

# OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VERWARMING EN SANITAIR  
WARM WATER: ONTWERP

HERFST 2019

Energiestromen in het systeem voor verwarming/SWW



Op basis van de presentatie van CENERGIE

Pierre GUSTIN  
écorce  
INGENIEURSCONTRACT

# Doelstelling(en) van de presentatie

- De behoefte aan verwarming en SWW vaststellen
  - Energiestromen in een gebouw
- De gevoelige punten op de voorgrond zetten
  - Thermische verliezen van distributie, opslag, productie
  - Productie- en exploitatierendement, hulpuitrustingen
- De technische beperkingen van de verschillende configuraties op de voorgrond stellen
  - Productie van SWW met doorstroming of accumulatie?
  - Productie van SWW onafhankelijk van verwarming?



# Plan van de uiteenzetting

## 1. De warmtestromen in het gebouw

- 1.1. Warmteverliezen naar buiten
- 1.2. Interne en externe aanvoer
- 1.3. Warmteverliezen van het verwarmingssysteem
- 1.4. Warmteverliezen van het systeem voor SWW

## 2. De verliezen volgens de verschillende configuraties in cijfers uitgedrukt

- 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen
- 2.2. Centrale productie van verwarming en decentrale SWW-productie: woningen
- 2.3. Decentrale productie van verwarming en SWW: woningen

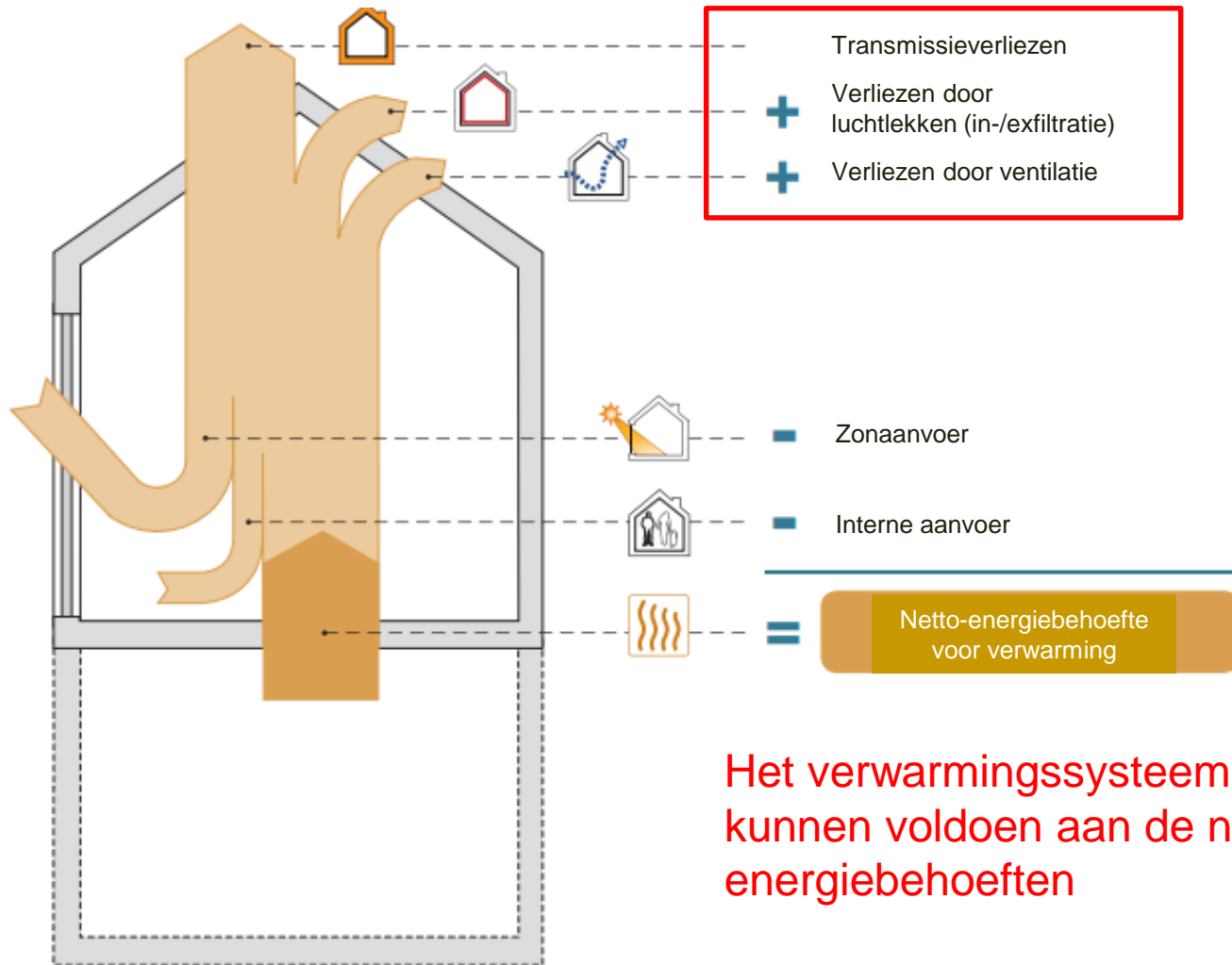
## 3. Technische vereisten

- 3.1. Productie van verwarming en SWW: tertiair
- 3.2. Productie van SWW met doorstroming of accumulatie?



# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.1. Warmteverliezen naar buiten



Het verwarmingssysteem moet kunnen voldoen aan de netto-energiebehoefte

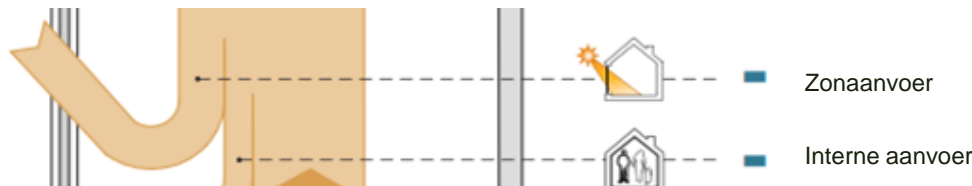


# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.1. Warmteverliezen naar buiten



- Transmissieverliezen:  
➡ Wanden BV, buitentemperatuur, thermische bruggen
- Ventilatieverliezen:  
➡ Warmterecuperatie, ventilatiedebiet
- Verliezen door luchtlekken:  
➡ Luchtdichtheid, oriëntatie, wind



*De gratis zonaanvoer en de warmte die de personen in het gebouw afgeven, gaan deze verliezen gedeeltelijk tegen.*

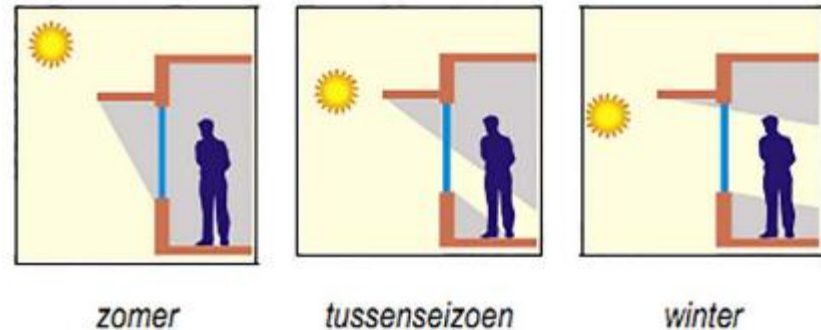


# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.2. Interne en externe aanvoer

- Optimalisatie van de glasoppervlakken volgens oriëntatie
- Zonnewering:
  - Automatische zonnegordijnen
  - Zonbreker (“zonneklep”)

*Een luifel aan een gevel aan de zuidkant:*



- Beperking van de interne winst:
  - Verlichtingstoestellen met hoog rendement
  - Regeling door daglichtcompensatie

Source/Bron : J. Flémal -  
Architecture et Climat - UCL



Dossier Warmtelasten beperken

# 1. De warmtestromen in het gebouw?

## 1.3. De warmteverliezen van het verwarmingssysteem

Door alle kenmerken van de verwarmingsinstallatie in aanmerking te nemen, bekomt men het eindenergieverbruik. Dit is de hoeveelheid energie die de verwarmingsinstallatie nodig heeft om de netto-energiebehoefte van de energiesector te dekken.

**De verwarming moet haar eigen verliezen bestrijden.**



# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.3. De warmteverliezen van het verwarmingssysteem



Deze houden verband met:

- Het emissiesysteem:  
→ Radiatoren, ventilatorconvectoren, vloerverwarming
- Het distributiesysteem:  
→ Lengte van de leidingen, warmte-isolatie, distributietemperatuur
- Het opslagsysteem:  
→ Warmte-isolatie, opslagtemperatuur, opslagvolume

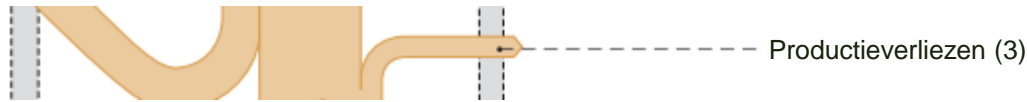
***Hoe groter de temperatuurverschillen, hoe groter de verliezen***





# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.3. De warmteverliezen van het verwarmingssysteem



Deze houden verband met:

- Het productiesysteem:  
➔ Gascondensatieketel, warmtepomp, biomassa: *Eigen rendement*
- Het onderhoud van het productiesysteem:  
➔ Jaarlijks onderhoud
- De optimale werking van het productiesysteem:  
➔ Over-/onderdimensionering, aangepaste regeling

***Een systeem op maat van de behoeften en met een goed jaarlijks onderhoud geeft een beter rendement***



# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.4. De warmteverliezen van het systeem voor SWW

Hetzelfde systeem zorgt voor verwarming en SWW in het gebouw.  
Deze productie kan worden gescheiden aan de hand van verschillende onafhankelijke systemen



# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.4. De warmteverliezen van het systeem voor SWW



Deze houden verband met:

- Het systeem voor distributie van SWW:  
    ➔ Lengte van de leidingen, warmte-isolatie
- Het opslagsysteem:  
    ➔ warmte-isolatie, opslagvolume, opslagtemperatuur



# 1. Warmtestromen in het gebouw

## 1.4. De warmteverliezen van het systeem voor SWW



Deze houden verband met:

- Het productiesysteem:  
➔ Gascondensatieketel, warmtepomp, biomassa: *Eigen rendement*
- Het onderhoud van het productiesysteem:  
➔ Jaarlijks onderhoud
- De optimale werking van het productiesysteem:  
➔ Over-/onderdimensionering, onaangepaste regeling

