerp van de ketel niet voorzien is op dit condensaat, zal er **corrosie** en schade optreden in de ketel...



# Basisprincipes : wat met de waterdamp ?

Voor de condensatieketels :



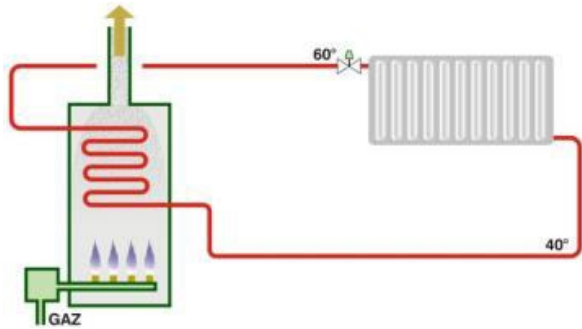
De ketel gaat actief op zoek naar condensatie :

- De dampen condenseren vrijwillig
  - De rookgassen verlaten de schoorsteen veel kouder
- ➔ **Veel hoger rendement !**



# Basisprincipes : calorisch vermogen

Voorheen :



Warmte opgenomen via radiatoren:  
**10** kWh per 1 m<sup>3</sup> verbrand gas.

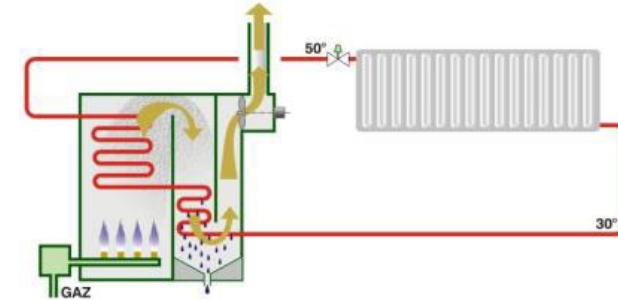
Dit is de OVW, de onderste  
verbrandingswaarde, van gas

Het rendement van een ketel is de hoeveelheid geproduceerde warmte in verhouding tot de hoeveelheid verbrande energie.

De hoeveelheid verbrande energie wordt uitgedrukt in kWh OVW of kWh BVW.

➔ het rendement kan daarom op 2 manieren worden uitgedrukt!  $\eta_i$  en  $\eta_s$

Vandaag :



Warmte opgenomen via radiatoren:  
**11** kWh per 1 m<sup>3</sup> verbrand gas.

Dit is de BVW, de bovenste  
verbrandingswaarde, van gas

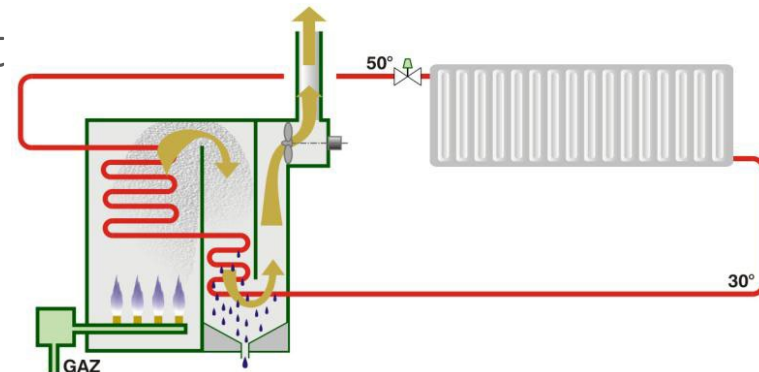


# Basisprincipes : calorisch vermogen

Uittreksel uit een technische handleiding van een ketelfabrikant

## Caractéristiques techniques

<b>Puissance nominale</b>			
pour une température d'eau primaire de 80/60 °C	kW	285	370
pour une température d'eau primaire de 70/50 °C	kW	295	383
pour une température d'eau primaire de 40/30 °C	kW	314	408
<b>Rendement à charge nominale</b>			
pour une température d'eau primaire de 80/60 °C	%	96,8	96,8
pour une température d'eau primaire de 70/50 °C	%	100,2	100,2
pour une température d'eau primaire de 40/30 °C	%	106	106
<b>Rectes d'entretien à charge nominale</b>			



Een condensatieketel heeft slechts een goed rendement als het temperatuursregime voldoende laag is!



# Inhoudsopgave

- Intro : Waarom moet er verwarmd worden ?  
En op de middellange termijn ?
- Basisbegrippen
- Warmteproductie : de ketels
- Enkele aspecten van de regelgeving
- De warmteverdeling
- De warmte-emissie
- De regeling
- De hulpmiddelen
- Renovatie van zijn stookplaats door een condensatie-installatie
- Een diagnose stellen en een stookplaats verbeteren
- Conclusies

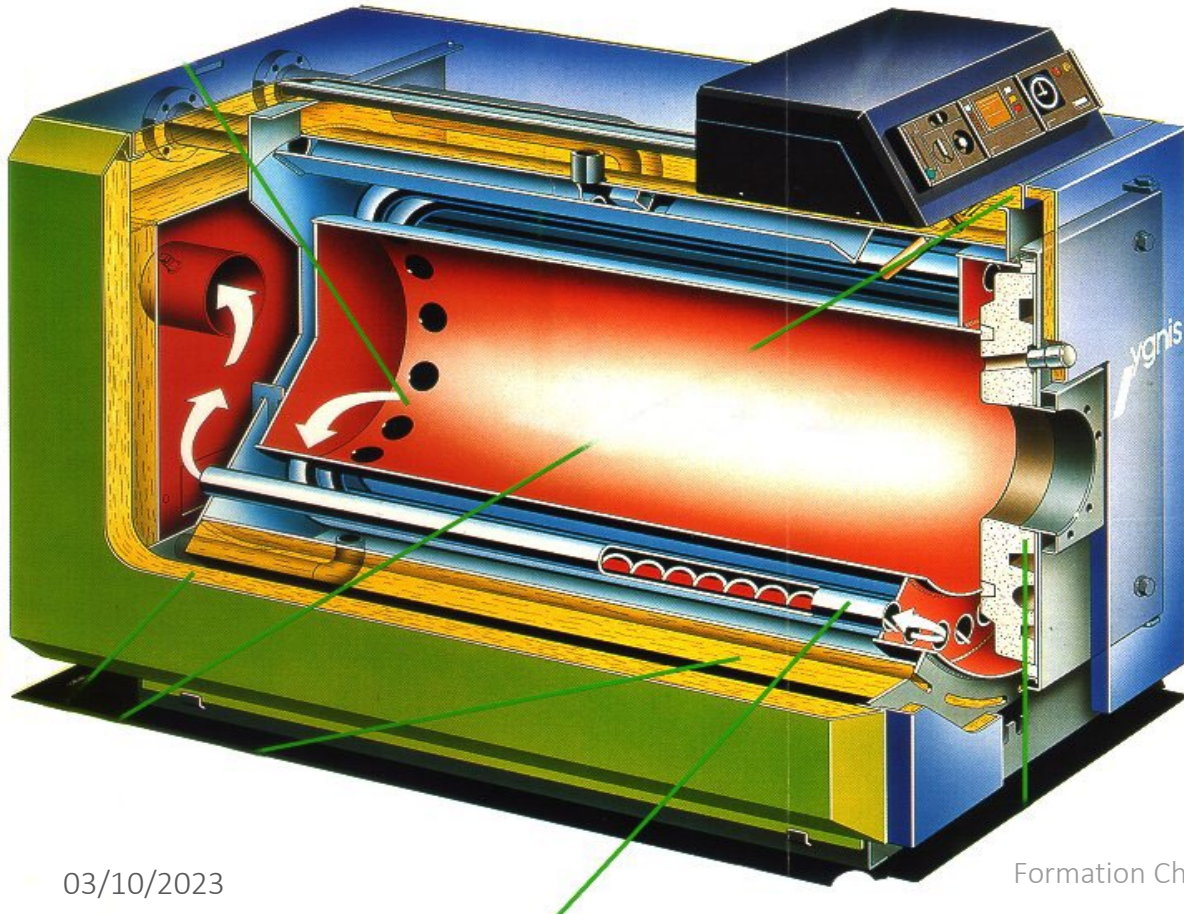


ICEDD



# Productie : de ketel

- ⬢ Ketel = warmtewisselaar
- ⬢ Brander = element dat een vlam genereert in de ketel





# Productie : ketels met aangeblazen brander

- ⬢ Ketels met brandhaard in overdruk (rookgasafvoer dankzij de druk van de ventilator)

*Brander onafhankelijk van de ketel*

$\eta_i$  verbranding stromen = 91 ... 95%

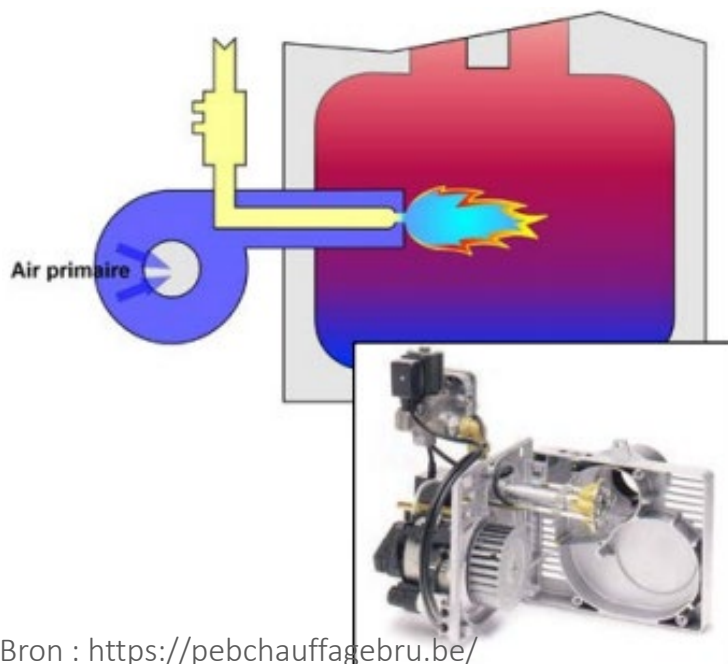
*Alle stookolieketels*

*Gasketels :*

- *Grote kracht*
- *Oudere generatie*



Source : ICEDD



Bron : <https://pebchauffagebru.be/>



Bron : ICEDD



# Productie : brander tempo's

- ⬢ Het tempo is het vermogen (de grootte) van de vlam.
- ⬢ Welk voordeel bij meerdere vlamgangen?

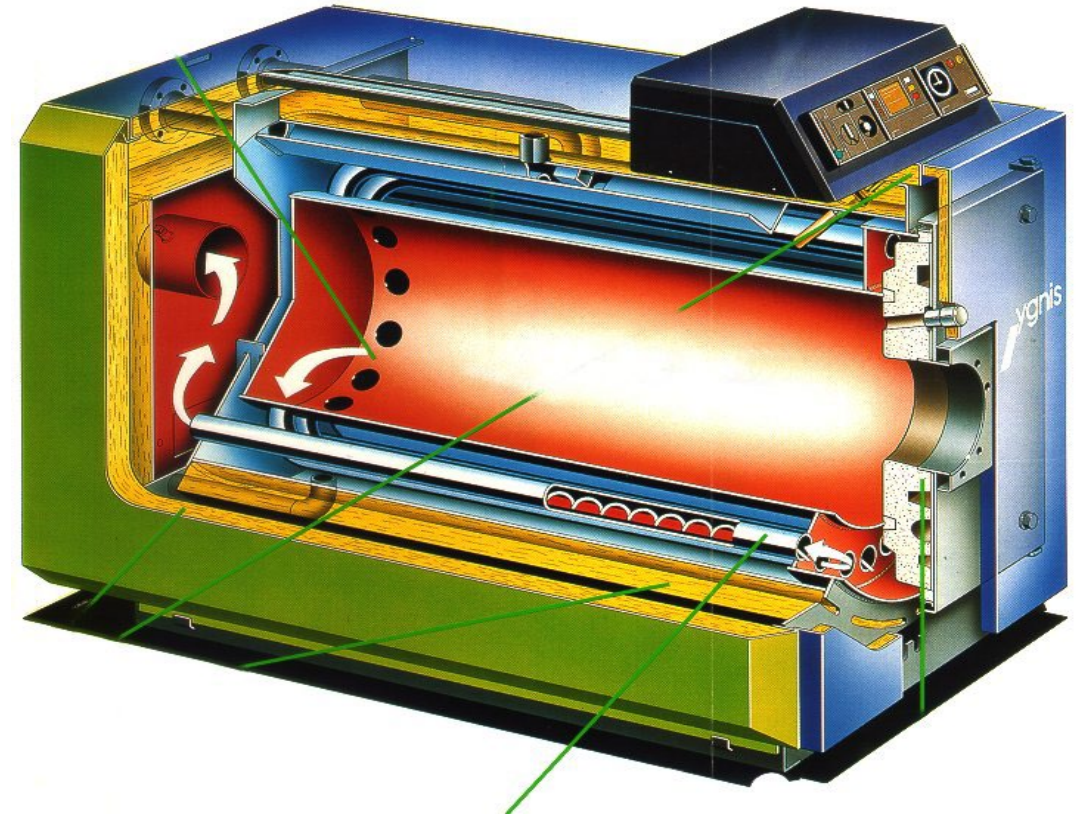
*Bij een **kleine vlamgang** in een **grote wisselaar** zullen de rookgassen **kouder** zijn bij het verlaten van de ketel*

