

# OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

## WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP

LENTE 2023

### De warmtepomp: algemene principes



Pierre GUSTIN  
écorce  
INGÉNIEUR-CONSULTANT



2

## DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE

- ▶ Herhaling van de basisprincipes
- ▶ Voorstelling van de verschillende technologieën (types warmtepompen, warmtebron, koudebron, omkeerbaarheid en gelijktijdigheid, ...)
- ▶ Bepalen van de rol en invloed van de regeling op de prestaties van de warmtepompen
- ▶ Toelichten van de reglementaire context waarin warmtepompen (WP'S) worden gebruikt en van de stappen vereist om ze in een project te integreren
- ▶ Begrijpen van de verschillende parameters voor de invoer van een WP in de EPB-software en optimalisering van de installatie om de impact ervan op het PEV tot een minimum te beperken
- ▶ Voorstellen van de beschikbare ondersteuningsmechanismen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



**WERKINGSPRINCIPE**

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGLING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGHEID

REGLING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN

**De lucht, het water en de grond bevatten warmte**

- ▶ Die 'onuitputtelijke' energie kan worden gewonnen en gebruikt voor verwarming en voor de productie van sanitair warm water dankzij de warmtepompen.
- ▶ Het ontwerp van een installatie met een warmtepomp verschilt van de 'traditionele' installaties vanaf de keuze-tot de werkingsfase.
- ▶ De uitvoering van de pomp in het complete systeem (sondes, warmtepomp, afgifte-elementen) heeft eveneens een belangrijke invloed op de prestaties.

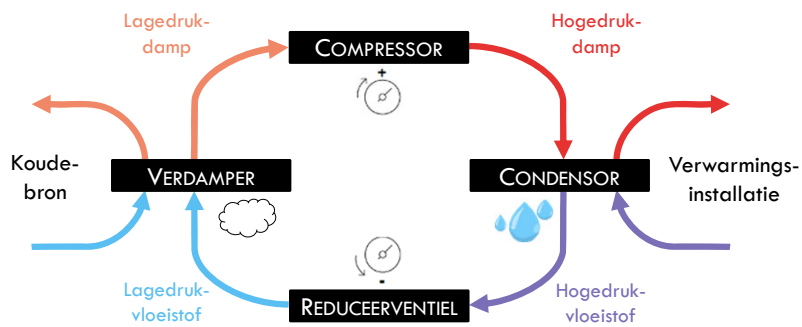
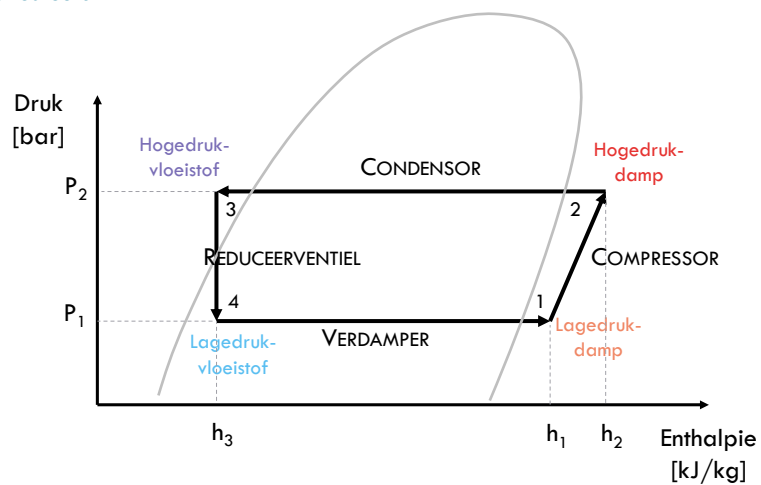


Source / Bron : <https://www.snexplores.org/blog/eureka-lab/study-geyser-these-teens-built-their-own>



**Werkingsprincipe van een warmtepomp:**

- ▶ Onttrekt warmte uit een 'koudebron' (grond, buitenlucht, ...),
- ▶ Verhoogt het temperatuurniveau ervan,
- ▶ Geeft deze warmte af met een hogere temperatuur.

**Ideale thermodynamische cyclus van het fluïdum dat door de warmtepomp circuleert**

**Definitie van de prestatiecoëfficiënt COP:**

$$\text{COP} = \frac{\text{overgedragen energie warmtebron}}{\text{verbruikte mechanische energie}}$$

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{verdamp}}}{W_{\text{compressor}}}$$

**Theoretische/ideale prestatiecoëfficiënt (Carnot-cyclus):**

$$\text{Ideale COP} = \frac{T_{\text{warmtebron}} + 273,15}{(T_{\text{warmtebron}} + 273,15) - (T_{\text{koudebron}} + 273,15)}$$

**In de praktijk:**

- Op de reële COP wordt een coëfficiënt van 0,4 tot 0,7 toegepast

**Hoe kleiner het temperatuurverschil tussen de bron en de te verwarmen ruimte, hoe hoger de COP****► Voorbeeld:**

- $T_{\text{warmtebron}} = 35\text{ °C}$  en  $T_{\text{koudebron}} = 0\text{ °C}$

$$\text{COP}_{\text{ideaal}} = \frac{308,15}{308,15 - 273,15} = 8,8$$

- $T_{\text{warmtebron}} = 35\text{ °C}$  en  $T_{\text{koudebron}} = 10\text{ °C}$

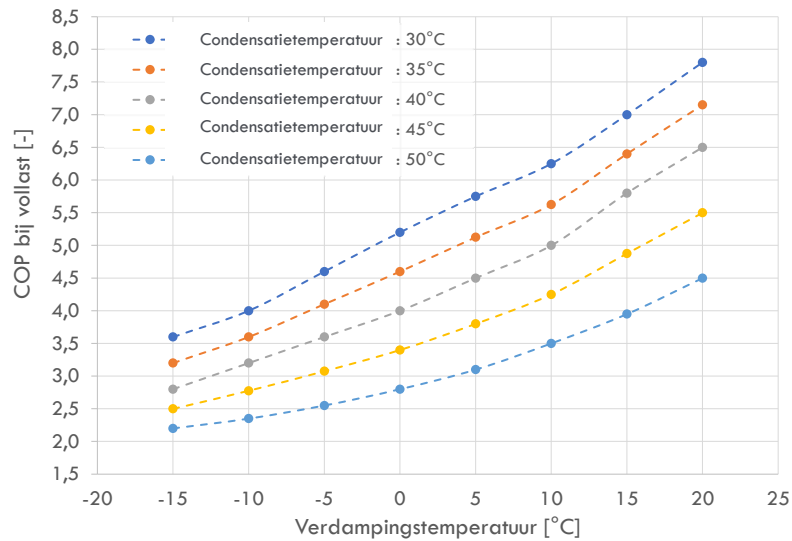
$$\text{COP}_{\text{ideaal}} = \frac{308,15}{308,15 - 283,15} = 12,3$$

- $T_{\text{warmtebron}} = 45\text{ °C}$  en  $T_{\text{koudebron}} = 0\text{ °C}$

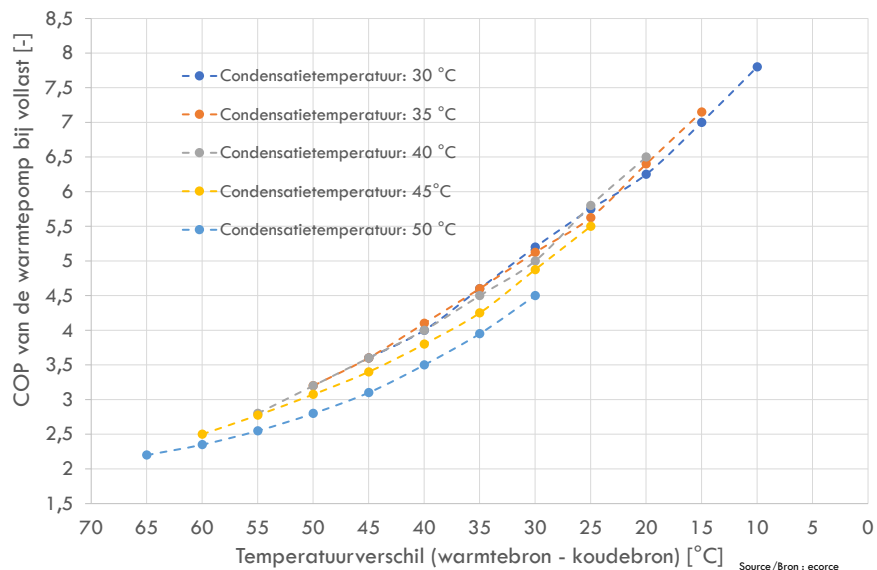
$$\text{COP}_{\text{ideaal}} = \frac{318,15}{318,15 - 273,15} = 7,1$$



## INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR

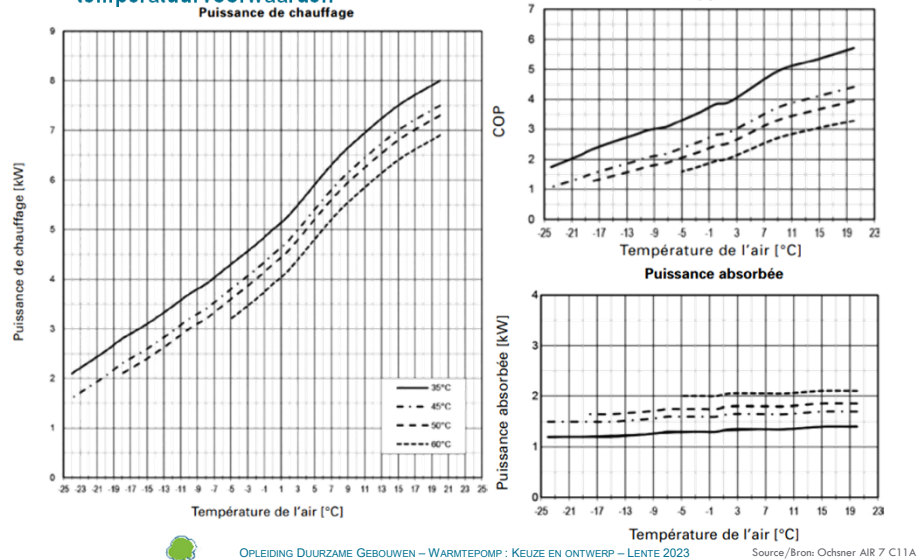


## INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR



## 11 INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR

Het vermogen van een warmtepomp is ook afhankelijk van de temperatuurvoorwaarden



OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

## 12 INHOUDSOPGAVE

WERKINGSPRINCIPE

## VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

- Types
- Configuraties
- Keuze van het koelfluidum
- Koudebronnen

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Compressor met elektromotor**