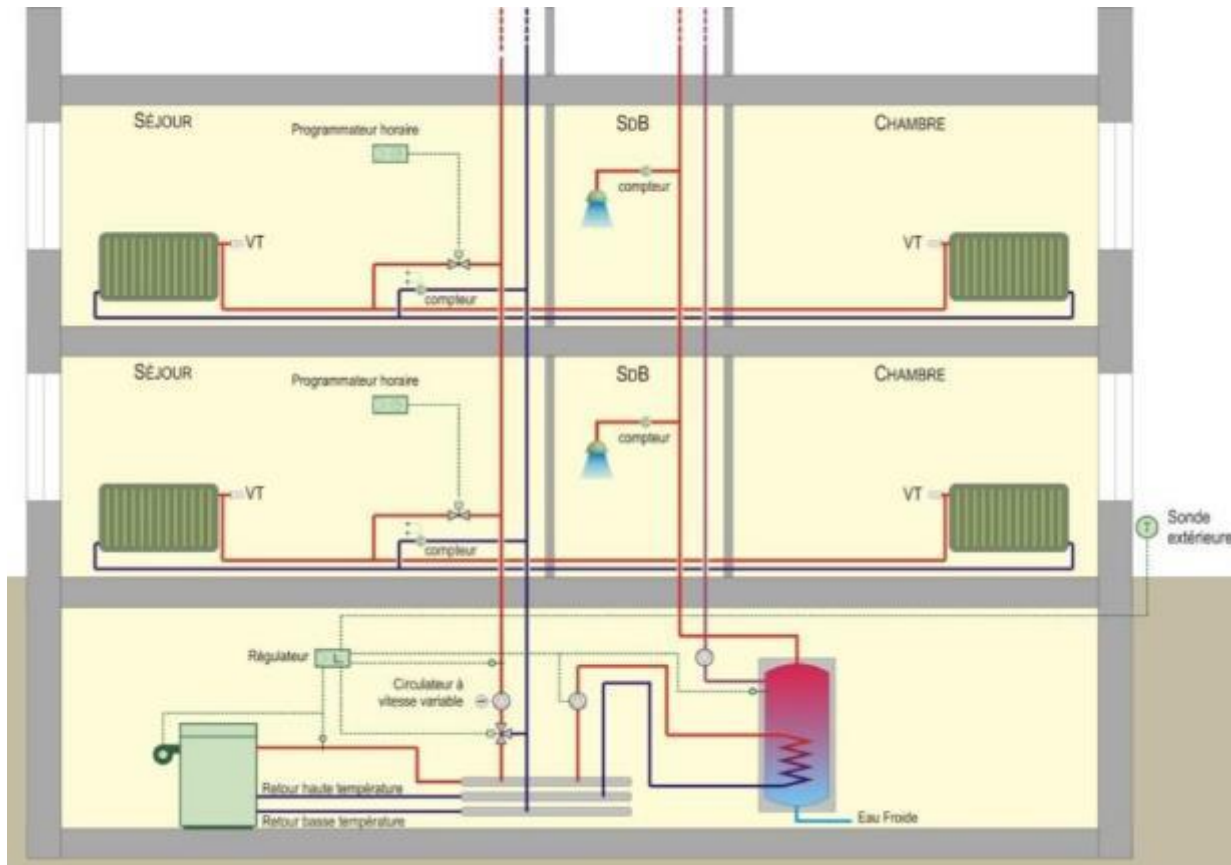


# 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

## 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

### Centraal:

Een gemeenschappelijke ketel voor verwarming en SWW voor alle appartementen



## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

Een centraal systeem vereist:

- Een warmtesysteem dat het gebouw verwarmt
  - *Technisch lokaal, beheer van de meting, uniek onderhoudscontract*
- Een verwarmingsnetwerk door het hele gebouw
  - *Warmte-isolatie van leidingen BBV\**
  - *Verwarmingscirculatiepomp en hulpuitrustingen*
  - *Een aangepaste regeling*
- Een SWW-kring door het hele gebouw
  - *Warmte-isolatie van de SWW-kring*
  - *Circulatiepomp SWW*
  - *Een opslagvat met groot volume (accumulatie)*
  - *Een doorstroomwarmtewisselaar met groot vermogen (accumulatie)*

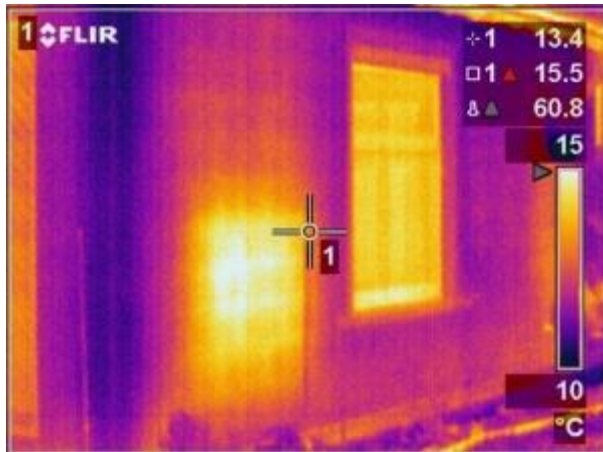
\* *BBV: Buiten Beschermd Volume*



# 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

## 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

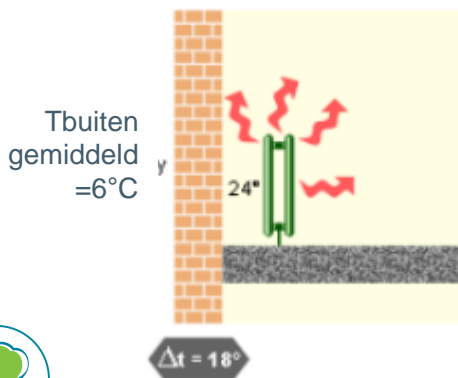
### De verliezen op de warmte-emissie in cijfers uitgedrukt



Bron: [www.flir.eu](http://www.flir.eu)

### De emissiesystemen: verliezen van een radiator

- Luchtcirculatie niet belemmeren
- Reflecterende plaat indien tegen een koude wand geplaatst
- Werken bij LT beperkt de verliezen



Bron : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

Jaarlijks verlies tegen een niet-geïsoleerde wand:

$$1\text{m}^2 \times (T_{\text{binnen achter middelgrote radiator}} - T_{\text{buiten gemiddeld}}) \times U_{\text{muur}} \times T_{\text{tijd}}$$

$$1 \times (24^\circ\text{C} - 6,5^\circ\text{C}) \times 2 \text{ W/m}^2\text{K} \times 5.800 \text{ u} / 1000$$

$$210 \text{ kWh /jaar}$$

# 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

## 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

### De verliezen op de warmtedistributie in cijfers uitgedrukt

#### De distributiesystemen: verliezen van het netwerk

- Warmte-isolatie van de leidingen BBV
- Beperking van de lengte van de leidingen
- Beperking van de circulatiesnelheid:  
    ➔ Turbulentie = toegenomen warmteoverdracht = toegenomen belastingverlies
- Werken bij LT
- Circulatiepomp met variabel debiet
- Regeling en strangregelkleppen





## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### De verliezen op de warmtedistributie in cijfers uitgedrukt

Voor 1 m leiding:

$$(\text{gemiddeld,water } T \text{ [}^\circ\text{C]} - \text{omgeving } T \text{ [}^\circ\text{C]}) \times k_{\text{leiding}} \text{ [W/mK]} \times \text{Aantal uren [u]}$$

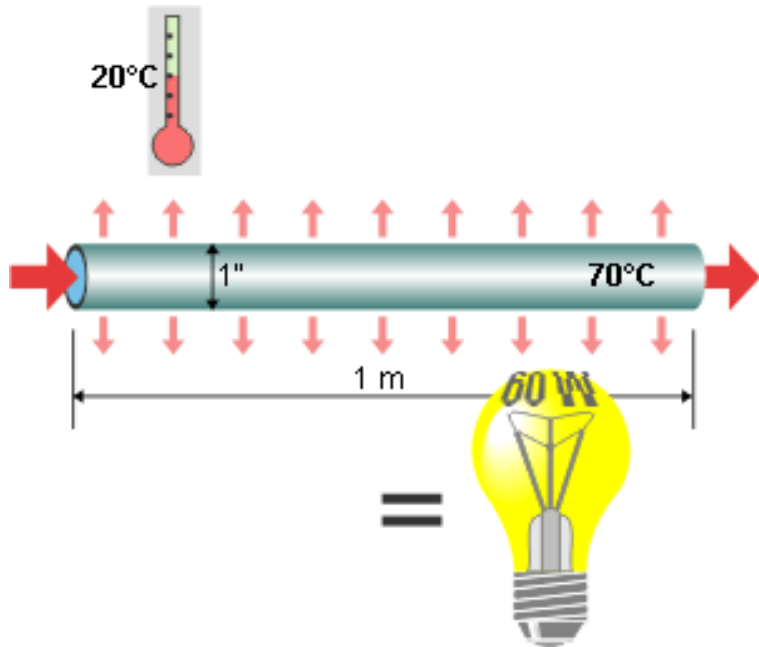
- $k_{\text{leiding}}$ ? Naargelang het materiaal (warmtegeleidingsvermogen), de diameter en de dikte ervan, het regime van het fluïdum in de leiding, het om een ingegraven leiding gaat of niet
- De gemiddelde temperatuur van het water is afhankelijk van de werking van de verwarmingsinstallatie (ingesteld op constante temperatuur? Op glijdende temperaturen?...)
- De omgevingstemperatuur is de gemiddelde temperatuur van de omgeving van de leiding tijdens het stookseizoen
- Het aantal uren is de duur van het stookseizoen



## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### De verliezen op de warmtedistributie in cijfers uitgedrukt



Sources : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

1 meter DN32 waar water van 70°C doorheen loopt = 60 W verlies  
 $(70\text{ °C} - 50\text{ °C}) \times 1,2\text{ W/mK} = 60\text{ W}$

Op 3.600 verwarmingsuren : **216kWh**



**Of ongeveer € 11 voor gas 0,05 €/kWh**



## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### Thermische verliezen van een SWW-kring volgens warmte-isolatie

Lengte van de kring – 100 m $T^{\circ}_{\text{kring}} - T^{\circ}_{\text{omg.}} = 40^{\circ}\text{C}$	Verliezen in de leiding (inclusief accessoires)	Jaarlijkse verliezen 8.760u
Niet geïsoleerd $k = 1,42 \text{ W/mK}$ 	5.700 W	50.000 kWh
Beperkt geïsoleerd $k = 0,37 \text{ W/mK}$ 	1.500 W	13.500 kWh
Goed geïsoleerd $k = 0,21 \text{ W/mK}$ 	850 W	7.500 kWh



## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### Geregelementeerde isolatie volgens EPB verwarming

Bij de EPB-oplevering van een verwarmingssysteem dienen de warmwaterleidingen en warme luchtkanalen in het kader van de wetgeving EPB-verwarming geïsoleerd te worden. De minimale isolatiedikte hangt af van:

- Het type omgeving: binnen of buiten het beschermd volume
- De diameter van de leiding/het kanaal
- De thermische performantie van het materiaal
- Bij SWW-leidingen: als het al dan niet een circulatieleiding betreft (uitgezonderd thermosifon)

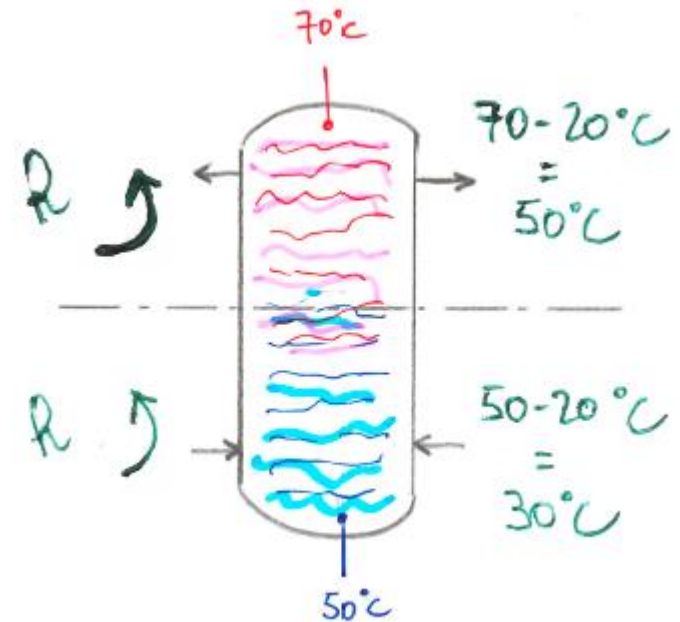


## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### De verliezen op de warmteopslag in cijfers uitgedrukt