*➔ **Beter rendement!***

***Op energievlak***

***2 .. 3% hoger verbrandingsrendement!***

***2 tot 3% minder verbruik!***



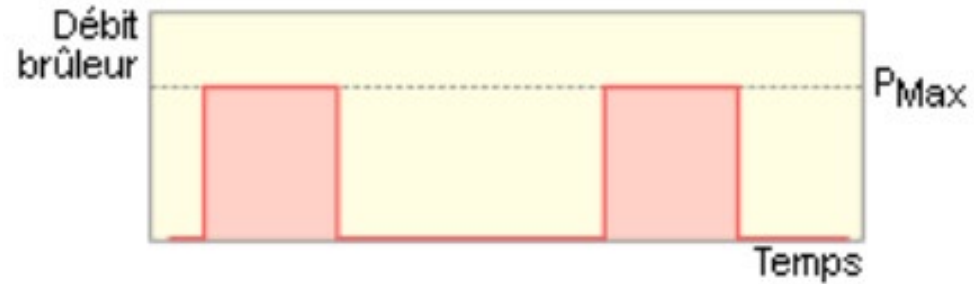




# Productie : brandersnelheden

Verschillende werkingsmodi :

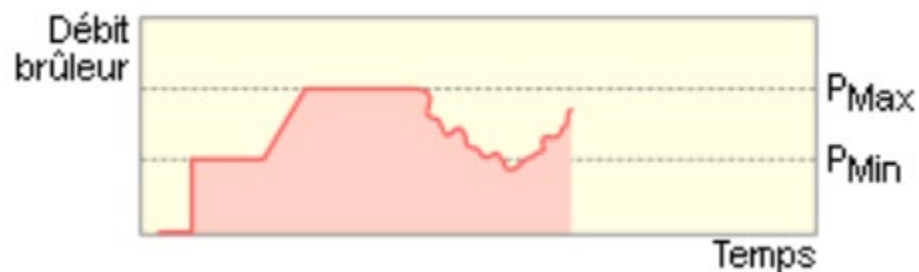
- 1 trapsbrander (alles of niets)



- 2 trapsbrander (kleine of grote vlamgang)



- Modulerende brander (variabele vlamgang)



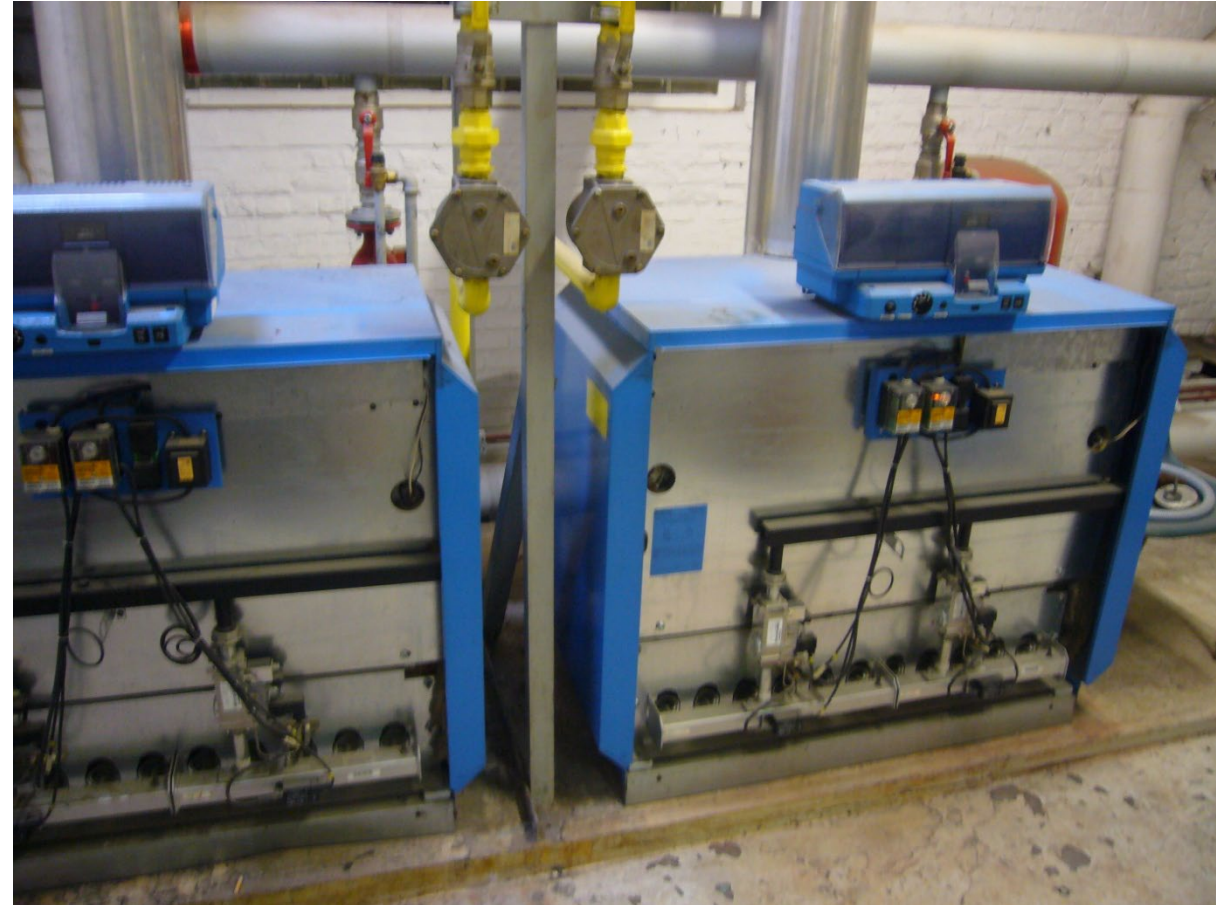
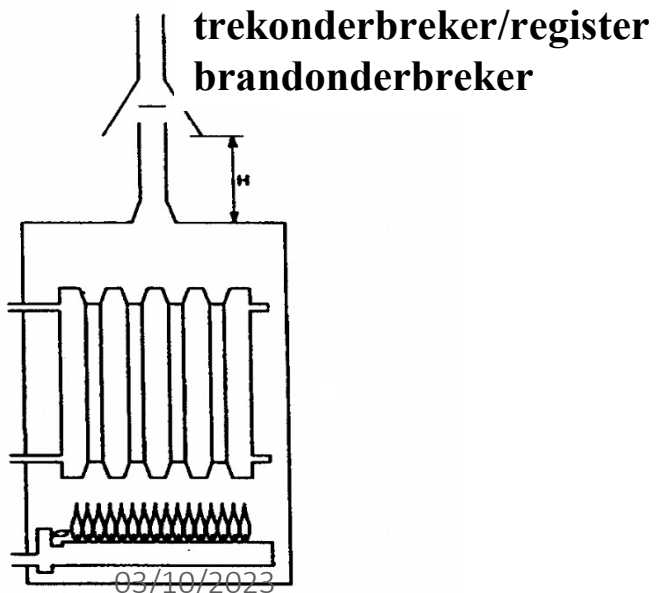


# Productie : atmosferische gasketels

- ⬢ Ketels in het algemeen open voor de atmosfeer

*Het gas wordt door een gasplatform gepulst en voedt een "grid"...*

*Het gas vermengt zich met de omgevingslucht door het venturi-effect.*

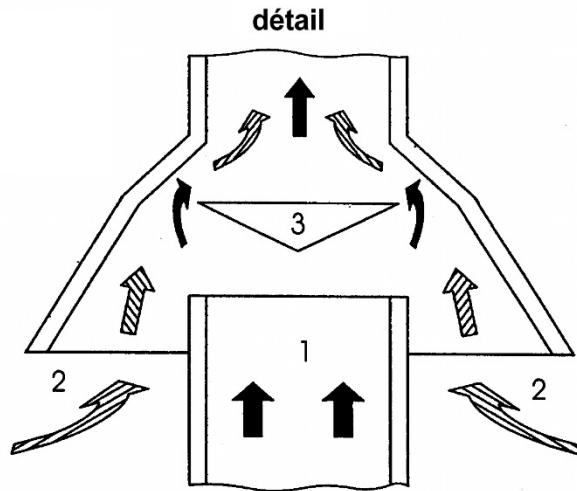




# Productie : atmosferische gasketels



Trek-onderbreker



1. rookgassen
2. omgevingslucht
3. konische trekonderbreker

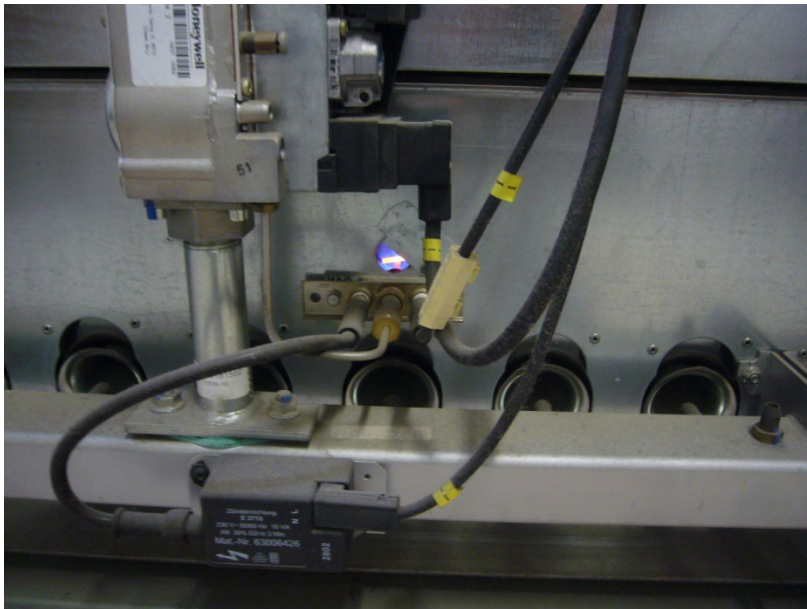




# Productie : atmosferische gasketels

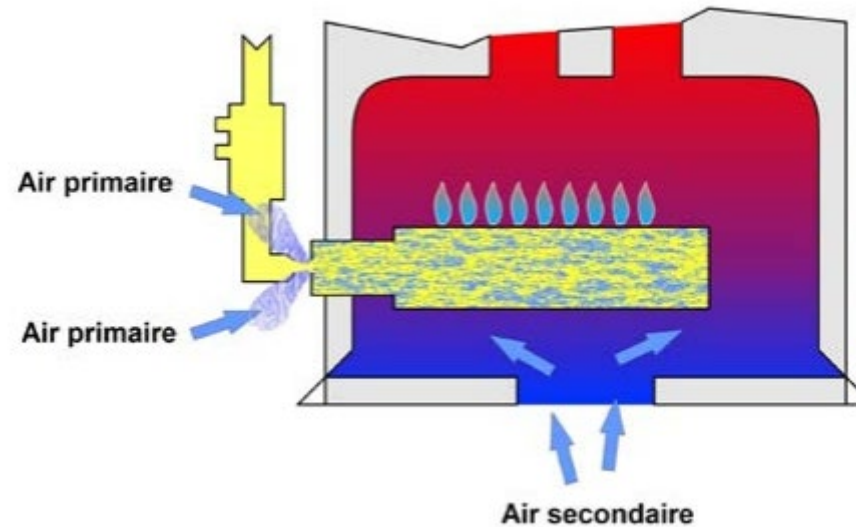
Eenvoudige technologie

- De verbranding gebeurt bij atmosferische druk
- Brander = in de ketel geïntegreerde rij gasbranders