- Scroll-compressor / Zuigercompressor / Schroefcompressor

Source/Bron : <http://geothermies.fr>

⇒ **Lage vermogens: Scroll-compressoren (15 - 300 kW) meest gebruikt**

|         | 300 kW | 500 kW | 1500 kW |
|---------|--------|--------|---------|
| Scroll  | 100%   | 100%   | 100%    |
| Pistons | 100%   | 100%   | 100%    |
| Vis     | 100%   | 100%   | 100%    |

- Elektronische snelheidsvariatie - prestatieverbetering
  - Vermogensmodulatie: tussen 20 en 120 % van de nominale waarde

⇒ **Besparing die kan oplopen tot 30 %**

**Milieuvoordeel van de elektromotor?**

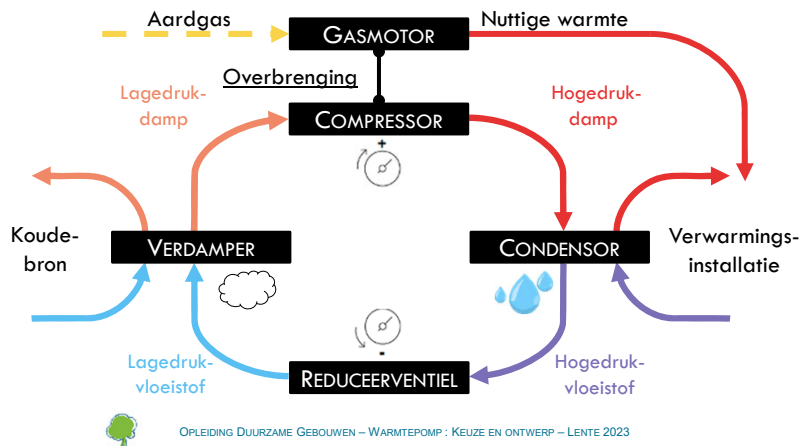
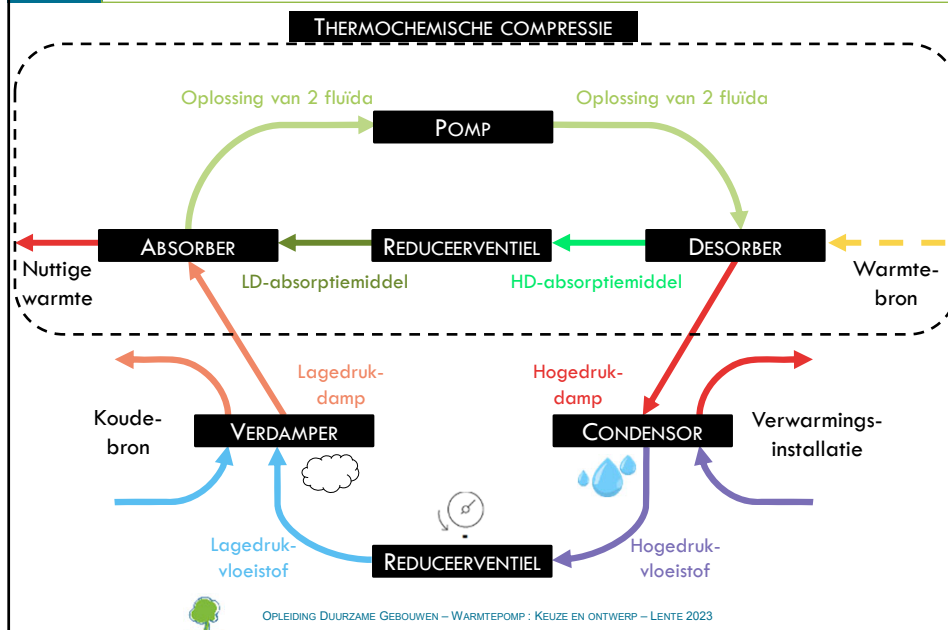
- Evolutie van de milieu-impact van de WP volgens de energiemix van het land
- Productiesysteem zonder atmosferische emissie
- Geen gebruik van fossiele energie op de site
- Direct compatibel met de milieudoelstellingen op lange termijn

→ **De WP is een warmteproductiesysteem waarvan de milieu-impact in de toekomst zou moeten afnemen zonder bijkomende investering**



**COMPRESSIEWARMTEPOMP: GASMOTOR****Belangrijkste verschil t.o.v. de klassieke elektrische warmtepomp:**

- Compressor aangedreven door een verbrandingsmotor via een overbrengingsas.
- Mogelijkheid warmte terug te winnen uit de uitlaatgassen en het koelwater van de motor.

**ABSORPTIEWARMTEPOMP**

**Belangrijkste verschil t.o.v. de klassieke elektrische warmtepomp:**

- Gebruik van warmte als aandrijfenergie van het systeem

**Principe:**

- Gebaseerd op de affiniteit van een koelvloeistof voor een andere vloeistof (ammoniak en water).
- De warmteproductie wordt verzekerd door:
  - de condensatie van de koelvloeistof (ammoniak),
  - de absorptiereactie tussen de vloeistof en een absorptiemiddel (water),
  - de latente-warmteterugwinning uit de rookgassen (bij gasbrander).

**Voordelen:**

- Relatief veilig en robuust systeem (beperkt onderhoud).
- Afwezigheid van motor → grote duurzaamheid (namelijk meer dan 20 jaar).
- Seizoensgebonden COP van 130 % voor hoge temperatuurregimes (60 °C).

**Nadelen:**

- Plaatsinname
- Investeringskosten
- Complexiteit

**Verskillende configuraties van warmtepompen:**

- **WP met directe expansie:** een enkele kring; het koelfluidum circuleert in een gesloten kring in de pomp, de sondes en de warmteafgifte-elementen. Dit type warmtepomp bevat een grote hoeveelheid koelfluidum. Er is geen tussengeplaatste warmtewisselaar.
- **WP met gemengd systeem:** twee kringen; het koelfluidum circuleert rechtstreeks in de sondes en de warmtepomp zonder tussenliggende wisselaar, en de warmteafgifte-elementen worden gevoed met warm water via een warmtewisselaar.
- **WP met tussenfluida:** drie kringen; de koelkring van de warmtepomp, de sondekring waarin water (eventueel met toevoeging van antivries) circuleert, de kring die de afgifte-elementen van warm water voorziet. Er zijn twee warmtewisselaars.



**De WP met constante snelheid:**

- ▶ werkt alleen bij nominaal vermogen,
- ▶ werkt volgens ON/OFF-cycli,
- ▶ kan het aan het net doorgegeven vermogen d.m.v. een bufferreservoir moduleren (15 - 25 l/kW),
- ▶ bestaat in uitvoering met 2 snelheden; mogelijkheid werking in cascade te voorzien.

**De WP met variabele snelheid**

- ▶ gebruikt een frequentieregelaar om het vermogen van de compressor en bijgevolg dat van de WP te moduleren,
- ▶ werkt volgens langere cycli,
- ▶ biedt de mogelijkheid het aan het net doorgegeven vermogen te moduleren,
- ▶ voordelen:
  - betere prestaties,
  - minder slijtage,
  - vereist geen of slechts een kleiner bufferreservoir,
  - werkt stiller.

**Voornaamste technische criteria**

- ▶ Temperatuurverschil: bron- en afgiftetemperatuur
- ▶ Drukspanning: absolute lage en hoge druk

⇒ **Voorbeeld: technische karakteristieken van R410A**



**Voornaamste milieucriteria**

- ▶ ODP: Ozone Depletion Potential
- ▶ GWP: Global Warming Potential
- ▶ TEWI: Total Equivalent Warming Impact

TEWI = Effet de serre direct + Effet de serre indirect

$$TEWI = (PRP_{100} \times L \times n) + (PRP_{100} \times m \times (1 - \alpha_{\text{recovery}})) + (n \times E_a \times \beta) \quad [\text{kg CO}_2]$$

$PRP_{100}$  = Potentiel de réchauffement planétaire du fluide frigorigène [ $\text{kg}_{\text{equiv}} \text{CO}_2$ ]

$L$  = Quantité annuelle de fluide frigorigène perdu par fuite [ $\text{kg}/\text{an}$ ]

$n$  = Durée de vie de l'installation [ $\text{an}$ ]

$m$  = Quantité de fluide frigorigène présent dans la pompe à chaleur à son installation [ $\text{kg}_a$ ]

$\alpha_{\text{recovery}}$  = Taux de récupération de fluide frigorigène lors du démontage de la pompe à chaleur [-]

$E_a$  = Consommation annuelle en énergie [ $\text{kWh}/\text{an}$ ]