Volume opslagvat (m <sup>3</sup> )	1
Diameter (m)	0,79
Hoogte (m)	2,04
Dikte isolatie (m)	0,1
Oppervlakte opslagvat (m <sup>2</sup> )	7,9
T° opslag (°C)	70
T° omgeving (°C)	20
Warmtegeleidend vermogen isolatie (W/m/k)	0,033
Thermische verliezen (W)	130
Gebruiksduur (u/jaar)	3600
<b>Jaarlijkse verliezen (kWh)</b>	<b>468</b>



- Isolatie van het buffervat
- Beperking van de opslagtemperatuur: verwarmingscurve
- De gelaagdheid in het vat benutten (*cf. schema*)



## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### Thermische verliezen van het opslagvolume

Volume opslagvat (m <sup>3</sup> )	1000	2000
Diameter (m)	0,79	1,1
Hoogte (m)	2,04	2,1
Dikte isolatie (m)	0,1	0,1
Oppervlakte opslagvat (m <sup>2</sup> )	7,9	11,2
T° opslag (°C)	60	60
T° omgeving (°C)	20	20
Warmtegeleidend vermogen isolatie (W/m/k)	0,033	0,033
Thermische verliezen (W)	104	148
Gebruiksduur (u/jaar)	3000	3000
<b>Jaarlijkse verliezen (kWh)</b>	<b>312</b>	<b>445</b>

***Bij accumulatie is het vermogen dat naar SWW gaat laag, maar het grote opslagvolume zorgt voor verliezen.***

*Opmerking: 2 vaten van 1.000 liter verliezen meer dan 1 vat van 2.000 liter*

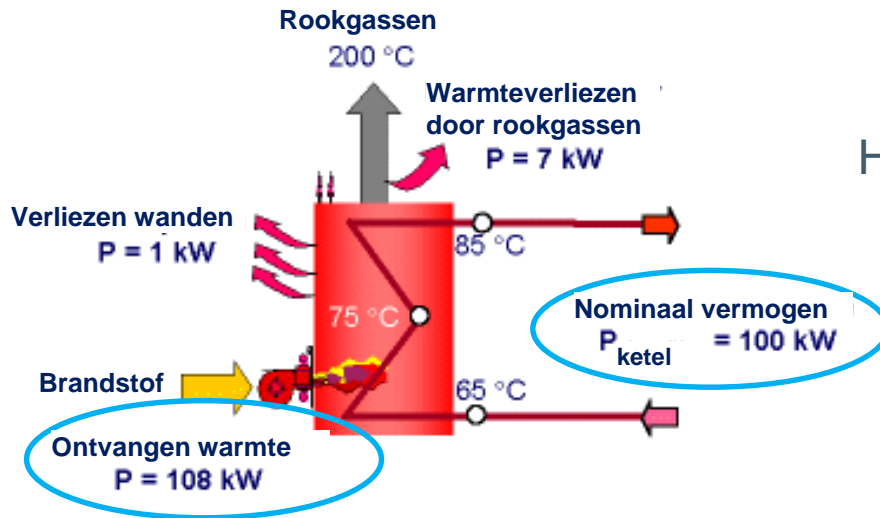


## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### De verliezen op de warmteproductie in cijfers uitgedrukt

#### Vermogensbalans van een klassieke verwarmingsketel



Het nuttig rendement van deze ketel is:

$$R = \frac{100}{108} * 100 = 92,5\%$$

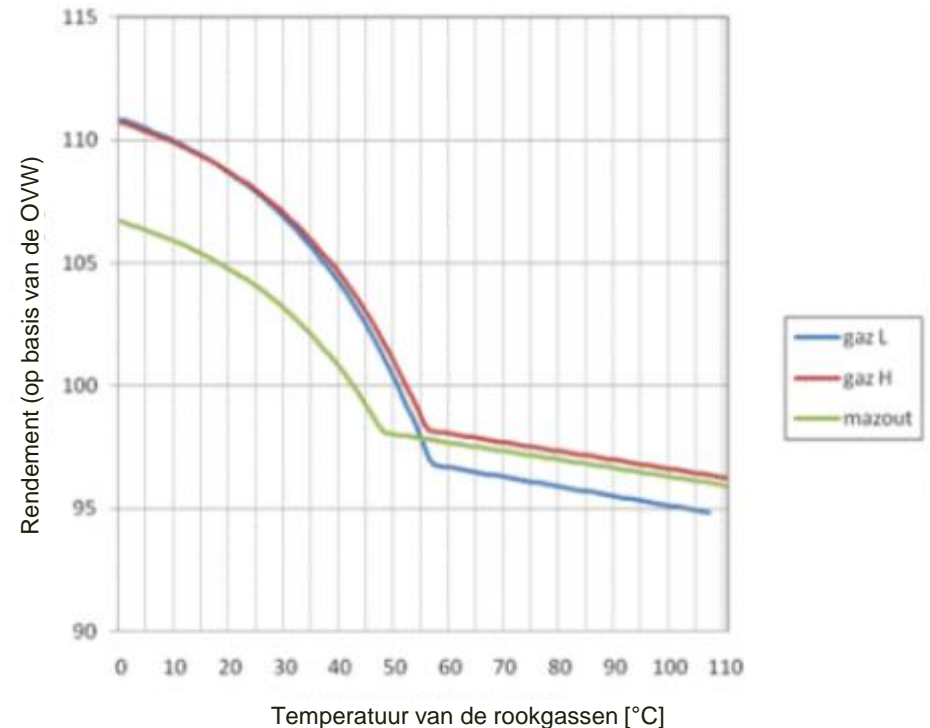
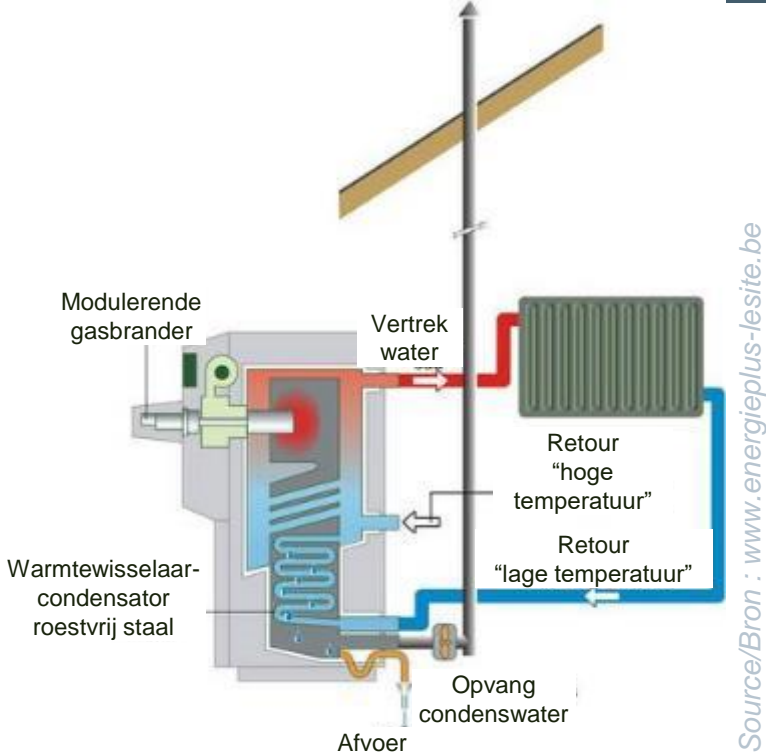


# 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

## 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

### De verliezen op de warmteproductie in cijfers uitgedrukt

#### Vermogensbalans van een klassieke verwarmingsketel



De condensatieketel beperkt de verliezen op verbrandingsgassen door recuperatie van de condensatie-energie van de waterdamp die erin zit.





## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### Evolutie van het rendement van een verwarmingsketel over een verwarmingsseizoen

- Verliezen bij stilstand: Inertie ketel nadat brander heeft stilgelegen  
➔ Notie korte cyclus: dimensionering
- Verliezen bij opstart: verbrandingskwaliteit  
➔ Jaarlijks onderhoud voor een goede verbranding
- Werkingsduur bij condensatie:  $T^{\circ}_{\text{retour}}$   
➔ Regeling volgens verwarmingscurve
- Switch SWW / verwarming: verandering van gang  
➔ Variabel rendement tussen 30 en 100% van het vermogen

***Al deze factoren spelen mee bij de bepaling van het totale seizoenrendement van het verwarmingssysteem***



# De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

## 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

### En het verbruik van de circulatiepompen?

Het totale rendement van het systeem voor verwarming/SWW houdt ook rekening met de doeltreffendheid van de circulatiepompen:

- Werken met variabel debiet waar mogelijk
- Circulatiepompen van klasse A  
(Richtlijn EcoDesign)  
behalve SWW circulatiepompen  
die niet onderworpen zijn aan de  
verordeningen



## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.1. Centrale productie van verwarming en SWW: woningen

#### Orde van grootte van het totale rendement van een verwarmingssysteem met verwarmingsketel

Type van installatie	Rendement in %				$\eta_{\text{totaal}}$
	$\eta_{\text{productie}}$	$\eta_{\text{distributie}}$	$\eta_{\text{emissie}}$	$\eta_{\text{regeling}}$	
Overgedimensioneerde oude ketel, lange distributielus	75 .. 80 %	80 .. 85 %	90 .. 95 %	85 .. 90 %	<b>46 .. 58 %</b>
Goed gedimensioneerde oude ketel, korte distributielus	80 .. 85 %	90 .. 95 %	95 %	90 %	<b>62 .. 69 %</b>
Hoogrendementketel, korte distributielus, aan achterkant geïsoleerde radiatoren, regeling met buitenvoeler, thermostatische kranen, ...	90 .. 93 %	95 %	95 .. 98 %	95 %	<b>77 .. 82 %</b>



Zie ook G\_ENE\_08 voor andere productiesystemen

Bron: [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.2. Centrale productie van verwarming en decentrale productie van SWW: woningen

Een gemeenschappelijke verwarmingsketel en een aparte boiler per woning

- Een elektrische boiler met accumulatie: werking met klokprogramma (nachttarief)
- Een gasboiler met accumulatie of doorstroming

#### Voordelen

- Geen beheer van de circulatie
- Nabijheid van de aftappunten
- Individuele afrekening van de lasten
- Productie door doorstroming
- Productie door accumulatie

#### Nadelen

- Plaatsinname in woonzone
- Hogere investeringskosten

***En wat de verliezen betreft?***



# 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

## 2.2. Centrale productie van verwarming en decentrale SWW-productie: woningen

### Centraal SWW

Verliezen productie + distributie  
= 11.400 kWh/jaar

Waarvan:

3.600 kWh geherwaardeerd

Dus:

**7.800 kWh reële verliezen**

### Individuele boiler SWW

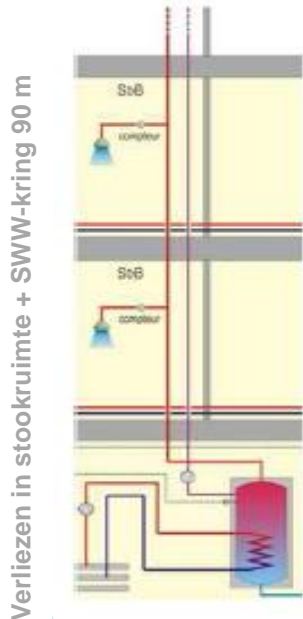
Verliezen productie + distributie  
= 15.500 kWh/jaar