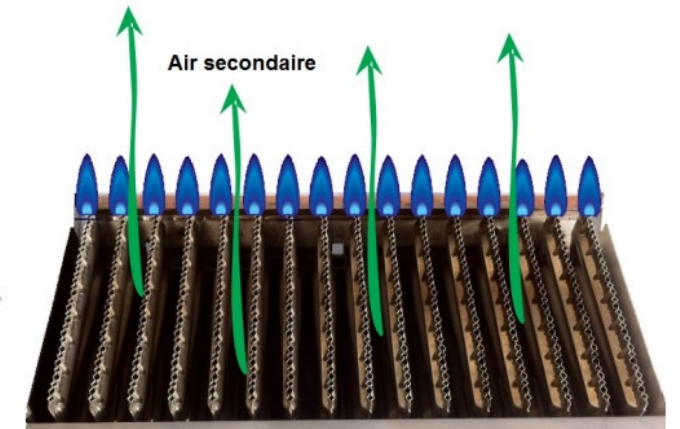
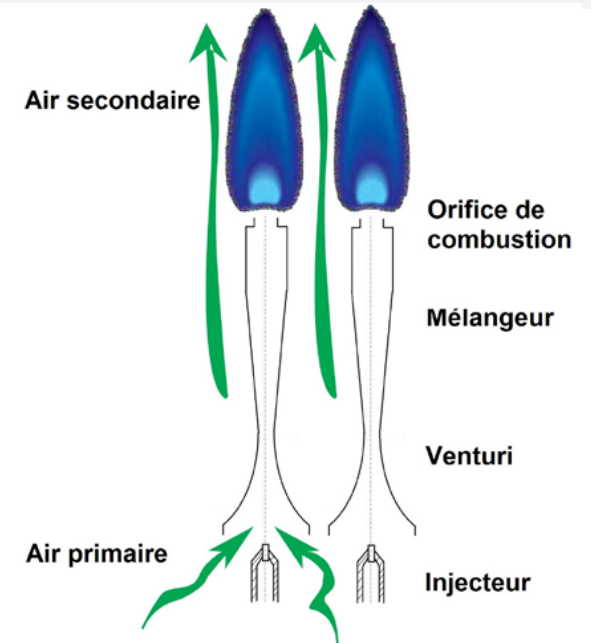


Source : ICEDD

03/10/2023



Formation Chauffage



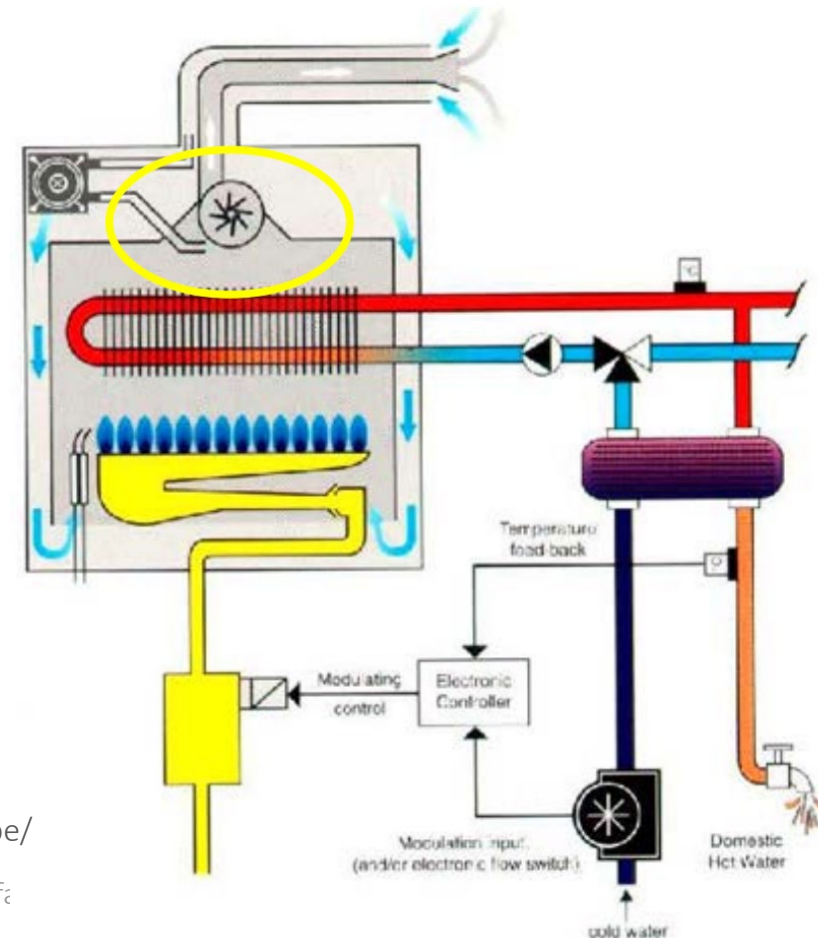
Source : <https://pebchauffagebru.be/>

Source : energie.wallonie.be



# Productie : atmosferische gasketels

- ◊ In het algemeen geen ventilator op de brander → Geen lawaai  
Soms een ventilator voor het afvoeren van de rookgassen



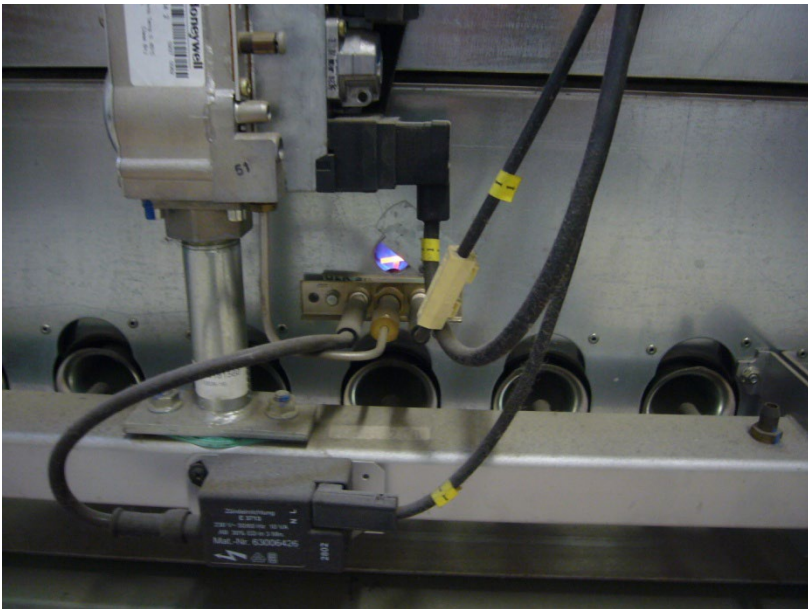
Source : <https://pebchauffagebru.be/>

Formation Chauffage



# Productie : atmosferische gasketels

- ⬢ Ontsteking met een **waakvlam** bij oude ketels  
Electronische ontsteking bij moderne ketels





# Productie : atmosferische gasketels

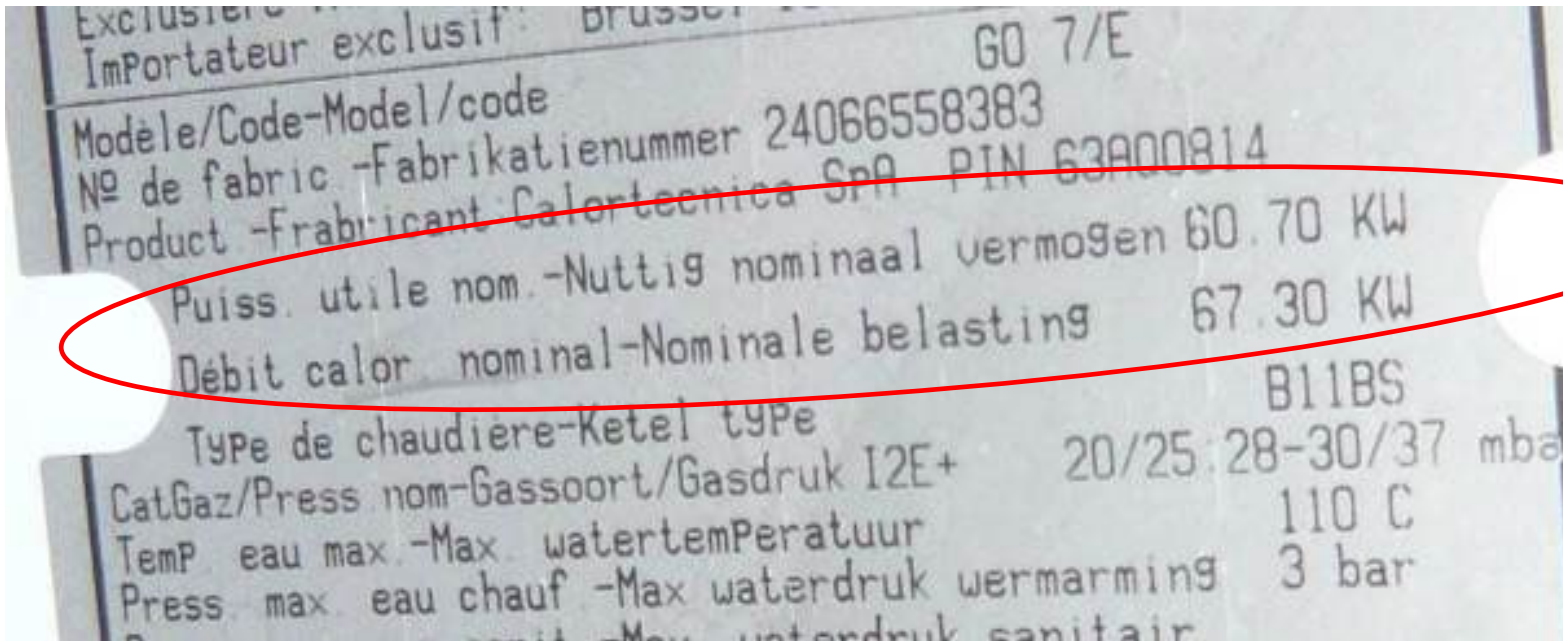
- ⬢ Geen regeling mogelijk van de verbranding (fabrieksinstelling).  
Geen meting verbrandingsrendement mogelijk.
- ⬢ Verbrandingsrendement vaak middelmatig  
(luchtovermaat niet gecontroleerd)
- ⬢ Grotere stilstandsverliezen  
(steeds open brandkamer)

$\eta_{i \text{ verbr}}$  stromen = 85 ... 91%



# Productie : atmosferische gasketels

## *Bepaling van het verbrandingsrendement*



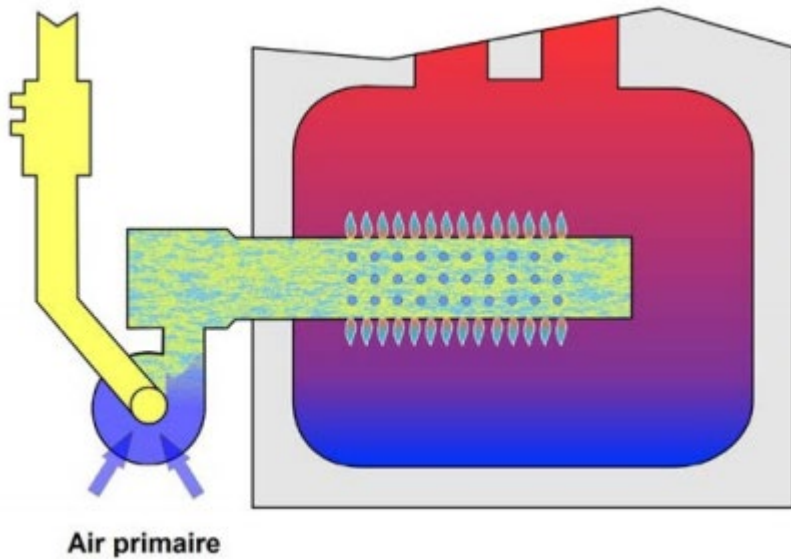
$$\eta_{\text{verbranding}} = 60,7 / 67,3 = 90 \%$$





# Productie : « premix » of voormengsel-branders

- ◈ Ventilatorgestuurde, gasgemengde verbrandingslucht
- ◈ Geen **onderbreking van de oplage**