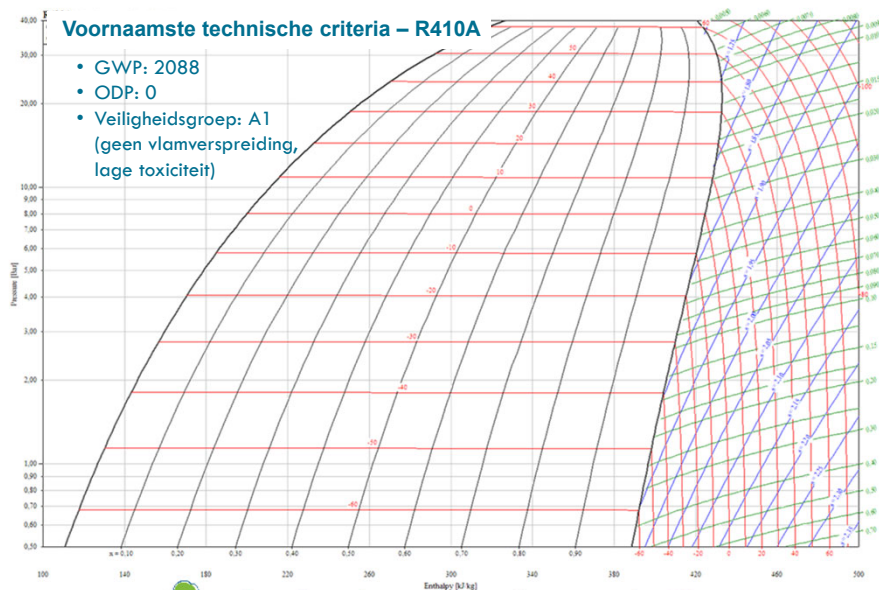
$\beta$  = Emissions en  $\text{CO}_2$  due à la production d'énergie [ $\text{kg CO}_2/\text{kWh}$ ]

- Effet de serre direct
- Effet de serre indirect
- Fuite
- Pertes fin de vie
- Energie utilisée

Source / Bron : EF4

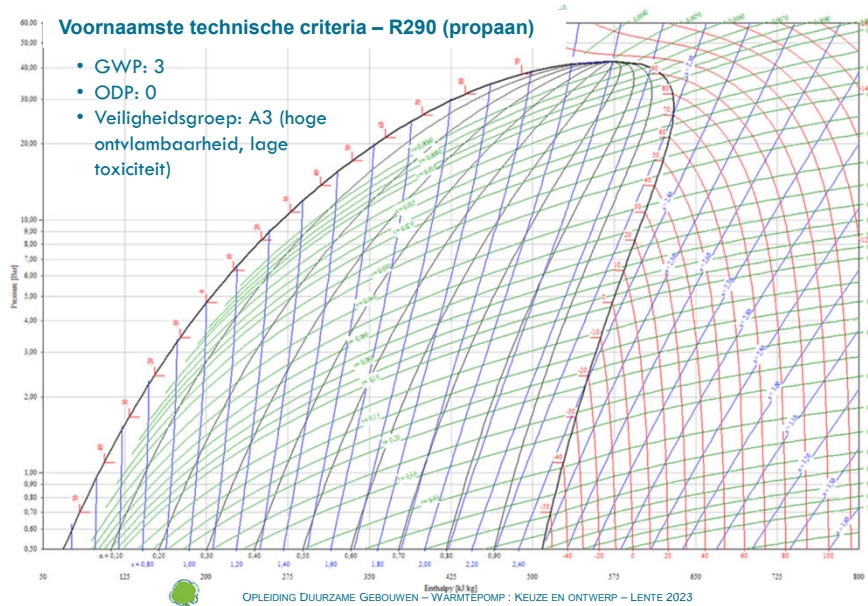
**Voornaamste technische criteria – R410A**

- GWP: 2088
- ODP: 0
- Veiligheidsgroep: A1 (geen vlamverspreiding, lage toxiciteit)



## Voornaamste technische criteria – R290 (propan)

- GWP: 3
- ODP: 0
- Veiligheidsgroep: A3 (hoge ontvlambaarheid, lage toxiciteit)



## WERKINGSPRINCIPE

## VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

- Types
- Configuraties
- Keuze van het koelfluidum
- **Koudebronnen**
  - ⇒ **Aerothermische WP**
  - ⇒ **Geothermische WP**

## AFGIFTE

## SANITAIR WARM WATER

## REGELING

## OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGHEID

## REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



**Koudebronnen:**

- Binnen- of buitenlucht
- **Bodem**, geringe of grote diepte
- Oppervlakte-, grond- of rioolwater

**WP-nomenclatuur:**

- **LUCHT**: directe uitwisseling lucht - koelfluidum
- **BODEM**: directe uitwisseling bodem - koelfluidum
- **WATER**: uitwisseling "zuiver" water - koelfluidum
- **GLYCOLWATER**: uitwisseling glycolwater - koelfluidum

| KOUDEBRON/<br>WARMTEBRON | Directe expansie | Gemengd | Tussenfluida |
|--------------------------|------------------|---------|--------------|
| LUCHT/LUCHT              | x                |         |              |
| LUCHT/WATER              |                  | x       |              |
| BODEM/BODEM              | x                |         |              |
| BODEM/WATER              |                  | x       |              |
| WATER/WATER              |                  | x       | x            |
| GLYCOLWATER /<br>WATER   |                  |         | x            |

**Eenvoudig te plaatsen**

- Geen enkele sonde te installeren
- Geen bijzondere vergunning vereist

**Koudebron:**

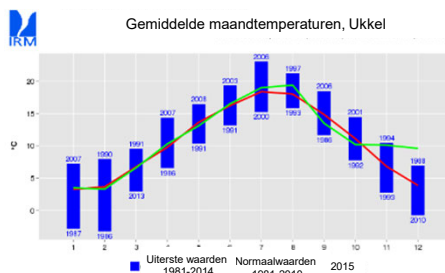
- Omgevingslucht
- Buitenlucht

**Prestaties:**

- Luchttemperatuur varieert sterk in de loop van het jaar

Source/Bron : <http://batiproduits.com>

⇒ Ook de prestaties van de warmtepomp variëren sterk

Source/Bron : <http://dailyscience.be>

| +                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mogelijkheid om met lage of hoge temperaturen te werken</li> <li>▶ Omkeerbaar</li> <li>▶ Geen rookkanaal</li> <li>▶ Geen aanvoer van brandstof</li> <li>▶ Groot vermogensbereik</li> <li>▶ Kan worden gecombineerd met fotovoltaïsche zonnepanelen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Grotere investering dan voor een verwarmingsketel</li> <li>▶ Gebruik van koelvloeistoffen (broeikaseffect)</li> <li>▶ Vereist een aangepast elektriciteitsnet</li> <li>▶ Aanvulling vaak vereist</li> <li>▶ Prestaties en vermogen overeenkomstig temperaturen van warmte- en koudebronnen; nemen af met buitentemperatuur. <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Prestaties en vermogen volstaan niet bij grote vraag.</li> </ul> </li> </ul> |



- ▶ Monosplit en multisplit:
  - Directe expansie zonder tussenfluïdum
- ▶ Systeem met variabel koeldebiet (VRF):
  - Zonder warmteterugwinning
  - Met warmteterugwinning (3 of 4 buizen)
- ▶ Thermodynamische boiler voor SWW-productie
- ▶ Warmtepomp op extractielucht van de ventilatie
  - Voorverwarming van de pulsielucht
  - Verwarming SWW
  - Ontvochtiging van de lucht (bijzonder geval van zwembaden)



Monoblokuitvoering



Source/Bron: Aermec

Splituitvoering



Groot vermogen (200 kWth)

Source/Bron: Aermec



Source/Bron: Aermec



Hybride uitvoering aerothermische WP/gasketel



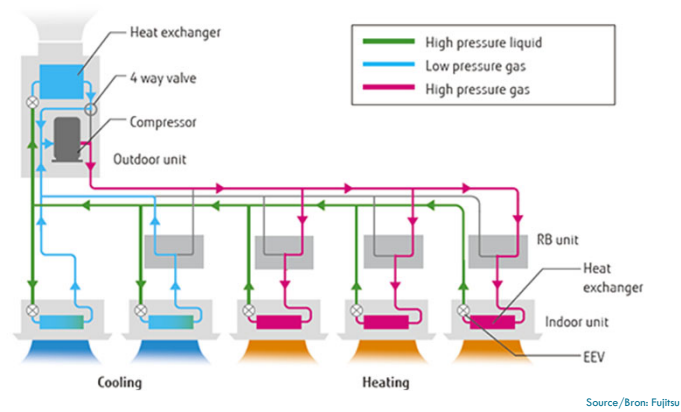
Source/Bron: Daikin

Statische warmtewisselaar



Source/Bron: HeliPac





thermodynamische boiler

| +                                                                                                           | -                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Hoog rendement (in vergelijking met elektrische boiler)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Benodigde ruimte</li> <li>▶ Beperkte SWW-behoeften</li> <li>▶ Werkt op omgevingslucht (koelt de omgevende ruimte af) of op buitenlucht (vereist toevoerinrichting).</li> <li>▶ Luidruchtiger dan elektrische boiler.</li> </ul> |



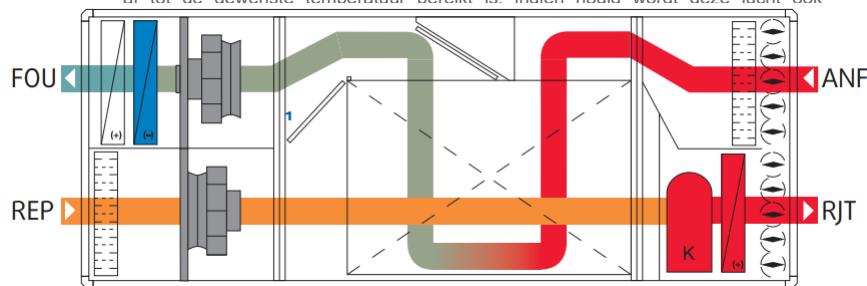
Source/Bron: Öchsner



**Warmtepomp met directe expansie in een luchtbehandelingscentrale**

In de zomer zijn er drie werkingsmodi mogelijk:

- ▶ **Indien  $T_{\text{buiten}} < T_{\text{binnen}}$ :** wordt de warmtewisselaar gebypast.  $T_{\text{vers}} = T_{\text{buiten}}$
- ▶ **Indien  $T_{\text{buiten}} > T_{\text{binnen}}$ :** wordt de warmtewisselaar gebruikt om "de koude terug te winnen" uit de binnenlucht.  $T_{\text{vers}} < T_{\text{buiten}}$
- ▶ **Indien  $T_{\text{buiten}} \gg T_{\text{binnen}}$ :**
  - wordt de warmtewisselaar gebruikt om "de koude terug te winnen" uit de binnenlucht.
  - Vervolgens koelt de geïntegreerde koudegroep met directe expansie de verse lucht af tot de oewenste temperatuur bereikt is: indien nodig wordt deze lucht ook