Waarvan:

7.750 kWh geherwaardeerd

Dus:

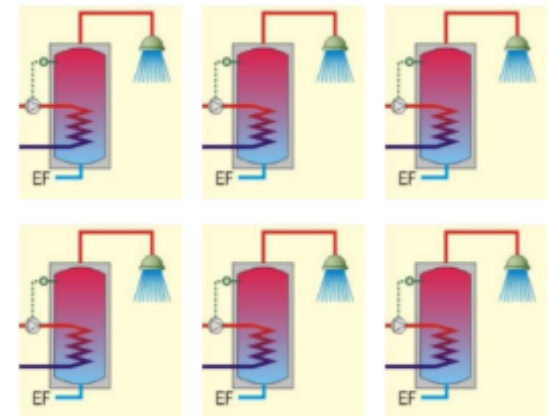
**7.750 kWh reële verliezen**



### Conclusie

Verliezen +/- gelijk  
maar  
ongunstig voor EPB

31 vaten SWW van 100 liter



## 2. De thermische verliezen in cijfers uitgedrukt

### 2.3. Decentrale productie van verwarming en SWW: woningen

Een individuele wandketel verwarming + SWW

- Productie SWW met doorstroming
- Productie SWW met accumulatie

#### Voordelen

- Nabijheid van de aftappunten
- Individuele afrekening van de lasten
- Productie door doorstroming
- Productie door accumulatie
- Individueel onderhoudscontract

#### Nadelen

- Plaatsinname in woonzone
- Hogere investeringskosten
- Geen centraal beheer van regeling en energie
- Risico van overmatig verbruik

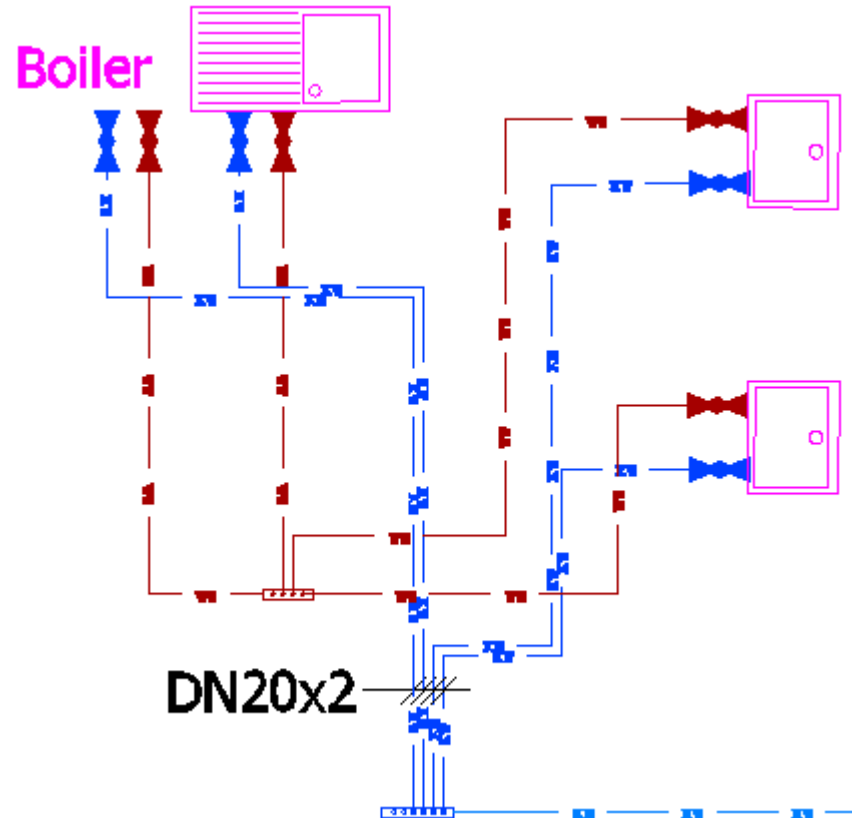
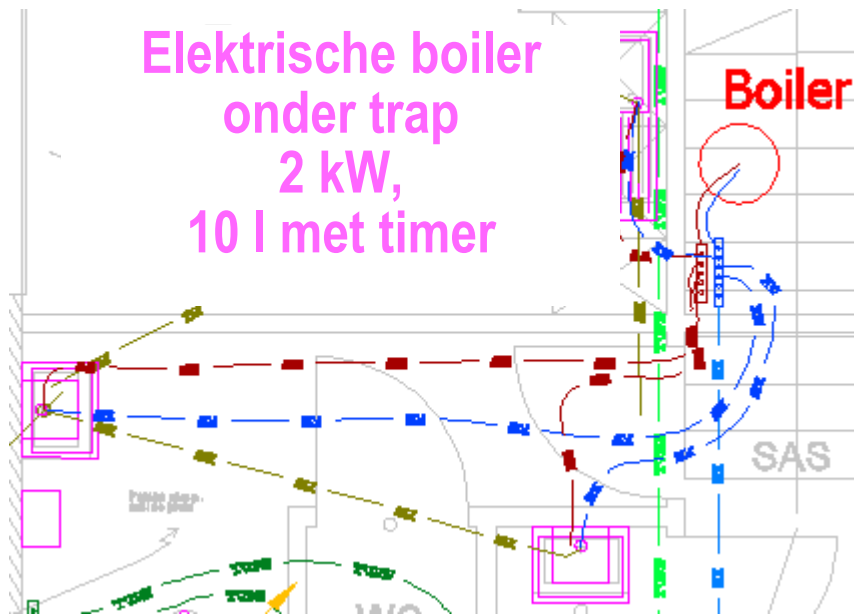