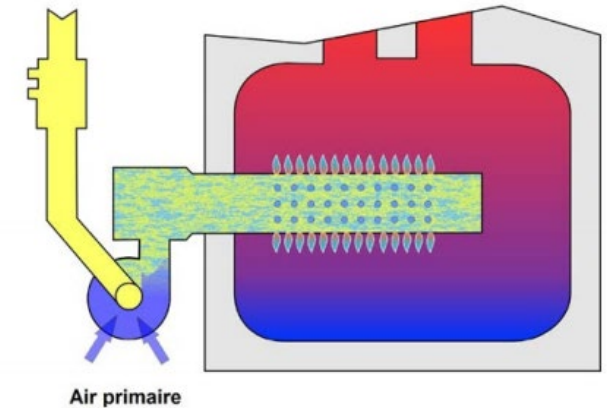


Source : <https://pebchauffagebru.be/>



# Productie : « premix » of voormengsel-branders

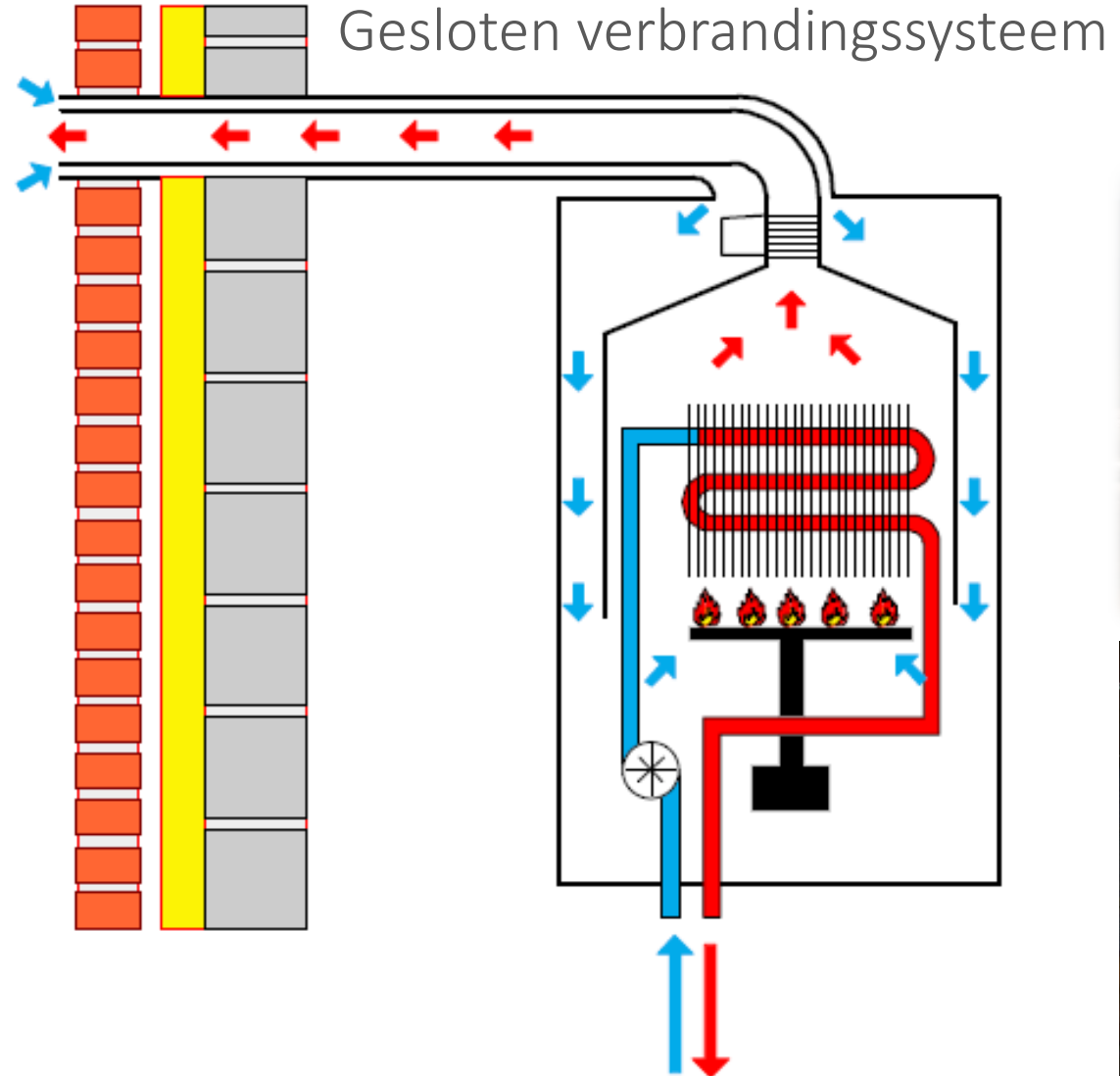
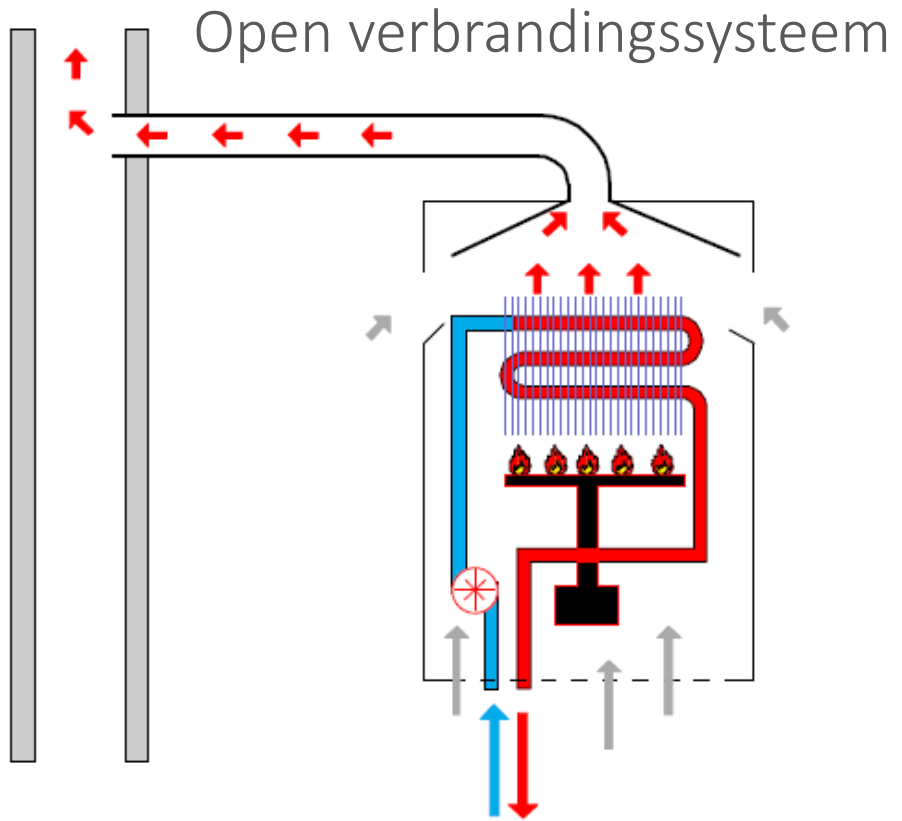
- ◈ Vaak condensatieketel
- ◈ Goede mengbeheersing lucht/gas
  - -> optimale verbranding
  - Mogelijkheid om de grootte van de vlam te moduleren (vermogen)
- ◈ Hoog rendement



$\eta_{\text{Verbranding stromen}} = 96 \dots 98\%$  en tot 110% bij condensatie



# Productie : gesloten ketels





# Productie : gesloten ketels

## Voordelen :

- ⬢ Hogere veiligheid als de lucht van buiten wordt aangezogen (lager risico op slechte verbranding en productie van toxisch CO)
  - ⬢ Betere controle op luchtvermaat
- ➔ Verbrandingsrendement soms beter
- ➔ Lagere stilstandsverliezen





# Productie : condensatieketels

## Principe :

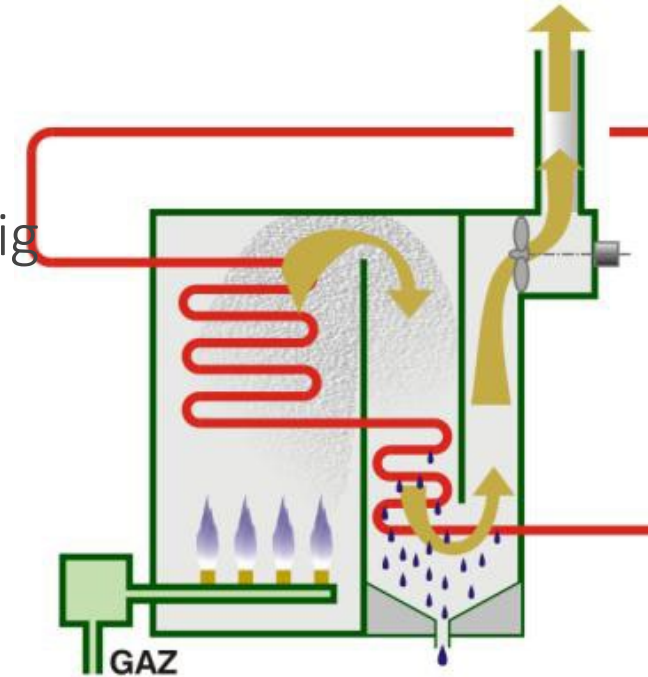
- De rookgassen afkoelen tot een punt waarop de warmte aanwezig in de waterdamp van de rookgassen kan gerecupereerd worden.

## Voordelen :

- Uitstekend verbrandingsrendement, tot 110%
- Nog lagere stilstandsverliezen
- Seizoensrendement van de productie: 97 ... 105%

## Potentiële energiewinst op het jaarlijks verbruik :

- van 8% tegenover een goede ketel met een aangeblazen brander
- ... tot 20% tegenover een slechte atmosferische ketel





# Productie : condensatieketels

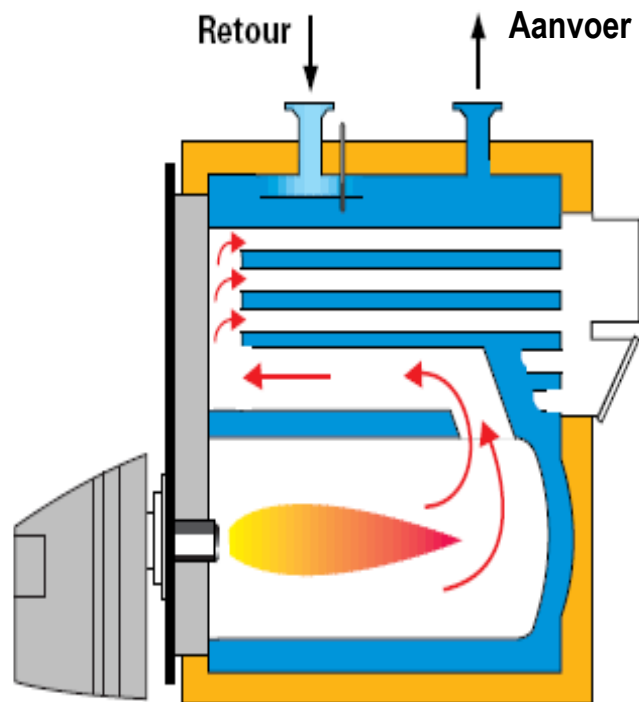
## Herkennen :

- ⬢ Aanwezigheid van een geïntegreerde sifon of directe keteluitlaat
- ⬢ Benaming ketelmodel
  - Bijvoorbeeld "ThermoCondens"
- ⬢ Ketelgegevensblad

*De aanwezigheid van een waterafvoerleiding is geen voldoende indicatie !*

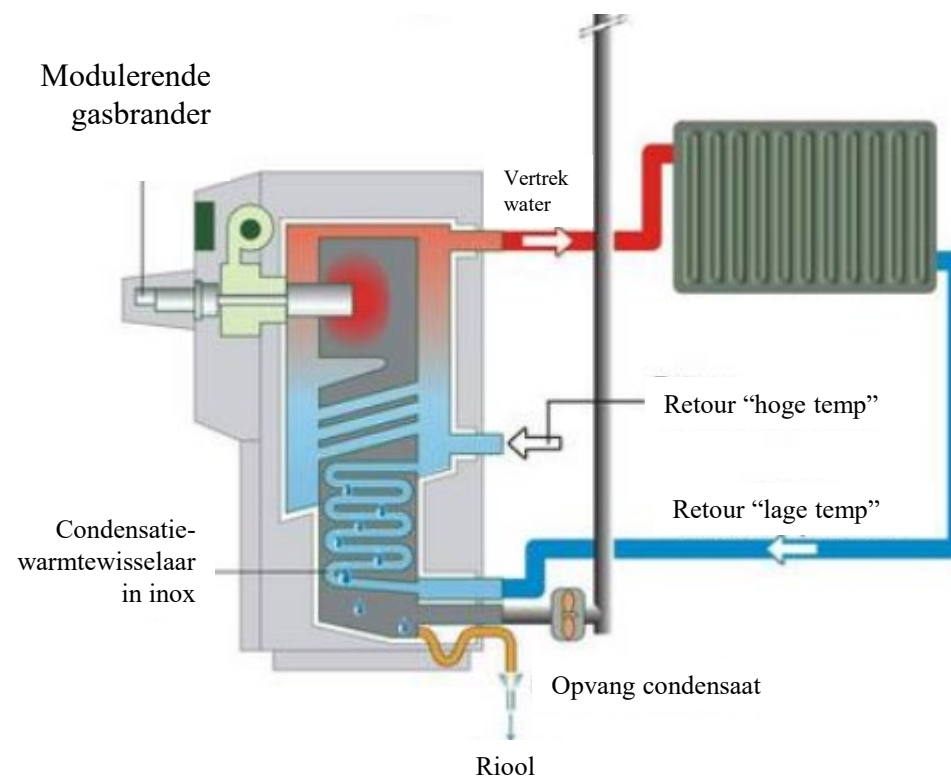


# Lagetemperatuursketel vs Condensatiesketel



(Zeer) lagetemperatuursketel

$$T_{\text{rookgassen}} \sim 120^{\circ}\text{C}$$



Condensatiesketel

$$T_{\text{rookgassen}} \sim T_{\text{retourwater}} + 5 \text{ à } 10^{\circ}\text{C}$$