## WERKINGSPRINCIPE

**VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN**

- ▶ Types
- ▶ **Koudebronnen**
  - ⇒ Aerothermische WP
  - ⇒ **Geothermische WP**

## AFGIFTE

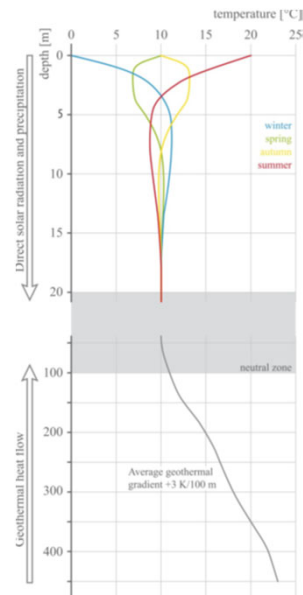
## SANITAIR WARM WATER

## REGELING

## OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID

## REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



**Temperatuur van de bodem:**

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Ze onttrekken warmte uit de grond of het water van een grondwaterlaag via een net van sondes of boringen**

**Horizontale sondes:**

- Ingegraven op geringe diepte (0,6 m tot 1,2 m)

**Verticale sondes (open/gesloten):**

- Zo goed als onafhankelijk van buitentemperatuur
- Vereist de realisatie van boringen

**Geothermische korven:**

- Alternatief systeem

| +                                                                                                                                                            | -                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>► Hoog en "constant" rendement</li> <li>► Stiller in buitenomgeving</li> <li>► Mogelijkheid tot geokoeling</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>► Grondinneming warmtewisselaar buiten</li> <li>► Vermogen beperkt door beschikbare terreinoppervlakte</li> <li>► Kost van boringen</li> <li>► Delicate dimensionering (gevaar voor uitputting van de bodem)</li> </ul> |



OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

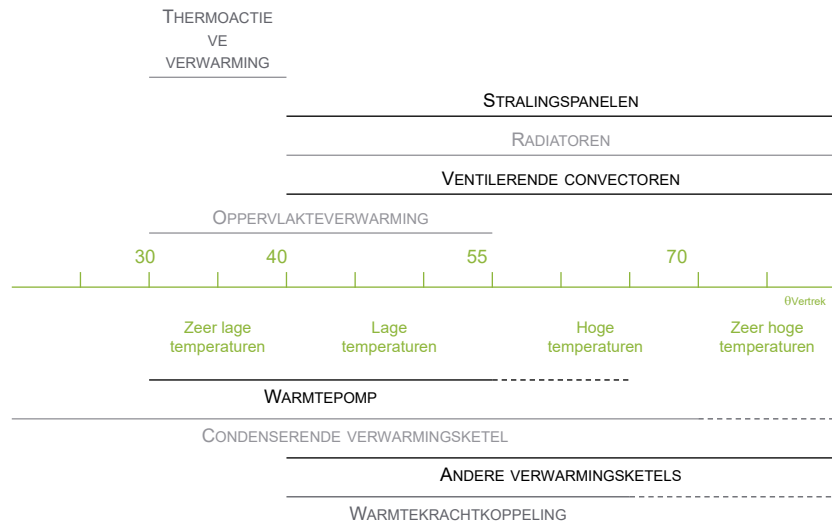
**Maar ook ...**

- Rivier, kanaal, meer ...
- Rioolwater (riothermie)
- Afvalwarmte



WERKINGSPRINCIPE  
VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN  
**AFGIFTE**  
SANITAIR WARM WATER  
REGELING  
OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID  
REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



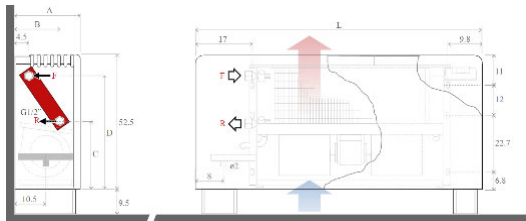
**Compatibiliteit afgifte / productie****En bij koeling?**

- ▶ Er bestaan gewoonlijk 2 temperatuurregimes
  - 7/12 °C “koeling”,
    - ⇒ productie van condensaten
  - 16/18 °C → “lichte koeling”,
    - ⇒ geen productie van condensaten,
    - ⇒ beperkt vermogen,
    - ⇒ compatibel met passieve koeling
- ▶ Compatibele afgifte-elementen:
  - Identiek aan die voor verwarming, radiatoren uitgezonderd,
  - Moeten worden voorzien en gedimensioneerd voor de koudeproductie, en eventueel voor het beheer van de condensaten,
  - Eventueel omkeerbaar warmte/koude, twee buizen of vier buizen



## Dimensionering?

- De vertrektemperatuur heeft een grote invloed op het afgiftevermogen.
- Voorbeeld voor een omkeerbare ventilerende convector:



| Type | Hauteur<br>[cm] | Longueur<br>[cm] | Largeur<br>[cm] | Position | CHAUFFER | CHAUFFER | CHAUFFER | CHAUFFER | LIGHT<br>COOLING<br>Non condensant | DEEP<br>COOLING<br>Total | DEEP<br>COOLING<br>sensible |
|------|-----------------|------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
|      |                 |                  |                 |          | 75/65/20 | 55/45/20 | 45/35/20 | 35/30/20 | 16/18/27<br>50% R.V.               | 7/12/27<br>50% R.V.      | 7/12/27<br>50% R.V.         |
|      |                 |                  |                 |          | [Watts]  | [Watts]  | [Watts]  | [Watts]  | [Watts]                            | [Watts]                  | [Watts]                     |
| 02   | Tous            | Tous             | Tous            | max      | 4000     | 2386     | 1571     | 990      | 769                                | 1833                     | 1304                        |

Source/Bron: Jaga

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP – KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

## Dimensionering?

- De vertrektemperatuur heeft een grote invloed op het afgiftevermogen.
  - Als er bij renovatie van een productiesysteem met hoge temperatuur op een warmtepomp wordt overgestapt, dient er nagegaan of het afgiftesysteem toereikend is.
- Voorbeeld voor de radiatoren:

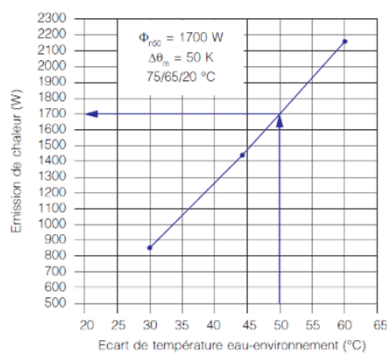
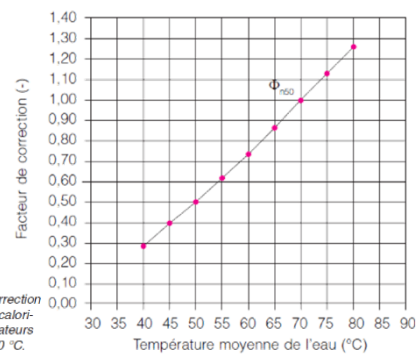


Fig. 10  
Exemple de courbe  
caractéristique d'un  
radiateur (détermi-  
nation de l'émission  
calorifique selon  
la norme NBN  
EN 442-2) [B9].

Fig. 11  
Facteur de correction  
de l'émission calori-  
fique des radiateurs  
d'un local à 20 °C.



Source/Bron: WTCB, rapport nr. 14

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP – KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023



## Oefening

- In een ruimte staat een radiator met een vermogen van 1500 W voor een temperatuurregime van 75/65/20.

Wat is zijn vermogen bij een regime van 55/45/20?

- $P_{50/40/20} = 1500 \cdot 0,51 = 765 \text{ W}$  → Zal dit nog volstaan om de ruimte te verwarmen? Zo nee, welke oplossing(en) kan (kunnen) dan worden overwogen?

Tableau D.1 Valeurs de  $\Phi/\Phi_{50}$  à diverses températures ambiantes et diverses températures d'eau pour un débit nominal (exposant  $n = 1,3$ ) (suite).

| Température de l'eau de départ $\theta_{d,e}$ (°C) | Température ambiante $\theta_a$ (°C) | Température de l'eau de retour $\theta_{r,e}$ (°C) |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                    |                                      | 30                                                 | 35   | 40   | 45   | 50   | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 |
| 55                                                 | 24                                   | 0,21                                               | 0,29 | 0,36 | 0,42 | 0,48 |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 22                                   | 0,26                                               | 0,33 | 0,40 | 0,47 | 0,53 |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 20                                   | 0,30                                               | 0,38 | 0,45 | 0,51 | 0,57 |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 18                                   | 0,35                                               | 0,42 | 0,49 | 0,56 | 0,62 |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 16                                   | 0,40                                               | 0,47 | 0,54 | 0,60 | 0,67 |    |    |    |    |    |    |    |
| 50                                                 | 24                                   | 0,19                                               | 0,26 | 0,32 | 0,37 |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 22                                   | 0,23                                               | 0,30 | 0,36 | 0,42 |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 20                                   | 0,27                                               | 0,34 | 0,40 | 0,46 |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 18                                   | 0,31                                               | 0,38 | 0,44 | 0,50 |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 16                                   | 0,36                                               | 0,42 | 0,49 | 0,55 |      |    |    |    |    |    |    |    |
| 45                                                 | 24                                   | 0,16                                               | 0,22 | 0,27 |      |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 22                                   | 0,20                                               | 0,26 | 0,31 |      |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 20                                   | 0,24                                               | 0,30 | 0,35 |      |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 18                                   | 0,28                                               | 0,34 | 0,40 |      |      |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                    | 16                                   | 0,32                                               | 0,38 | 0,44 |      |      |    |    |    |    |    |    |    |

$$\Phi/\Phi_{50} = (\Delta\theta_r/49,83)^n$$

où :

$$\Delta\theta_r = (\theta_{d,e} - \theta_{r,e})/n \ln[(\theta_{d,e} - \theta_a)/(\theta_{r,e} - \theta_a)]$$