# 3. Technische vereisten

## 3.1. Productie van verwarming en SWW: tertiair

### Geval 1: Kantoorgebouwen

- De behoefte aan SWW is zeer laag vergeleken met die aan verwarming  
➔ *Onafhankelijke elektrische boiler in de nabijheid van de aftappunten*



# 3. Technische vereisten

## 3.1. Productie van verwarming en SWW: tertiair

### Geval 1: Kantoorgebouw

- De behoefte aan SWW is zeer laag vergeleken met die aan verwarming  
→ *Onafhankelijke elektrische boiler in de nabijheid van de aftappunten*
- *Vrij goedkope oplossing*
- *Werking met eenvoudige mechanische timer*
- *Eenvoudig uit te voeren*
- *Zeer weinig verlies: laag watervolume en niet te lange leidingen*
  
- *Elektrisch verbruik*





# 3. Technische vereisten

## 3.2. Productie van SWW met doorstroming of accumulatie?

### Geval 2: Tertiaire keuken

- De behoefte aan SWW is zeer groot vergeleken met die aan verwarming
- De behoefte aan SWW is constant over een gegeven periode

### Meerdere oplossingen:

- *Onafhankelijke boiler: Productie met doorstroming of accumulatie onafhankelijk van verwarming*
- *Productie door accumulatie 's nachts door verwarmingsketel, opslag van dagelijkse behoefte*

*De keuze zal afhangen van het aangewende vermogen om een zware overdimensionering van de ketel voor verwarming + SWW te beperken:*

—————→ *Totaal rendement*



# 3. Technische vereisten

## 3.2. Productie van SWW met doorstroming of accumulatie?

### Geval 2: Tertiaire keuken

- De behoefte aan SWW is zeer groot vergeleken met die aan verwarming
- De behoefte aan SWW is constant over een gegeven periode

### *Accumulatie of doorstroming?*

#### Accumulatie

- + Wisselvallige behoefte
- + Comfort
- + Beperkt vermogen
- Plaatsinname
- Opslagverliezen
  - Legionella
  - Kalkafzetting

#### Doorstroming

- + Constante behoefte
- + Neemt weinig plaats in
- + Thermische verliezen
- Comfort
- Korte cycli
- Constante primaire temperatuur
- Overdimensionering



# 3. Technische vereisten

## 3.2. Productie van SWW met doorstroming of accumulatie?

### Geval 2: Tertiaire keuken

- De behoefte aan SWW is zeer groot vergeleken met die aan verwarming
- De behoefte aan SWW is constant over een gegeven periode

*De doorstroomboiler is een goede oplossing indien de behoefte aan SWW constant is en gegroepeerd over eenzelfde periode:*

- *Geen opslagverliezen*
- *Geen problemen van legionella*
  
- *Het doorstroomvermogen kan echter hoog zijn*

*Dus,*

*Verwarming heeft eigen rendement: optimaal voor condensatie*

*Productie van SWW heeft eigen rendement: optimaal*



# Interessante tools, websites, enz.:

- Rekentool voor sanitair warm water

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16807#c20934692>

- Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf:

<http://www.wtcb.be>



# Referenties Gids Duurzame Gebouwen en andere bronnen:

Gids Duurzame Gebouwen

[www.gidsduurzamegebouwen.brussels](http://www.gidsduurzamegebouwen.brussels)

Thema ENERGIE

[Dossier | De optimale productie- en opslagwijze voor verwarming en sanitair warm water kiezen](#)

[Dossier | Verwarming en sanitair warm water: efficiënte installaties garanderen \(distributie en afgifte\)](#)




# Te onthouden uit de uiteenzetting

- **Minder thermische verliezen**
  - ✓ Isolatie van de leidingen BBV
  - ✓ Isolatie van de opslagvolumes
  - ✓ Vervanging van emissietoestellen: radiatoren op koude wand
  - ✓ Minder temperatuurverschillen: verwarming LT
  - ✓ Kortere leidingen
- **Minder elektriciteitsverbruik**
  - ✓ Circulatiepompen met hoge efficiëntie
  - ✓ Werking met variabel debiet wanneer mogelijk
  - ✓ Regeling van de SWW-kringen
- **Vermijden van overmatig verbruik**
  - ✓ Naregeling
  - ✓ Regeling op verwarmingscurve



# Te onthouden uit de uiteenzetting

	Productie van verwarming		Productie van SWW			
	Centraal	Decentraal	Centraal		Decentraal	
			Accumulatie	Doorstroming	Accumulatie	Doorstroming
Elektriciteitsverbruik en investeringskosten	1 gemeenschappelijke circulatiepomp	1 circulatiepomp per verwarmingsketel	1 SWW-kring	1 SWW-kring	1 SWW-kring per woning	Geen circulatie
Investeringskosten	1 reeks hulpuitrustingen	1 reeks hulpuitrustingen per ketel	1 buffervat	1 warmtewisselaar water/water	1 buffervat per woning	1 warmtewisselaar per woning
Exploitatiekosten	1 onderhoudscontract	1 contract per ketel	Laag vermogen	Hoog vermogen	Laag vermogen	Hoog vermogen
Regeling/gebruikscomfort	Totaal beheer van energiebronnen	Individueel energiebeheer	Legionella	Comfort	Legionella	Comfort
Distributieverliezen	-	+	Gelijk indien goed geïsoleerd		Nabijheid van aftappunten	Nabijheid van aftappunten
Opslagverliezen	-	+			Buffervat	Geen vat



# Contact

**Pierre GUSTIN**

Projectleider

Gegevens

 : +32 4 226 91 60

E-mail: [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)

**éCORCE**  
INGÉNIERIE CONSULTANCE