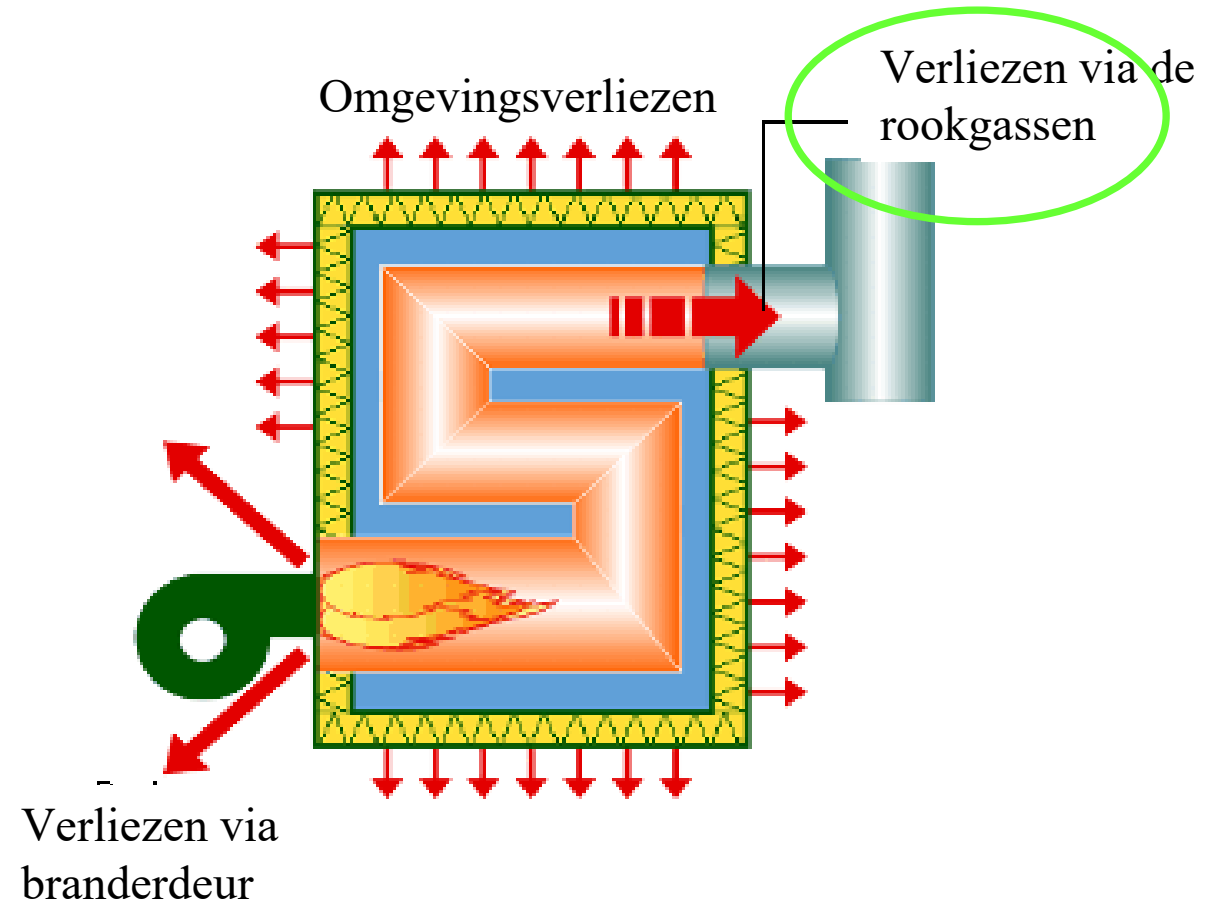


# Productie: verliezen en rendement

## Verliezen als de brander werkt:



*Meting van rendement =  
verbrandingsrendement*





# Attest van periodieke controle

ATTESTATION DE CONTRÔLE/ENTRETIEN D'UN GÉNÉRATEUR DE CHALEUR - COMBUSTIBLE GAZEUX/LIQUIDE  
BRÛLEUR UNE ALLURE/DEUX ALLURES - REGION BRUXELLES/WALLONNE

Date de contrôle: .....

**ENTREPRISE**  
Nom: .....  
Rue et numéro: .....  
Code de postal & localité: .....  
Tél: ..... Fax: .....  
Courriel: .....  
N° Entreprise: .....

**PERSONNE RESPONSABLE DE L'INSTALLATION TECHNIQUE**  
Nom de la personne: .....  
Entreprise (si pertinent): .....  
Rue et numéro: .....  
Code postal - commune: .....  
Tél: ..... Fax: .....  
Courriel: .....  
Localisation du générateur si différente: .....

**TYPE DE TRAVAUX**  
REGION BRUXELLES REGION WALLONNE  
 Nettoyage et vérification du système d'aération  
 Nettoyage et vérification du système de la chaudière  
 Nettoyage rampe à brûleur atmosphérique  
 Nettoyage brûleur à air pulsé  
 Contrôle périodique  
 1<sup>er</sup> contrôle de mise en conformité  
 2<sup>ème</sup> contrôle de mise en conformité  
 Contrôle en vue d'une remise en fonctionnement

**COMBUSTIBLE (si multi combustible, mentionner les différents combustibles)**  
 Liquide:  Gazol  Gazol extra  Fuel lourd  Autre: .....  
 Gaz:  Gaz naturel  Propane  Butane  Biogaz  Autre: .....

**CHAUDIERE**  
N° de générateurs dans le local de chauffe: .....  
Identification du générateur (si plusieurs): .....  
Modèle:  B  C  D  
Type brûleur:  Oui  Non  
Plaque signalétique: présent/absent  
Marque: ..... Type: .....  
Pressions nominale utile (Mk-local): .....  
Année de fabrication (Y): .....  
Générateur à condensation:  Oui  Non

**BRÛLEUR**  
 atmosphérique  à air pulsé (séparabilité)  pompe  
 1 allure  2 allures  modulant  
Si d'application  
Plaque signalétique:  présent  absent  
Marque: ..... Type: .....  
Débit: ..... (kg/h ou l/h ou m³/h)  
Année de fabrication (Y): .....

**INSTALLATION DE CHAUFFAGE CENTRAL**  
Fluide caloporteur:  Eau  Vapeur basse pression  Huile thermique  Air  
Production chaleur:  Chauffage  ECS  Chauffage + ECS

**INTRODUCTION DE LA DEMANDE INITIALE DE PERMIS D'URBANISME:**  
REGION BRUXELLES REGION WALLONNE  
 Avant le 1/15/2011  Avant le 29/05/2009  
 Après le 1/15/2011  Après le 29/05/2009  
Réponse à la question précédente ci-dessus:  
 De l'introduction de l'âge de l'édifice ou basé sur son observation  
 D'informations écrites transmises par l'utilisateur / le propriétaire  
 De la présentation de la demande initiale de permis d'urbanisme ou du permis d'urbanisme par l'utilisateur/le propriétaire

**CONTRÔLES**  
**1. OFFICES DE MESURE**  
Le générateur est-il équipé de l'équipement d'office de mesure?  OUI  NON  
Si réponse = « NON » (= fait être équipé d'office)  
 Présent et conforme  
 Présent et non conforme  
 Absent et techniquement non réalisable  
Remarque - Cause de non-conformité: .....

**2. VÉRIFICATION DE LA CHAUDIERE - CHAUFFAGE**  
L'état général de la chaudière est-il conforme?  OUI  NON  SANS OBJET  
La modulation de puissance de la chaudière répond-elle aux exigences? (oui)  
Les dispositifs de sécurité sont-ils en ordre?  OUI  NON  SANS OBJET  
Fuite de gaz détectée? (si non, état légal de la fuite de gaz) (oui)

Unité	Applicabilité	Mesures initiales (no)		Mesures finales		Exigences	Conformité
		Allure 1	Allure 2	Allure 1	Allure 2		
Température d'eau (°C)	1-2						
Pression atmosphérique	7						
Pression eau	10/15						
Pression gaz	1						
Pression pompe	bar						
Pression gaz	enbar	2					
(Adaptation chimique)	Pa	1-2					
(selon le modèle)	Bacharach	1					
Teneur en O <sub>2</sub>	%	1-2					
Teneur en CO	%	1-2					
Teneur en CO <sub>2</sub>	pphm	1-2					
Temp. des gaz de combustion	°C	1-2					
Temp. de l'air de combustion	°C	1-2					
Température ambiante	°C	1-2					
Rendement de combustion	%	1-2					

Application:  1. combustible liquide - 2. combustible gazeux  
Les schémas des débits de mesure sont à joindre à cette attestation

**3. LOCAL DE CHAUFFE - AMENÉE D'AIR - ÉVACUATION DES GAZ DE COMBUSTION (S)**  
OUI NON SANS OBJET  
Quel est le mode de ventilation choisi?  
Caractéristiques de la ventilation choisie:  
Caractéristiques de l'apport d'oxygène des gaz de combustion?  
Présence d'obstacles à la circulation des gaz de combustion (si oui):  
En cas de non-conformité: → causes de non-conformité et actions à entreprendre:

**DECLARATION DE CONFORMITE (S)**  
L'ensemble générateur de chaleur - local de chauffe - dispositif de ventilation - dispositif d'évacuation des gaz de combustion est conforme à la législation en vigueur:  
 OUI Remarque: .....  
 NON Remarque: .....

**PROCHAINES INTERVENTIONS (S)**  
REGION BRUXELLES REGION WALLONNE  
 Prochain contrôle périodique effectué à stabiliser au plus tard le .....  
 De mise en conformité à réaliser dans les 5 mois à dater de cette attestation.  
 de contrôle périodique réglementaire à stabiliser entre le ..... et le .....  
 de contrôle après intervention de mise en conformité au plus tard le: .....  
 de contrôle en vue d'une remise en fonctionnement après mise en conformité  
 d'intervention ponctuelle au plus tard le: .....

Attestation de contrôle périodique établie par:  
Nom: .....  
Fonction:  Technicien agréé  Responsable  
N° d'agrément: .....  
Signature: .....

Attestation de contrôle périodique reçue par:  
Nom: .....  
Qualité: .....  
Signature: .....

**Nagaan op volledigheid en van de vermelde waarden op het onderhoudsattest!**

- Datum
- Debiet sproeier [gal/h]
- Pompdruk [bar]
- Onderdruk schoorsteen [Pa]
- Gemeten roetuitstoot [Bacharach]
- CO<sub>2</sub> [%]-gehalte
- T° schoorsteen en omgeving [°C]
- Verbrandingsrendement [%]

# Regeling van de brander

- **Richtwaarden** voor de verbrandingsparameters op het onderhoudsattest

	Ancienne chaudière de 20 ~ 25 ans	Nouvelle chaudière non à condensation	
T° fumées	~ 180	~ 120	°C
Taux CO2 mazout	12,5 .. 13	12,5 .. 13	%
Taux CO2 gaz	10 .. 11	10 .. 11	%
Taux CO	0	0	ppm
Excès d'air	~ 20	~ 20	%
Tirage	~ 10 .. 15	~ 10 .. 15	Pa
<b>Rendement</b>	<b>~ 90 .. 92</b>	<b>~ 94 .. 95</b>	%

→ Onder de 88 % moet het verbrandingsrendement beschouwd worden als onacceptabel en moeten er verbeteringsmaatregelen uitgevoerd worden.



# Productie: verlies en rendement

- Regelgevende waarden voor de verbrandingsparameters op het onderhoudscertificaat :

Date de construction de la chaudière	Température nette max des gaz de combustion (°C)			CO max (mg/kWh)			Min CO <sub>2</sub> (%)			η min* (%)		
	Atmosphérique	Premix	Air pulsé	Atmosphérique	Premix	Air pulsé	Atmosphérique	Premix	Air pulsé	Atmosphérique	Premix	Air pulsé
A partir du 01/01/2007	200	180	200	150	110	110	-	-	8,5	88	90	90
Du 01/01/1998 au 31/12/2006 inclus	200	180	200	200	150	110	-	-	8,5	88	90	90
Du 01/01/1988 au 31/12/1997 inclus	250	200	220	200	150	150	-	-	7,5	86	88	88
Jusqu'au 31/12/1987 ou inconnue	300	250	250	300	270	270	-	-	6,5	82	84	85

\* η min = le rendement de combustion sur PCI. Cette exigence n'est pas d'application pour les chaudières à condensation

*Depuis 2017*

# Regeling van de brander

- Energetische winst:

**1 % hoger verbrandingsrendement**

**≈ 1 % minder verbruik!**

*Voorbeeld: ketel met een rendement van 90% en een verbruik van 350 000 kWh x 0,06 €/kWh = 21000 €/jr.*

Als het rendement weinig performant is kan in sommige gevallen een betere regeling mogelijk zijn