Source: Bric: WTGB, rapport nr. 14



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

**SANITAIR WARM WATER**

REGELING

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



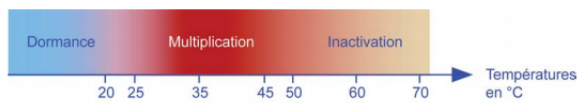
**Bijzonderheden van de SWW-productie**

- Behoeft:

|                           | Spoelbak  | Wastafel  | Bad     | Douche  |
|---------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| Taptemperatuur (NBN 345)  | 55 °C     | 40 °C     | 40 °C   | 40 °C   |
| Tapprofiel (DIN 1988-300) | 4,2 l/min | 4,2 l/min | 9 l/min | 9 l/min |

- Eisen op het vlak van de hygiëne (legionellaproblematiek)

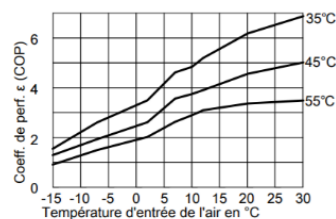
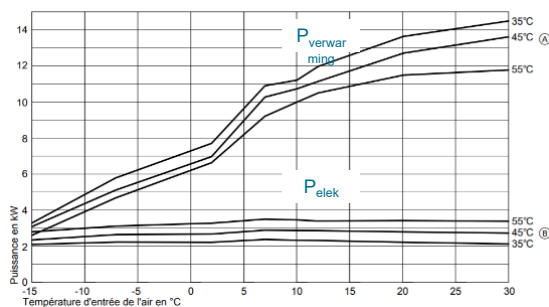
*La température est un facteur essentiel conditionnant le développement des légionelles*



▲ Figure 13 : La croissance des légionelles en fonction de la température. L'optimum de croissance se situe entre 25 et 45°C environ.

Bron: Guide installations d'eau chaude sanitaire, règles de l'art Grenelle Environnement 2012

⇒ **Productietemperatuur ~ 60 °C**

**Invloed van het temperatuurregime op de prestaties van een WP**

Source/Bron : Ochsner AIR 7 C11A

- De prestaties (COP) en het vermogen zijn afhankelijk van het temperatuurverschil tussen de warmte- en koudebronnen.
- De productietemperatuur van het SWW bedraagt meestal 55 - 60 °C.
  - ⇒ de prestaties nemen af
  - ⇒ een aangepaste warmtepomp voorzien

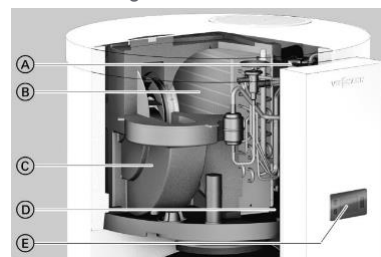
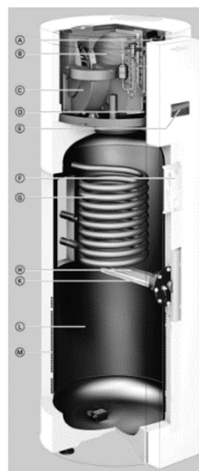


**Er bestaan verschillende oplossingen:**

- ▶ thermodynamische boiler,
  - met elektrische aanvulling
  - met aanvulling d.m.v. verwarmingsketel
  - met aanvulling d.m.v. zonnepanelen
- ▶ specifieke (aerothermische of geothermische) WP met hoge temperatuur,
- ▶ gemengde WP verwarming/SWW

**Thermodynamische boiler - Principe**

- ▶ Onafhankelijk toestel voor de productie van sanitair warm water (SWW), met opslagvolume en kleine WP voor de verwarming van dit water.



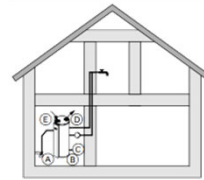
- (A) Compresseur
- (B) Évaporateur
- (C) Ventilateur
- (D) Séparateur de liquide
- (E) Module de commande
- (F) Régulation de pompe à chaleur
- (G) Type T2H-ze uniquement : échangeur de chaleur pour le raccordement d'un générateur de chaleur externe
- (H) Système chauffant électrique (intégré pour le type T2E-ze, accessoire pour le type T2H-ze)
- (K) Anode de protection au magnésium
- (L) Préparateur d'eau chaude sanitaire
- (M) Condenseur

Source/Bron : <http://viesmann.ch>

### Thermodynamische boiler - Koudebron

- **Omgevingslucht van een onverwarmde ruimte:**
  - Profiteert 's winters van hogere temperaturen dan op buitenlucht
  - MAAR haalt een deel van de energie uit het verwarmde volume (aangezien de AOR onrechtstreeks door het aangrenzende volume wordt verwarmd)
- **Extractielucht van de ventilatie:**
  - Samenhangend met de ventilatie → kleiner luchtdebiet dan voor de andere types toestellen (200 m<sup>3</sup>/h tot 350 m<sup>3</sup>/h)
  - Gemiddelde temperatuur van de koudebron ligt hoger

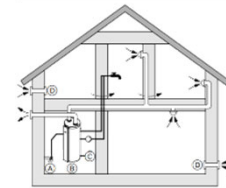
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



Exemple avec le type T2E-ze

- ① Evacuation des condensats
- ② Vitocal 262-A
- ③ Raccordement eau froide
- ④ Sortie d'air
- ⑤ Arrivée d'air

Représentation système pour une utilisation sur air évacué



Exemple avec le type T2E-ze

- ① Evacuation des condensats
- ② Vitocal 262-A
- ③ Raccordement eau froide
- ④ Air extérieur



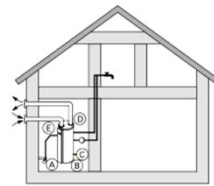
### Thermodynamische boiler - Koudebron

- **Buitenlucht:**
  - Onbeperkt luchtdebiet
  - Gemiddelde temperatuur van de koudebron ligt lager in de winter (minder goede prestaties)
  - Geen effect op de omgeving van het gebouw

### Thermische zonne-energie

- Voorbeeld: 6 m<sup>2</sup> vlakke zonnecollectoren voor een volume van 300 liter.

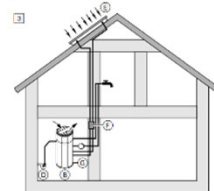
Représentation système pour une utilisation sur air extérieur



Exemple avec le type T2E-ze

- ① Evacuation des condensats
- ② Vitocal 262-A
- ③ Raccordement eau froide
- ④ Sortie d'air vers l'extérieur
- ⑤ Arrivée d'air depuis l'extérieur

Type WWKS (avec utilisation de l'énergie solaire)



- ① Vitocal 160-A, type WWKS (pour le mode à circulation d'air)
- ② Evacuation des condensats
- ③ Capteurs solaires
- ④ Division solaire
- ⑤ Raccordement eau froide



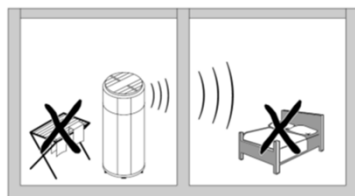
**Specifieke kenmerken**

- ▶ Capaciteit varieert doorgaans tussen 200 en 300 liter (maar kan tot 1.000 liter gaan)
- ▶ Gering thermisch vermogen van 4 tot 6 W/liter
- ▶ Hun reservoir bevat vaak een elektrische weerstand of een tweede warmtewisselaar, waardoor een andere generator kan worden aangesloten
- ▶ Productie van water met een temperatuur van 60 - 65 °C (opgelet: bepaalde modellen gebruiken de elektrische weerstand om van 55 °C naar 60 - 65 °C te gaan)
- ▶ Betere prestaties bij één enkele opwarmbeurt → zo instellen dat meerdere opwarmbeurten in de loop van de dag worden vermeden
- ▶ Energie-efficiëntie  $\eta_{WH}$  van 110 - 130 %
- ▶ Ingenomen ruimte: voor 300 liter, Ø 70 cm en H 170 cm
- ▶ Prijs: tussen € 1.500 en € 3.000
- ▶ Afvoer van de condensaten voorzien
- ▶ De elektrische aansluiting (vermogenschakelaar, ...) is gelijkaardig aan die van een elektrisch warmwatertoestel

**Thermodynamische boiler - Geluidshinder vermijden**

Geluidsvermogensniveau in circulatiewerking bij tapwateropwarming van 15 naar 60 °C en luchtinlaattemperatuur 15 °C

|                   | Geluidsniveau $L_w$ [dB (A)] |     |     |     |      |      |      |      | Totaal |
|-------------------|------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|--------|
|                   | 63                           | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |        |
| In de stookruimte | 16                           | 41  | 46  | 50  | 52   | 49   | 46   | 34   | 56     |

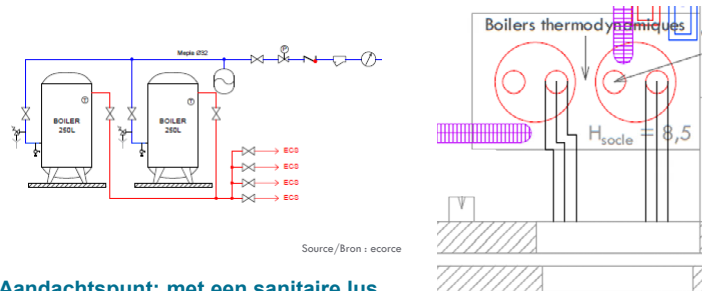


| Geluidsbron                  | $L_w$ (dB) |
|------------------------------|------------|
| Ruisende bladeren            | 30         |
| Geroezemoes                  | 40         |
| Gesprek met gedempte stemmen | 50         |
| Gesprek met normale stemmen  | 70         |
| Gesprek met luide stemmen    | 80         |



**Thermodynamische boiler - Concreet geval**

- ▶ Bestaande installatie: SWW-boiler in een school met keuken, aangesloten op verwarmingsketels en sanitaire lus
- ▶ Nieuwe installatie: twee thermodynamische boilers, parallel aangesloten en rationalisering van tappunten om sanitaire lus te elimineren.