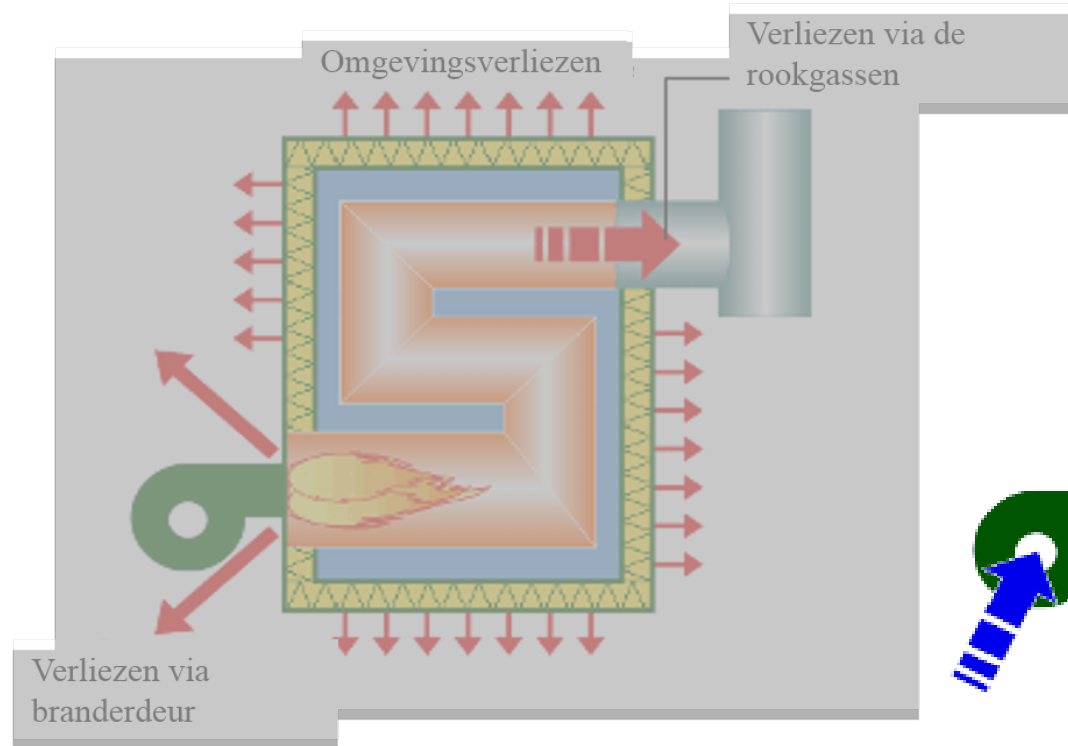
⇒ **Vraag na bij de verwarmingstechnicus** of een betere regeling haalbaar is

*Als het rendement stijgt tot 91%:  $350000 \times (1 - 90/91) = 3850$  kWh bespaard ofwel  $3850 \times 0,06 = 230$  €/jr*

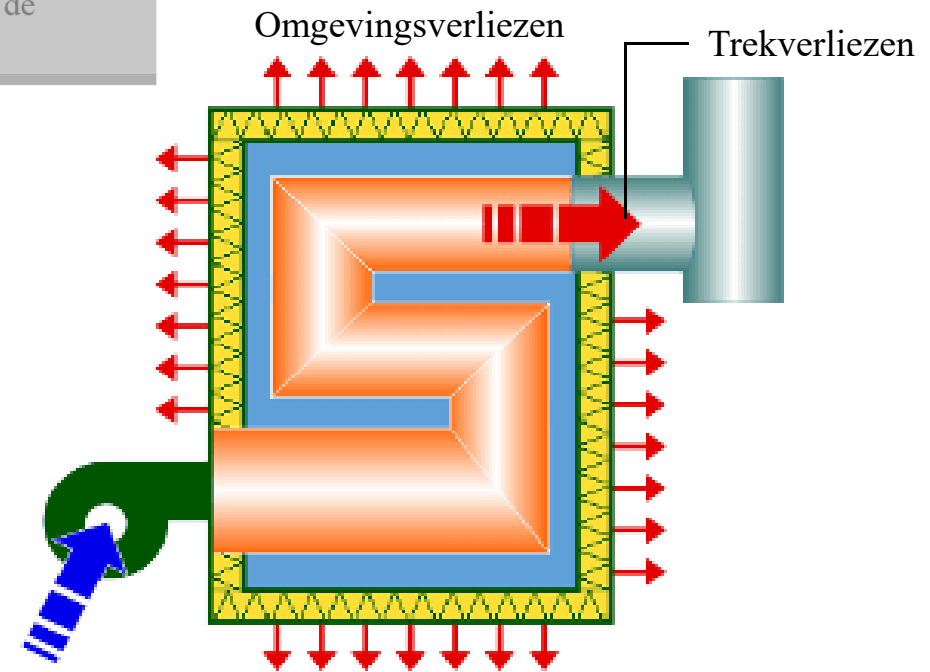
> Als rendement > 90% niet haalbaar is (algemeen aanvaarde ondergrens), moet overwogen worden om de brander te vervangen of het geheel ketel/brander

# Verliezen in een ketel

Als de brander werkt:



Bij stilstand van de brander:



# Ingrijpen op de tijd dat de ketel in werking is

## → Goede dimensionering

- Een correct gedimensioneerde installatie moet ongeveer  $\sim 1/3$  van de duur van het stookseizoen in werking zijn, ofwel tussen de 1200 en 2000 draaiuren/jaar
- Waarom 1/3?
  - T° binnen gemiddeld  $\sim 17^\circ\text{C}$
  - T° buiten gemiddeld  $\sim 7^\circ\text{C}$
  - T° binnen bij ontwerp  $\sim 20^\circ\text{C}$
  - T° buiten bij ontwerp  $\sim -10^\circ\text{C}$

$$\left. \begin{array}{l} T^\circ \text{ binnen gemiddeld } \sim 17^\circ\text{C} \\ T^\circ \text{ buiten gemiddeld } \sim 7^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = 10^\circ\text{C}$$

$$\left. \begin{array}{l} T^\circ \text{ binnen bij ontwerp } \sim 20^\circ\text{C} \\ T^\circ \text{ buiten bij ontwerp } \sim -10^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = 30^\circ\text{C}$$

$$\text{Aantal draaiuren van brander [h]} = \frac{\text{Verbruik [kWh/jr]}}{\text{Vermogen brander [kW]}}$$

## → Goede dimensionering

- Hoe concluderen dat de ketel overgedimensioneerd is ?
  - Werkingstijd van de brander < 4 min
  - Aantal jaarlijkse draaiuren <  $\sim 1000$  h/jr
- Impact van de overdimensionering van ketels:
  - Toename stilstandstijd en dus stilstandsverliezen
  - Afname draaitijd per cyclus van de brander en dus toename van start/stop-sequenties

In de praktijk:

**overdimensionering komt vaak voor**

→ vaak mogelijk om 1 op de 2 ketels af te schakelen

# Voor een standaard ketel...

## Het seizoensrendement neemt af:

- **Naarmate de ketel meer overgedimensioneerd is** (langere stilstanden)
- **Nog sneller naarmate de verliesfactor bij stilstand omvangrijker is** (slecht geïsoleerde ketel of trekverliezen)

→ Indien de verliesfactor bij stilstand gering is (recente ketel), is er weinig effect door overdimensionering

→ Indien de verliesfactor bij stilstand groot is (oude ketel), dan zorgt de overdimensionering van de ketel voor een sterke afname van het seizoensrendement

**Seizoensrendement: berekening! (zie tools Energie+)**



# Vergelijking van ketels

- Grootteorde van **seizoensproductierendementen:**

- Atmosferische gasketels:

80 .. 91 %

- Stookolieketels

- of gas met aangeblazen brander:

86 .. 93 %

- Gascondensatieketels:

97 .. 103 %

*Slechte warmtewisselaar  
Regeling met constante  
temp*

*Goede warmtewisselaar  
Regeling met glijdende  
temperatuur*



# Productie: dimensionering

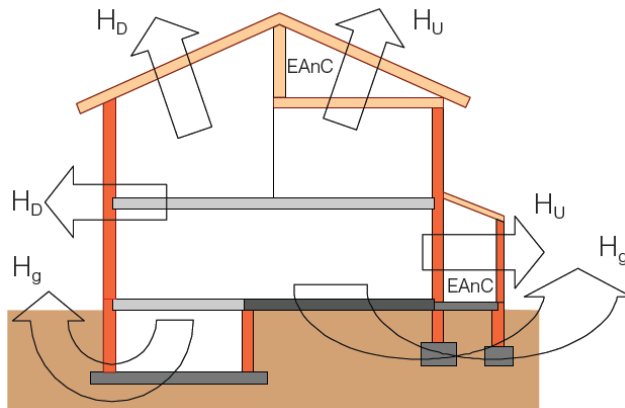
Volgens NBN EN 12831-1

Totaal  
benodigd  
vermogen

$$\Phi_{HL} = \sum_i \Phi_{T,i} + \sum_i \Phi_{V,i} + \sum_i \Phi_{RH,i}$$

Voor elke  
kamer i

Transmissieverliezen



Verliezen door natuurlijke  
en/of mechanische ventilatie

Boostkracht

Durée de relance [h]	Bâtiment résidentiel massif			Bâtiment non résidentiel								
	$\Delta\theta = 1 \text{ K}$	$\Delta\theta = 2 \text{ K}$	$\Delta\theta = 3 \text{ K}$	$\Delta\theta = 2 \text{ K}$			$\Delta\theta = 3 \text{ K}$			$\Delta\theta = 4 \text{ K}$		
				Léger	Moy.	Massif	Léger	Moy.	Massif	Léger	Moy.	Massif
1	11	22	45	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	6	11	22	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	4	9	16	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	2	7	13	4	11	16	6	13	16	11	16	16



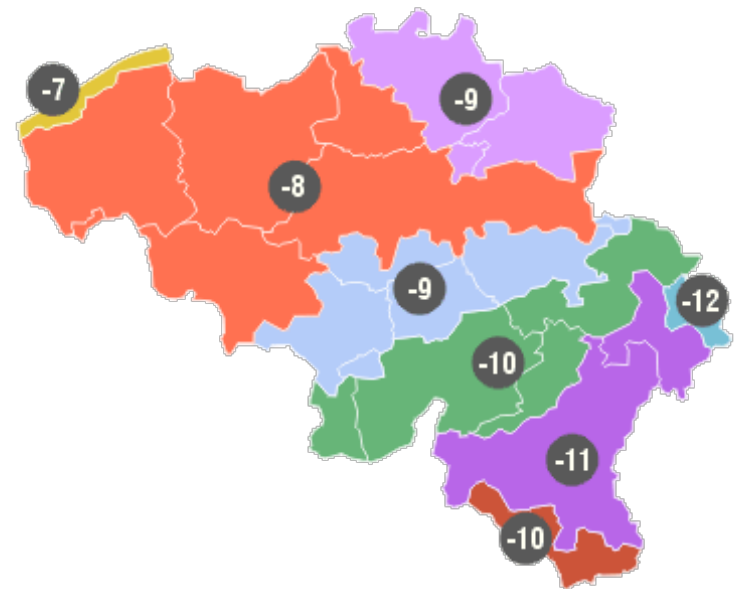
# Productie: dimensionering

- ◊ De oppervlakte en de samenstelling van alle muren rond het verwarmde volume van het gebouw
- ◊ Bestemming van de lokalen → Basis binnen  $T^\circ$   
Voorbeeld : bureau 21°C; winkel 16°C; badkamer 24°C
- ◊ Luchtdichtheid
- ◊ Hygiënische ventilatie
- ◊ De plaats → basis buiten  $T^\circ$



# Productie: dimensionering

- De oppervlakte en de samenstelling van alle muren rond het verwarmde volume van het gebouw
- Bestemming van de lokalen → Basis binnen  $T^\circ$   
Voorbeeld : bureau  $21^\circ\text{C}$ ; winkel  $16^\circ\text{C}$ ; badkamer  $24^\circ\text{C}$
- Luchtdichtheid
- Hygiënische ventilatie
- De plaats → basis buiten  $T^\circ$





# Productie: dimensionering

Proportionnel au volume du bâtiment, du type 60 . 80 W/m<sup>3</sup>

- ⬢ puissance nettement supérieure à la réalité
- ⬢ c'est la **surface déperditive** qui définit les besoins de chaleur, pas le volume chauffé

En reprenant la puissance des chaudières existantes :

- ⬢ les anciennes chaudières sont presque toujours surdimensionnées
- ⬢ les bâtiments anciens ont souvent fait l'objet d'améliorations énergétiques (double vitrage, isolation de toiture, ...)
- ⬢ les chaudières actuelles ont un meilleur rendement utile



# Productie: dimensionering

## In praktijk

Tool CSTC : [charge thermique des bâtiments](#)

Vereenvoudigd tool : [Niveau K et bilan énergétique d'un bâtiment](#)