Source/Bron: ecorce

**Aandachtspunt: met een sanitaire lus, “constante” koeling van de boiler wegens verliezen van de lus > in acht te nemen!**

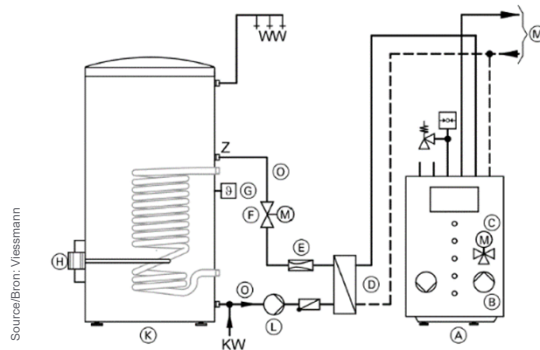
**Thermodynamische boiler - Concreet geval**

Source/Bron: Ecorce



**Gemengde WP - Principe**

- ▶ Hoofdzakelijk lucht/water of glycolwater/water
- ▶ Gekoppeld aan een boiler met spiraalwisselaar voor de SWW-productie (opgelet: verschillend van een eventueel buffervat voor de verwarming)

**Gemengde WP - Specifieke kenmerken**

- ▶ Variabel vermogen (van ongeveer 3 kW tot meer dan 15 kW)
- ▶ Afzonderlijke boiler of boiler geïntegreerd in de binnenunit (capaciteit van 150 liter tot 350 liter)
- ▶ Gering temperatuurverschil tussen vertrek/retour
  - Vermogen van spiraal in de boiler
  - Groter warmtewisselaaroppervlak
- ▶ Elektrische weerstand geïntegreerd in de boiler (voor legionellabestrijding)
- ▶ Mogelijkheid aan een verwarmingsketel te koppelen (hybride WP)
- ▶ Verwarming stilgelegd tijdens de SWW-productie → regelingsstrategie in de toestellen om het risico van gebrek aan comfort te vermijden



**Gemengde WP - Verlaging van SPF (Seasonal Performance Factor) van de installatie**

## ► Prestaties:

## • Grond/water-warmtepomp

COPtest in omstandigheden B0/W35: 4.30

COP in omstandigheden B0/W45: 3.50

COP in omstandigheden B0/W55: 2.80

## • Lucht/water-warmtepomp

COPtest in omstandigheden A2/W35: 3.10

COP in omstandigheden A2/W45: 2.60

COP in omstandigheden A2/W55: 1.68

## ► Legionella: elektrische hulpweerstand

**Voorbeeld - Concreet geval**

## ► Warmtepomp glycolwater/water (13 kW) met buffervat + SWW-boiler



Source/Bron : ecorce



**Voorbeeld - Concreet geval**

- ▶ Warmtepomp glycolwater/water uitsluitend SWW



WP SWW: 4,8 kW

WP verwarming:  
9,7 kW

Source / Bron : ecorce



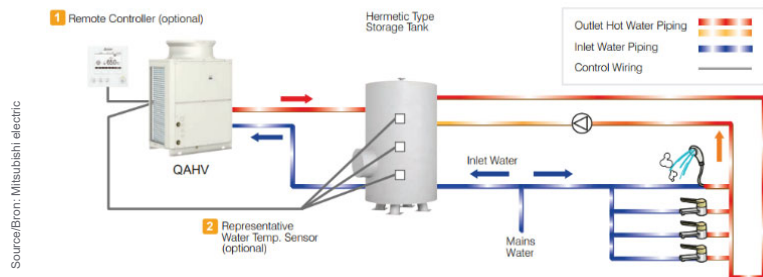
OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem**

- ▶ De WP presteert beter bij één enkele opwarmbeurt → zo instellen dat herhaalde opwarmbeurten in de loop van de dag worden vermeden.
- ▶ Vaak ingesteld om op nachstroom te werken, MAAR als PV-panelen voorzien zijn → instellen om overdag voordeel te halen uit de door de zonne-energie opgewekte stroom!
- ▶ Jaarlijks aantal werkingsuren van de PV-systemen > aantal uren van de thermische zonne-energiesystemen omdat de zonne-energievermogensdrempel voor inschakeling lager ligt bij PV-systemen;
- ▶ In tegenstelling tot bij een thermisch zonne-energiesysteem hoeft men zich niet tevreden te stellen met een LT-voorverwarming om de zonne-energie te valoriseren bij beperkte zonnestraling.



OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**CO<sub>2</sub> WP**

- ▶ Gebruikt CO<sub>2</sub> als koelfluidum
- ▶ GWP (Global Warming Potential) = 1
- ▶ Vermogen: 40 kW (ingangstemperatuur 10 °C, uitgangstemperatuur 65 °C)
- ▶ COP tussen 3,6 en 3,8
- ▶ Toepassingen: winkelcentra, hotels, wellnesscentra, fabrieken, enz.

**CO<sub>2</sub> WP**

|                                          |
|------------------------------------------|
| WERKINGSPRINCIPE                         |
| VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN        |
| AFGIFTE                                  |
| SANITAIR WARM WATER                      |
| <b>REGELING</b>                          |
| OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID        |
| REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN |

**Monovalente werking:**

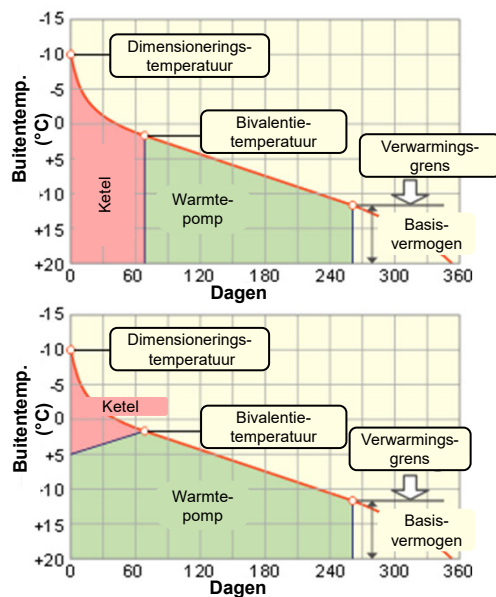
- ▶ De warmtepomp is de enige warmteproducent.
- ▶ De warmtepomp dekt alle energiebehoeften voor de verwarming van het gebouw.

**Bivalente werking:**

- ▶ Naast de warmtepomp is er een aanvullende warmteproducent beschikbaar (verwarmingsketel, elektrische weerstand, ...).
- ▶ Bivalent-parallele werking:  $T_{\text{buiten}} < T_{\text{bivalentie}} \rightarrow 2$  producenten werken parallel
  - Indien het bivalentiepunt op 50 % van het gedimensioneerde vermogen ligt, kan 80 tot 90 % van de jaarlijkse warmtebehoefte door de warmtepomp worden gedekt.
- ▶ Bivalent-alternatieve werking =  $T_{\text{buiten}} < T_{\text{bivalentie}} \rightarrow$  omschakeling tussen de 2 producenten.



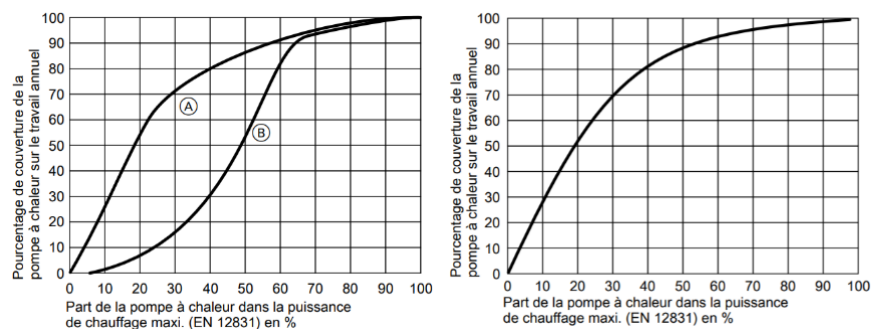
## PRINCIPE VAN MONOVALENT EN BIVALENTE WERKING



Source/Bron : energie +

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

## PRINCIPE VAN MONOVALENT EN BIVALENTE WERKING



Source/Bron: Viessmann

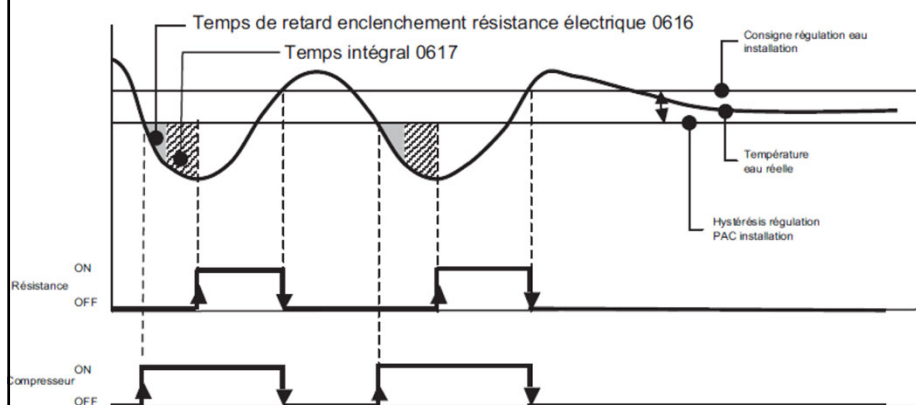
OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Optimale temperatuur van de bron:**

- ▶ Geoptimaliseerde jaarprestaties als de temperatuur van de warmtebron verlaagd wordt wanneer de klimaatvoorwaarden het toelaten.

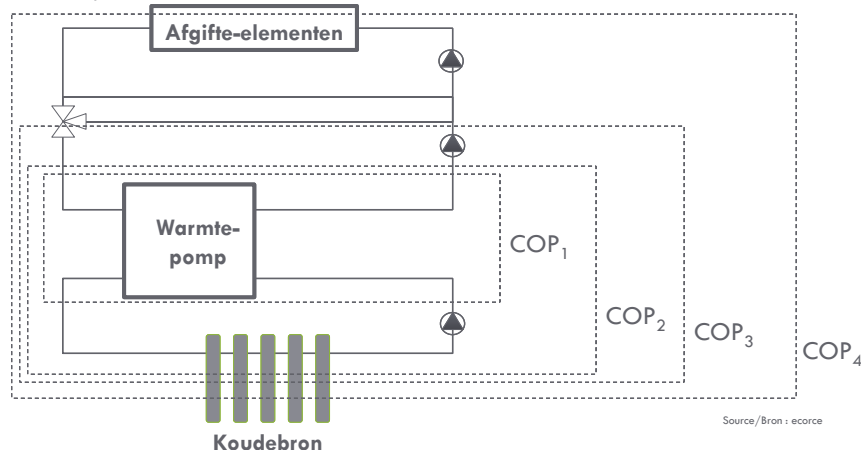
**Invloed van de regelingskeuze op de dimensionering en omgekeerd:**

- ▶ Nominaal vermogen wordt beïnvloed door het type regeling:
  - Werking volgens bezettingsuren: herstartvermogen in acht nemen.
    - ⇒ **Overdimensionering van de warmtepomp(en) vereist, en ook van de afgifte-elementen, van de hulpapparatuur en zelfs van de koudebron (bijvoorbeeld grotere oppervlakte voor de geothermische warmtewisselaar)**
  - Werking 24/24: lager nominaal vermogen
    - ⇒ **Geen overdimensionering vereist maar mogelijke toename van warmteverliezen en verlies van reactiviteit**

**Bivalente werking met elektrische weerstand – beheer van de inwerkingstelling**

## INVLOED VAN DE REGELING

- ▶ Optimale regeling volgens type systeem: gekozen configuratie koudebron + warmtepomp + warmtebron.
- ▶ Invloed van de regeling van de hulpapparatuur op de globale jaarlijkse prestaties van de installatie.



## INVLOED VAN DE REGELING

**Voorbeeld: resultaat van een meetcampagne voor 2 gebouwen uitgerust met:**

- ▶ verticale geothermische warmtewisselaar
  - ▶ water/water-warmtepomp
  - ▶ actieve platen met betonkernactivering
- ⇒ **Gebouw 2: zeer grote invloed van de hulpapparatuur in verwarmingsmodus → Belang van opvolging (monitoring)**

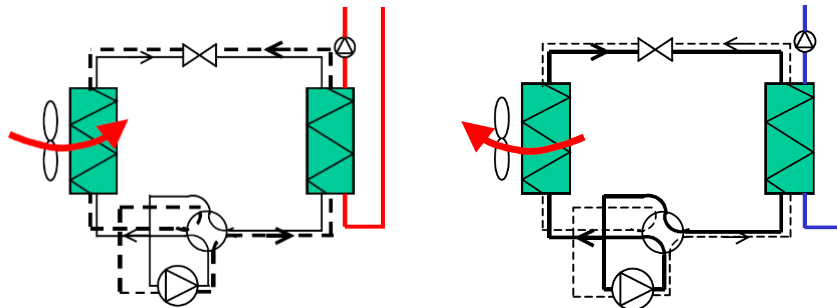
|                   | Eenheid | Gebouw 1 | Gebouw 2 |
|-------------------|---------|----------|----------|
| SCOP <sub>1</sub> | [-]     | 5,15     | 3,56     |
| SCOP <sub>2</sub> | [-]     | 4,71     | 1,96     |
| SCOP <sub>3</sub> | [-]     | -        | 1,59     |
| SCOP <sub>4</sub> | [-]     | 4,38     | 1,23     |



|                                           |
|-------------------------------------------|
| WERKINGSPRINCIPE                          |
| VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN         |
| AFGIFTE                                   |
| SANITAIR WARM WATER                       |
| REGELING                                  |
| <b>OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID</b> |
| REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN  |

**Omkeerbaarheid:**

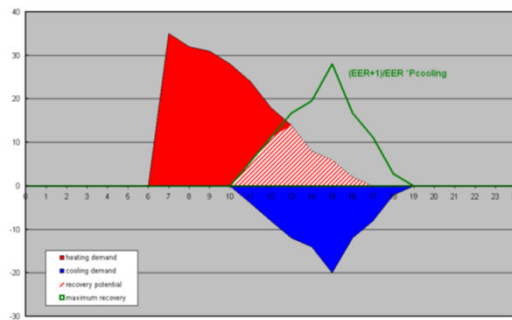
- ▶ De warmtepomp kan werken
  - in verwarmingsmodus
  - in koelmodus
- ▶ Gebruik van een 4-wegsafsluiter (afsluiter voor omkering van cyclus)



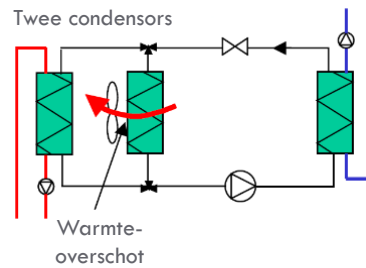
### Mogelijkheid van warmteterugwinning wanneer een installatie gelijktijdig verwarming en koeling vraagt:

- Voorbeeld: computerruimte en kantoor

#### Twee condensors nodig

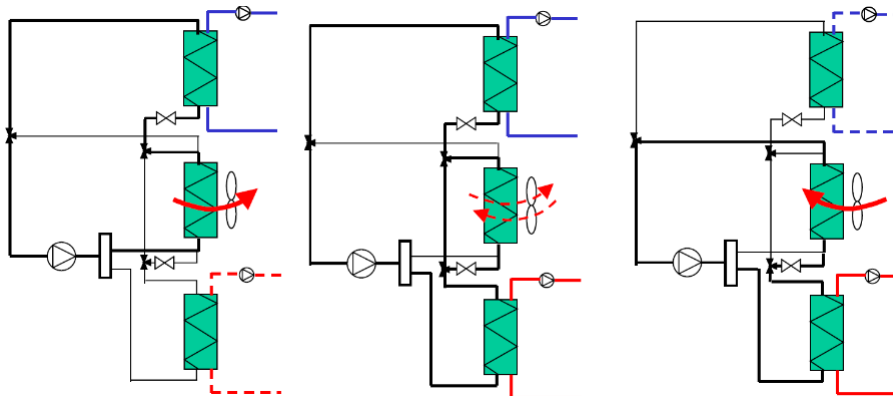


Source/Bron : Uliège



### Sommige warmtepompen maken zowel gelijktijdigheid als omkering mogelijk:

- Hoofdmodus koeling / aanvullend verwarming
- Hoofdmodus verwarming / aanvullend koeling
- Hoofdmodus verwarming en koeling



WERKINGSPRINCIPE  
 VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN  
 WARMTEBRONNEN  
 SANITAIR WARM WATER  
 REGELING  
 OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID  
**REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN**

► **WP= HE?**

- Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- EPB
- Andere regelgevingen
- Financiële steunmaatregelen



**Hé ! Europese doelstellingen tegen 2030**

- Beperking broeikasgassen: -40 %
- Aandeel HE: 32 %
- Verbetering van de energie-efficiëntie: 32,5 %

**BKG: het BHG heeft zich ertoe verbonden tussen 2005 en 2030 de uitstoot van broeikasgassen met 40 % te verminderen**

- Er dient opgemerkt dat in de Green Deal wordt voorgesteld deze doelstelling op te trekken van -40 % naar - 55 %:  
[https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en)

**HE: Gewestelijke doelstelling**

- Productie HE +27 % tussen 2021 en 2030
  - d.w.z. 470 GWh in 2030 (intra-muros)

**Kunnen WP's bijdragen tot de oplossing?**

**Is een warmtepomp  
 een systeem voor het gebruik...  
 of voor de productie van hernieuwbare energie?**



**Berekening van de hoeveelheid energie die door warmtepompen wordt geproduceerd**

De door warmtepompen uit de omgeving onttrokken hoeveelheid aerothermische, geothermische of hydrothermische energie die voor de toepassing van deze richtlijn geacht wordt energie uit hernieuwbare bronnen te zijn,  $E_{RES}$ , wordt berekend volgens de onderstaande formule:

$$E_{RES} = G_{usable} * (1 - 1/SPF)$$

waarbij:

- $-Q_{usable}$  = de geraamde totale hoeveelheid bruikbare warmte die wordt afgeleverd door warmtepompen die aan de in artikel 5, lid 4, bedoelde criteria voldoen, als volgt ten uitvoer gelegd: enkel warmtepompen waarvoor  $SPF > 1,15 * 1/\eta$  worden in aanmerking genomen,
- $SPF$  = het **geraamde gemiddelde seizoensgebonden rendement** voor deze warmtepompen,
- $\eta$  is de verhouding tussen de totale brutoproduktie van elektriciteit en het verbruik van primaire energie voor elektriciteitsproductie en wordt berekend als een EU-gemiddelde, gebaseerd op gegevens van Eurostat.



**$\eta = 48,9 \%$  (Eurostat 2017) => als  $SPF > 2.36$ , dan  $WP = HE$**

Van goed gedimensioneerde en afgestelde installaties met modulerende WP mag de volgende SPF worden verwacht:

| TYPE WARMTEPOMP            | FPS (HT: 55 °C) | Rendement voor primaire energie | FPS (LT: 35 °C) | Rendement voor primaire energie |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| LUCHT – LUCHT              | /               | /                               | 4               | 160 %                           |
| LUCHT – WATER              | 3,1             | 124 %                           | 4,2             | 168 %                           |
| BODEM <sub>H</sub> – WATER | 3,2             | 128 %                           | 4,6             | 184 %                           |
| BODEM <sub>V</sub> – WATER | 4,3             | 172%                            | 5,1             | 204%                            |

En hoger kan ook ...