Perte thermique par renouvellement d'air												Total					
		Cuisine	Séjour	Bureau	Hall	WC rez	Buandère	Chambre 1	Dressing	Chambre 2	Chambre 3	Palier	Bains	WC étage	Débaras		
Volume intérieur	$V_i$	m <sup>3</sup>	36	86	28	25	4	32	34	19	32	33	26	3	5	394	
Température extérieure	$\theta_{e,i}$	°C	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8		
Température air intérieur	$\theta_{int,i}$	°C	20	20	20	16	16	18	18	18	18	16	24	16	16		
<b>Ventilation de base minimale</b>																	
Taux minimal de renouvellement	$n_{min,i}$	h <sup>-1</sup>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
Débit d'air minimal	$q_{v,min,i}$	m <sup>3</sup> /h	18	43	14	13	2	16	17	9	16	16	13	2	2		
<b>Infiltration d'air</b>																	
Débit de fuite à 50 Pa	$Q_{50}$	m <sup>3</sup> /h	50	120	40	35	5	44	47	26	44	46	36	4	7	552	
Coefficient de débit volumique	$f_{ev}$	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
Débit d'infiltration	$q_{v,inf}$	m <sup>3</sup> /h	5	12	4	4	1	4	5	3	4	5	4	0	1		
<b>Système de ventilation</b>																	
Air fourni (naturel)	$q_{v,ATD}$	m <sup>3</sup> /h														0	
Air fourni (mécanique)	$q_{v,MBP}$	m <sup>3</sup> /h	36	39			55		36	36						202	
Température air fourni (méc.)	$\theta_{rec,r}$	°C	15	15			15		15	15							
Air transféré	$q_{v,transf,r}$	m <sup>3</sup> /h	50		25		25				75	25	25				
Température air transféré	$\theta_{tr,r}$	°C	20		20		16				18	16	16				
Air extrait	$q_{v,ext}$	m <sup>3</sup> /h	52		25	50						50	25			202	
Débit d'air par infiltration supp.	$q_{v,inf,add}$	m <sup>3</sup> /h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Perte thermique par renouvellement d'air</b>																	
Débit d'air total	$q_{v,t}$	m <sup>3</sup> /h	55	48	43	29	2	29	60	9	40	41	80	29	25	2	825
Perte thermique	$\Phi_{v,t}$	W	48	176	104	-5	15	36	98	83	76	77	-14	107	4	20	
<b>Température air fourni (méc.)</b>																	
Rendement de l'échangeur de chaleur	%		85														
Température air repris	°C		19														
Température air fourni (méc.)	°C		15														

Seul un dimensionnement selon la norme est valable

Source : cstc.be

	Parois de la superficie de déperdition thermique	$U_j$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	$A_j$ [m <sup>2</sup> ]	$U_j \cdot A_j$ [W/K]	$\Sigma U_j \cdot A_j$ [W/K]	$a_j$	$\Sigma a_j \cdot U_j \cdot A_j$ [W/K]
1.	Fenêtres, tabatières, coupoles et autres parois translucides			0.0	0.0	1	0.0
2.	Portes extérieures			0.0	0.0	1	0.0
3.	Murs extérieurs, façades			0.0	0.0	1	0.0
4.	Toitures (plates, inclinées, ...) ou plafonds supérieurs en-dessous des espaces non-protégés			0.0	0.0	1	0.0
5.	Planchers au-dessus de l'ambiance extérieure			0.0	0.0	1	0.0
6.	Planchers au-dessus d'espaces voisins non à l'abri du gel (vide sanitaire)			0.0	0.0	1	0.0
7.	Planchers au-dessus d'espaces voisins à l'abri du gel (caves)			0.0	0.0	0.67	0.0
8.	Planchers sur le sol			0.0	0.0	0.33	0.0
9.	Murs extérieurs en contact avec le sol (murs enterrés), un vide sanitaire ou une cave			0.0	0.0	0.67	0.0
10.	Parois en contact avec des espaces voisins non à l'abri du gel			0.0	0.0	1	0.0
11.	Parois en contact avec des espaces voisins à l'abri du gel			0.0	0.0	0.67	0.0
12.	<b>TOTAUX (superficie de déperdition)</b>	$A_1 = \Sigma A_j =$	<b>0.0</b>			$\Sigma a_j \cdot U_j \cdot A_j =$	<b>0.0</b>

	PONTS THERMIQUES	$\psi_{ij}$ [W/(m.K)]	$L_j$ [m]	$\psi_{ij} \cdot L_j$ [W/K]	$\Sigma \psi_{ij} \cdot L_j$ [W/K]
13.	Suivant les définitions de la NBN 62-002			0.0	0.0

14.	DEPERDITION THERMIQUE DE LA SUPERFICIE DE DEPERDITION	$\Sigma a_j \cdot U_j \cdot A_j + \Sigma \psi_{ij} \cdot L_j =$	0.0	W/K
15.	COEFFICIENT MOYEN DE TRANSMISSION THERMIQUE	$U_m =$	0.0	W/m <sup>2</sup> .K
16.	VOLUME PROTEGE DU BATIMENT	$V =$		m <sup>3</sup>
17.	COMPACTITE VOLUMIQUE DU BATIMENT	$V/At =$	0.0	m
18.	NIVEAU D'ISOLATION THERMIQUE GLOBALE DU BATIMENT	Si $V/A_1 \leq 1 : U_m \times 100 = K_{...}$ Si $1 \leq V/A_1 \leq 4 : U_m \times 300/(V/A_1 + 2)$ Si $V/A_1 \geq 4 : U_m \times 50 = K_{...}$	0	

Source : Energieplus-lesite.be



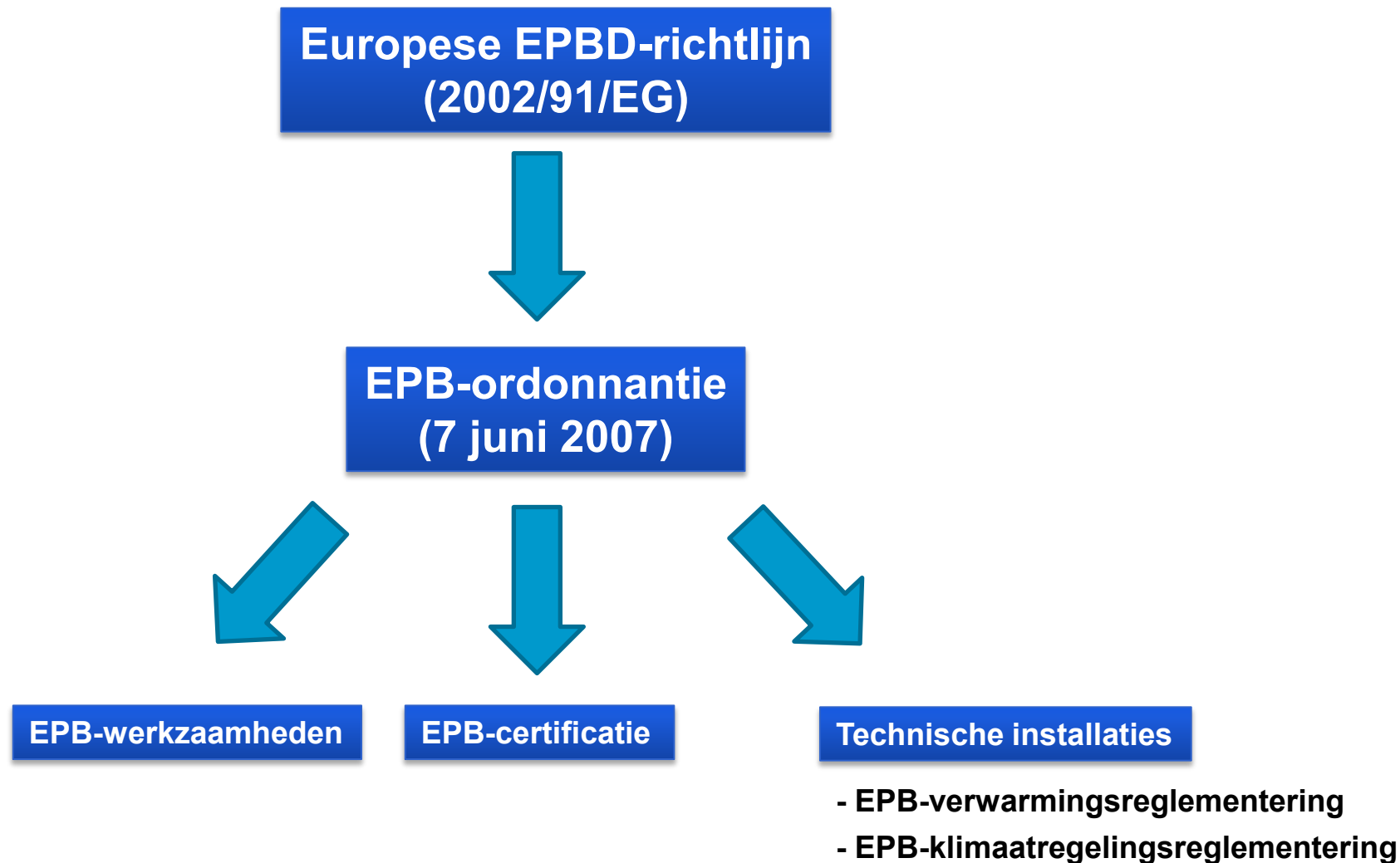
# Inhoudsopgave

- Intro : Waarom moet er verwarmd worden ?  
En op de middellange termijn ?
- Basisbegrippen
- Warmteproductie : de ketels
- Enkele aspecten van **de regelgeving**
- De warmte**verdeling**
- De warmte-**emissie**
- De **regeling**
- De **hulpmiddelen**
- Renovatie** van zijn stookplaats door een condensatie-installatie
- Een diagnose stellen en een stookplaats **verbeteren**
- Conclusies



ICEDD

# EPB « verwarmingsreglementering »





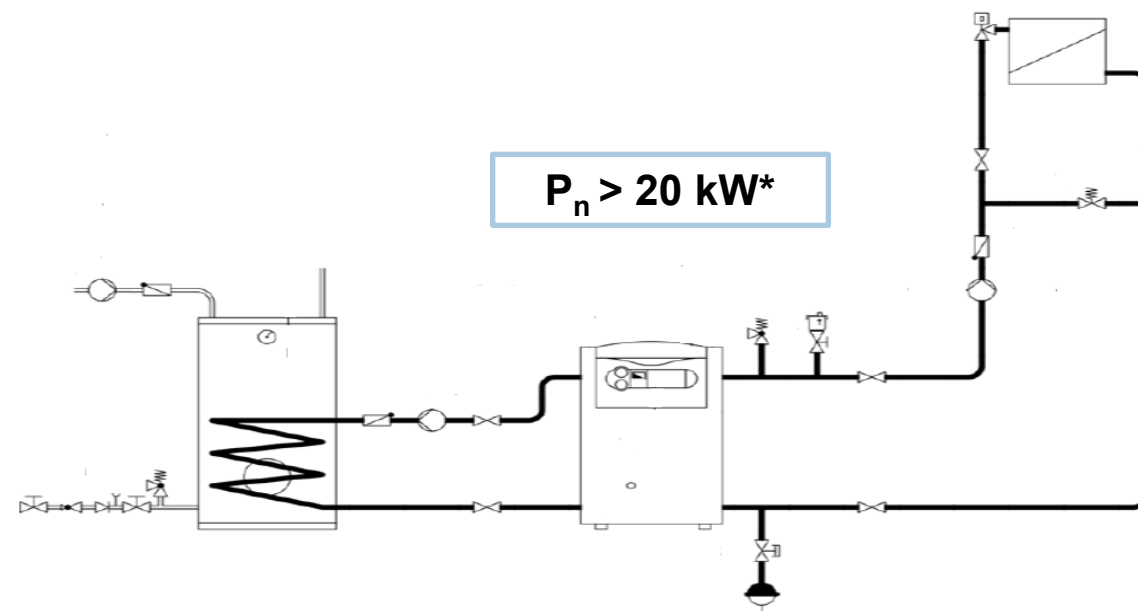
# EPB « verwarmingsreglementering »



# EPB « verwarmingsreglementering »

## Toepassingsgebied

Verwarming van lokalen (en SWW)  
Via water als medium



vloeibare of gasvormige brandstof  
niet hernieuwbaar

\*voor gas: in regime 80/60 - G20!

# EPB « verwarmingsreglementering »

## Reglementaire handelingen & erkenningen

Actes	Type de système de chauffage	Type d'agrément
Réception	Type 1	Chauffagiste agréé
	Type 2	Conseiller chauffage PEB
Contrôle périodique	Type 1 & 2	Technicien chaudière agréé L, G1, G2
Diagnostic	Type 1	Chauffagiste agréé
	Type 2	Conseiller chauffage PEB

### Handelingen:

- **Oplevering** van verwarmingssystemen: installatie verwarmingsketel, vervanging verwarmingslichaam of brander → conform?
- **Periodieke controle:**
  - Stookolieketel → jaarlijks
  - Gasketel → elke 3 jaar
- **Diagnose:** niet bindend, maar wel aanbevolen voordat de verwarmingsketel 15 jaar oud is geworden

# EPB « \

## Eisen

### EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION CHAUFFAGE PEB

Exigences techniques		Contrôle périodique	Réception	
n°	Nature		Type 1	Type 2
1	Présence des orifices de mesure	Orange	Blue	Cyan
2	Combustion et analyse des émissions de fumée			
3	Modulation de la puissance du brûleur			
4	Tirage cheminée			
5	Ventilation chaufferie			
6	Etanchéité conduits de fumée et d'amenée d'air			
7	Dimensionnement chaudière			
8	Calorifugeage conduits et accessoires	Light Green	Dark Green	Light Green
9	Partitionnement eau et air			
10	Régulation			
11	Carnet de bord	Light Green	Dark Green	Light Green
12	Compteur(s) sur chaudière	Light Green	Light Green	Light Green
13	Comptage électrique des ventilateurs			
14	Récupérateur de chaleur			
15	Variation du débit d'air neuf			
16	Comptabilité énergétique	Light Green	Light Green	Light Green

ie



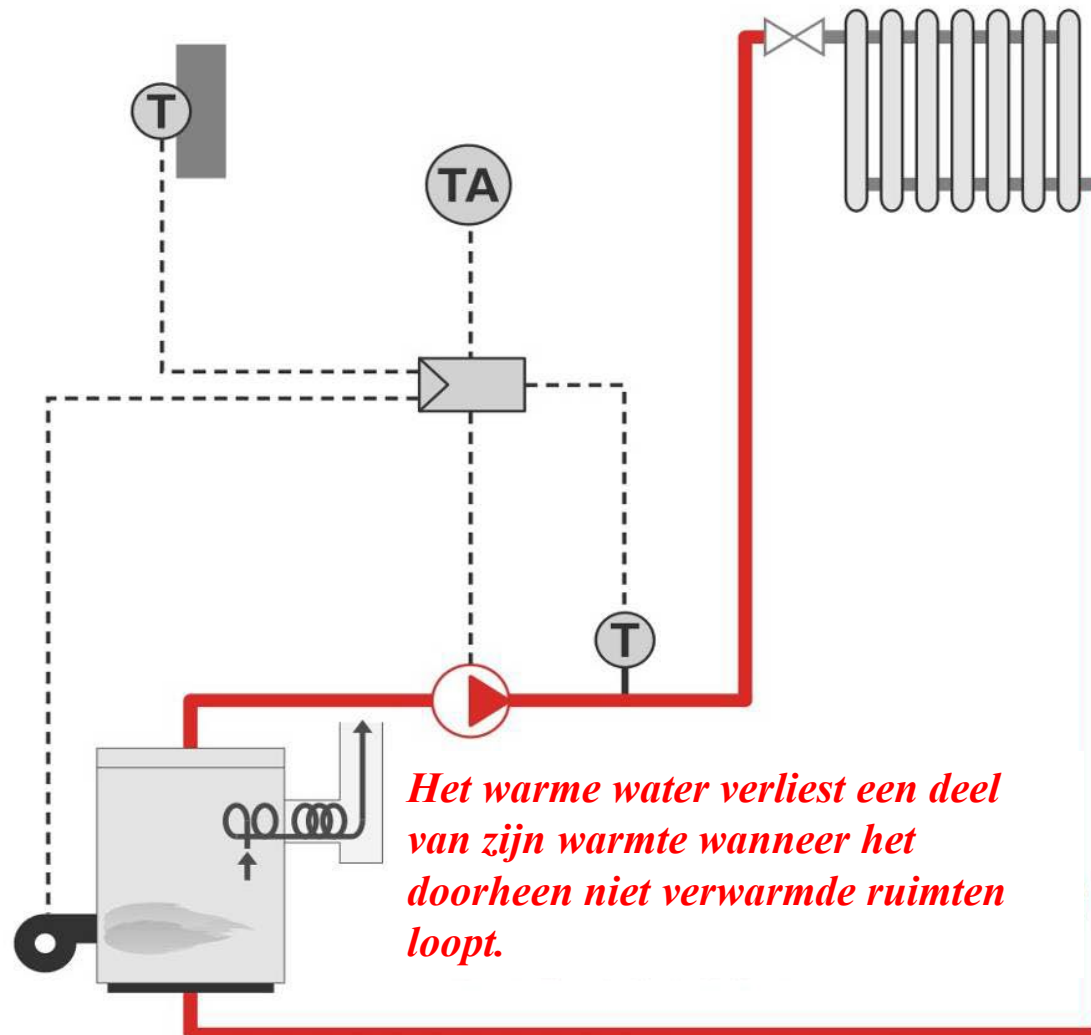
# Inhoudsopgave

- Intro : Waarom moet er verwarmd worden ?  
En op de middellange termijn ?
- Basisbegrippen
- Warmteproductie : de ketels
- Enkele aspecten van de regelgeving
- De warmteverdeling
- De warmte-emissie
- De regeling
- De hulpmiddelen
- Renovatie van zijn stookplaats door een condensatie-installatie
- Een diagnose stellen en een stookplaats verbeteren
- Conclusies

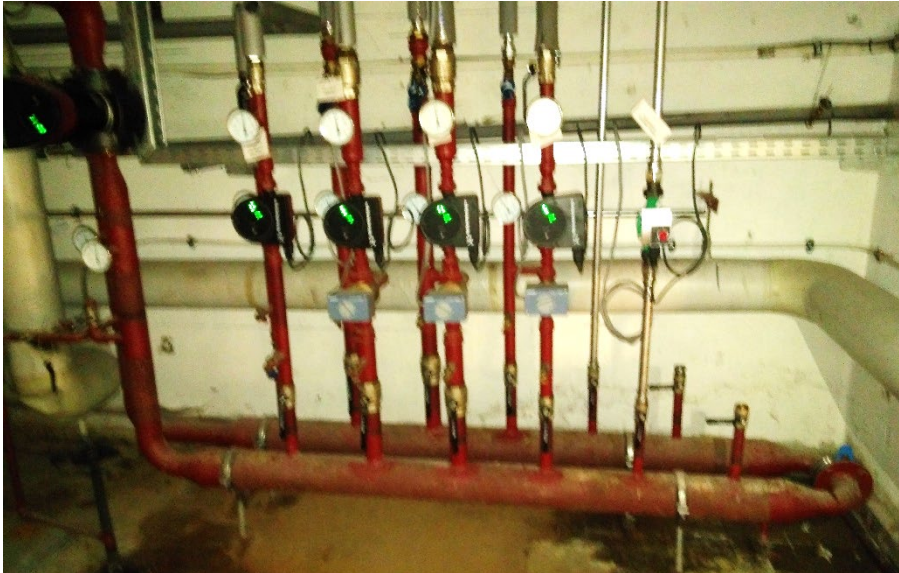


ICEDD

# Distributie



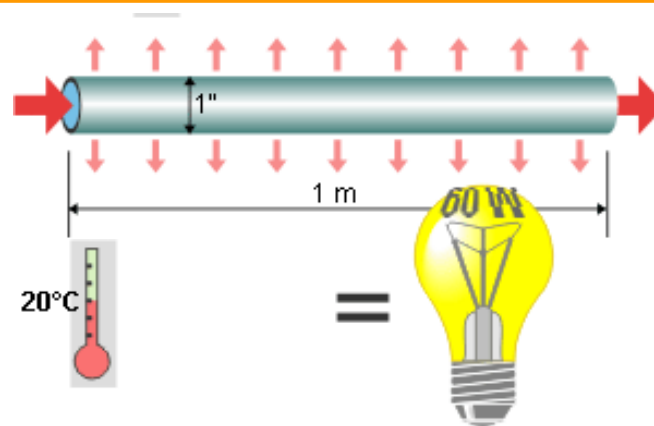
# Leidingen



# Verliezen via de leidingen

## Grootteorde:

1 m leiding in staal van 1 duim dik (DN25) met water à 70 °C  
= 60 W



Perte de chaleur d'un tuyau en acier non isolé en [W/m]										
DN [mm]	10	15	20	25	32	40	50	62	80	100
Diam [pouce]	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
$T_{\text{eau}} - T_{\text{air}}$										
20°C	11	13	17	21	26	30	38	47	55	71
40°C	22	29	36	45	57	65	81	101	118	152
60°C	36	46	58	73	92	105	130	164	191	246
80°C	52	67	84	105	132	151	188	236	276	355



# Verliezen via de leidingen

- Isoleren van de leidingen in verwarmde ruimten?



*Voorbeeld:*

*10 x 4 m leiding van DN25, niet geïsoleerd tegen het plafond van een kelder:  $40 \times 60 \text{ W} = 2,4 \text{ kW}$*

*= het vermogen van een radiator, die constant aan staat!*

Om problemen van oververhitting te vermijden!

Zeker aangewezen als:

- Continue doorstroming zelfs bij gesloten thermostatische kranen
- Lange lengte of dikke diameter van de leiding

# Verliezen via de kranen



Verliezen via de kranen > leidingverliezen:  
1 kraan  $\approx$  1,7 m leiding

Voorbeeld: 1 kraan DN100 met water van 80°C = 1,7 m leiding van  
DN100 = 365 W verlies!

# Isoleren van de kranen



**Met behulp van  
demonteerbare hoezen**

# Verliezen via de leidingen

- Isoleren van de leidingen in verwarmde ruimten?



*Voorbeeld:*

*10 x 4 m leiding van DN25, niet geïsoleerd tegen het plafond van een kelder:  $40 \times 60 \text{ W} = 2,4 \text{ kW}$*

*= het vermogen van een radiator, die constant aan staat!*

Om problemen van oververhitting te vermijden!

Zeker aangewezen als:

- Continue doorstroming zelfs bij gesloten thermostatische kranen
- Lange lengte of dikke diameter van de leiding

# Een ZEEER goed voorbeeld!!!

Industriële stookplaats voor demodoeleinden bij een ketelfabrikant



# Isolatie van de leidingen

Eisen rond warmteafgifte van de leidingen in de EPB-systemen  
regelgeving



Diamètre extérieur de la conduite en mm	Epaisseur de l'isolant après pose en mm			
	Buiten beschermd volume		Binnen beschermd volume (*)	
	$\lambda < 0,035$ i	$0,045 \leq \lambda \leq 0,035$ e e	$\lambda < 0,035$ i	$0,045 \leq \lambda \leq 0,035$ e
de 20 à 24,9	13	23	11	19
de 25 à 29,9	17	29	13	22
de 30 à 39,9	22	35	16	26
de 40 à 60,9	27	42	21	32
de 61 à 89,9	35	54	25	37
de 90 à 114,9	39	59	28	41
de 115 à 159,9	42	62	32	46
de 160 à 229,9	47	68	36	50
de 230 à 329,9	49	70	38	53
≥ 330	60	80	50	60

# Verminderen van de distributieverliezen

- Verkies om de verwarmingsleidingen binnen het beschermd volume te plaatsen
- Isoleer de leidingen, bochten en kranen ...
  - ... die onder de grond zitten, buiten of in niet-verwarmde ruimten
  - ... die door ruimten lopen waar een klimatisatiesysteem actief is
  - ... die door een beschermd volume lopen, maar niet bedoeld zijn om daar hun warmte af te geven
- Verminder de watertemperatuur (regeling)



# Verminderen van de watertemperatuur

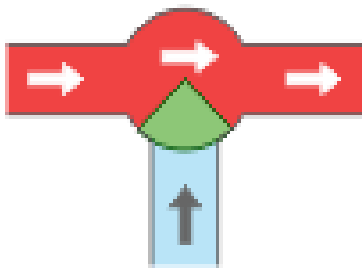
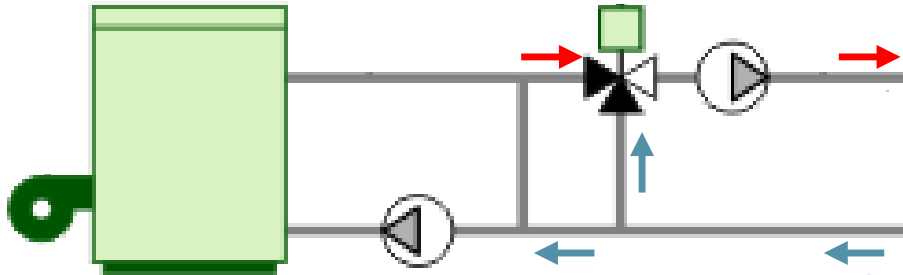




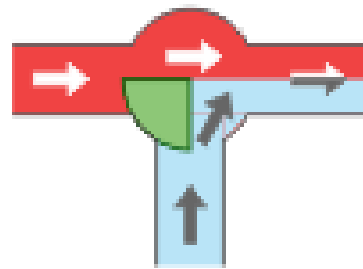
# Verminderen van de distributieverliezen

- Verkies om de verwarmingsleidingen binnen het beschermd volume te plaatsen
- Isoleer de leidingen, bochten en kranen ...
  - ... die onder de grond zitten, buiten of in niet-verwarmde ruimten
  - ... die door ruimten lopen waar een klimatisatiesysteem actief is
  - ... die door een beschermd volume lopen, maar niet bedoeld zijn om daar hun warmte af te geven
- Verminder de watertemperatuur (regeling)

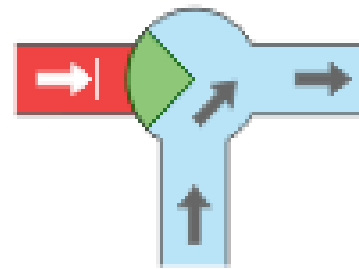
# Mengkraan of « 3 wegkraan »



Kraan is 100% open



Kraan mengt 50% van het debiet met ketelwater en 50% met de retour van de radiatoren



Kraan is gesloten: het water van de radiatoren circuleert steeds en wordt kouder