**Opgelet:** er bestaan verschillende manieren om de SPF te berekenen/te meten!



|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| WERKINGSPRINCIPE                                       |
| VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN                      |
| WARMTEBRONNEN                                          |
| SANITAIR WARM WATER                                    |
| REGELING                                               |
| OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID                      |
| <b>REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN</b>        |
| ▸ WP= HE?                                              |
| ▸ <b>Ecologisch ontwerp &amp; energie-etikettering</b> |
| ▸ EPB                                                  |
| ▸ Andere regelgevingen                                 |
| ▸ Financiële steunmaatregelen                          |



Sinds 26/09/2015 gelden de richtlijnen inzake **ecologisch ontwerp** en **energie-etikettering** voor warmteopwekkingstoestellen voor verwarming en SWW (kleine toestellen met een **nominaal thermisch vermogen**  $\leq 400$  kW niet gevoed door biomassa).

Deze richtlijnen werden aangevuld door gedelegeerde verordeningen:

- 811/2013 (energie-etikettering) en 813/2013 (ecologisch ontwerp): **verwarming** via waterlus, inclusief de gemengde toestellen voor SWW
- 812/2013 (energie-etikettering) en 814/2013 (ecologisch ontwerp): **waterververwarmingstoestellen** en warmwatertanks
- 206/2012 (ecologisch ontwerp): airconditioners van minder dan 12 kW (transportmedium = lucht)



**Energie-etikettering: Europese verordeningen 811/2013 en 812/2013****Alle WP's**

- ▶ op de markt gebracht en/of in gebruik genomen sedert **26 september 2015**
- ▶ met een nominaal thermisch vermogen  $\leq 70$  kW
- ▶ bestemd voor de productie van
  - enkel **verwarming**
  - **de combinatie** verwarming en sanitair warm water
  - enkel **sanitair warm water**

moeten een **etiket** dragen met vermelding van hun

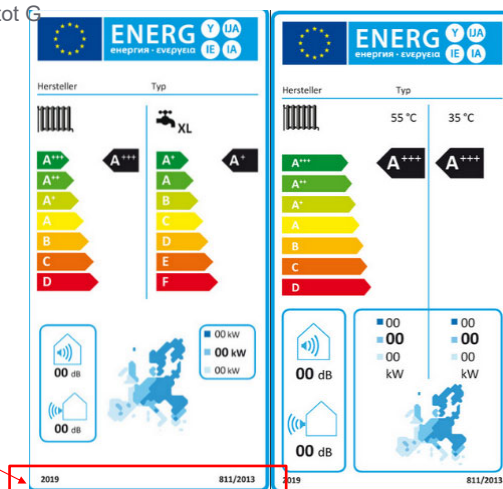
- ▶ energieprestaties
- ▶ geluidsproductie

**Evolutie van de energie-etikettering voor eenvoudige en gemengde verwarmingssystemen:**

- ▶ Oude etikettering: 9 klassen van A++ tot G

- ▶ **Sedert 26 september 2019**
  - 7 klassen voor sanitair warm water: A+ tot F
  - 7 klassen voor verwarming: A+++ tot D

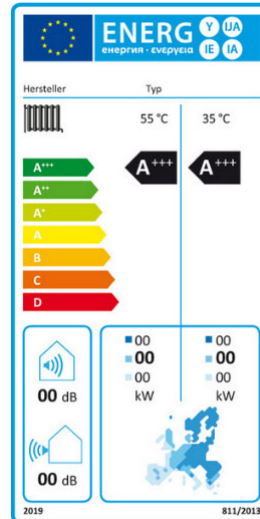
Etiket 2019



**Etiket WP verwarming**

Naam van fabrikant en model

Geluidsniveau  
(binnen en buiten)



Etiket

- op basis van de SPF
- afhankelijk van de temperatuur van het verwarmingswater (gemiddelde en lage temperatuur)

Warmtevermogen overeenkomstig de 3 Europese klimaatzones. België bevindt zich in de gemiddelde-temperatuurzone.

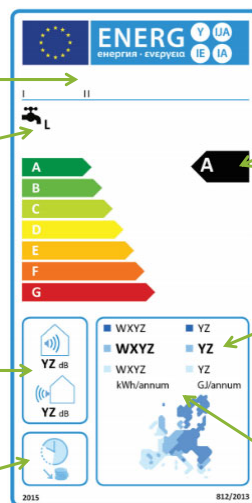
**Etiket WP SWW**

Naam van fabrikant en model

Aangegeven tapprofiel

Geluidsniveau  
(binnen en buiten)

Mogelijkheid om enkel tijdens daluren te werken



Op basis van de SPF

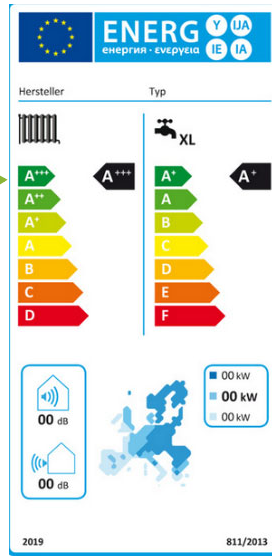
Warmtevermogen overeenkomstig de 3 Europese klimaatzones. België bevindt zich in de gemiddelde-temperatuurzone.

Jaarlijks verbruik eindenergie [kWh] en/of jaarlijks brandstofverbruik [GJ BVW]



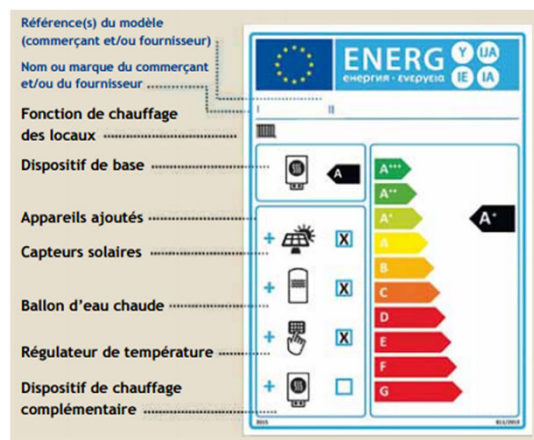
**Etiket WP verwarming + SWW**

Etiket voor  
verwarming bij  
gemiddelde  
temperatuur



**De combinatie van systemen → maakt hogere energieklassen mogelijk (tot A+++!)**

- afstelling / zon / opslag / hulptoestel
- door de INSTALLATEUR



**Energieklasse WP die geen lage-temperatuur-WP is**

Classes d'efficacité énergétique saisonnière, pour le chauffage des locaux, des dispositifs de chauffage, à l'exception des pompes à chaleur basse température et des dispositifs de chauffage des locaux par pompe à chaleur conçus pour l'application à basse température

| Classe d'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux | Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux $\eta_s$ en % |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| A <sup>+++</sup>                                                         | $\eta_s \geq 150$                                                             |
| A <sup>++</sup>                                                          | $125 \leq \eta_s < 150$                                                       |
| A <sup>+</sup>                                                           | $98 \leq \eta_s < 125$                                                        |
| A                                                                        | $90 \leq \eta_s < 98$                                                         |
| B                                                                        | $82 \leq \eta_s < 90$                                                         |
| C                                                                        | $75 \leq \eta_s < 82$                                                         |
| D                                                                        | $36 \leq \eta_s < 75$                                                         |
| E                                                                        | $34 \leq \eta_s < 36$                                                         |
| F                                                                        | $30 \leq \eta_s < 34$                                                         |
| G                                                                        | $\eta_s < 30$                                                                 |

**Omrekenfactor  
primaire energie:  
2,5**

**SCOP  $\geq 3,75$   
 $3,13 \leq \text{SCOP} < 3,75$   
 $2,5 \leq \text{SCOP} < 3,13$**

Ecodesign-eis:  
 $\eta_s > 110\%$  ( $\Rightarrow \text{SCOP} > 2,75$ )  
Bijv.:  
Etiket A+++ :  
SCOP  $\geq 2,5 \times 150\%$   
SCOP  $\geq 3,75$

**Energieklassen lage-temperatuur-WP**

Classes d'efficacité énergétique saisonnière, pour le chauffage des locaux, des pompes à chaleur basse température et des dispositifs de chauffage des locaux par pompe à chaleur conçus pour l'application à basse température

| Classe d'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux | Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux $\eta_s$ en % |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| A <sup>+++</sup>                                                         | $\eta_s \geq 175$                                                             |
| A <sup>++</sup>                                                          | $150 \leq \eta_s < 175$                                                       |
| A <sup>+</sup>                                                           | $123 \leq \eta_s < 150$                                                       |
| A                                                                        | $115 \leq \eta_s < 123$                                                       |
| B                                                                        | $107 \leq \eta_s < 115$                                                       |
| C                                                                        | $100 \leq \eta_s < 107$                                                       |
| D                                                                        | $61 \leq \eta_s < 100$                                                        |
| E                                                                        | $59 \leq \eta_s < 61$                                                         |
| F                                                                        | $55 \leq \eta_s < 59$                                                         |
| G                                                                        | $\eta_s < 55$                                                                 |

**Omzettingsfactor  
primaire energie  
2,5**

**SCOP  $\geq 4,38$   
 $3,75 \leq \text{SCOP} < 4,38$   
 $3,1 \leq \text{SCOP} < 3,75$**

Ecodesign-eis:  $\eta_s > 125\%$   
( $\Rightarrow \text{SCOP} > 3,13$ )



**Energieklassen SWW alleen**Classes d'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau, selon les profils de soutirage déclarés,  $\eta_{\text{wh}}$  en %

|      | 3XS                             | XXS                             | XS                              | S                               | M                                 | L                                 | XL                                | XXL                               |
|------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A+++ | $\eta_{\text{wh}} \geq 62$      | $\eta_{\text{wh}} \geq 62$      | $\eta_{\text{wh}} \geq 69$      | $\eta_{\text{wh}} \geq 90$      | $\eta_{\text{wh}} \geq 163$       | $\eta_{\text{wh}} \geq 188$       | $\eta_{\text{wh}} \geq 200$       | $\eta_{\text{wh}} \geq 213$       |
| A++  | $53 \leq \eta_{\text{wh}} < 62$ | $53 \leq \eta_{\text{wh}} < 62$ | $61 \leq \eta_{\text{wh}} < 69$ | $72 \leq \eta_{\text{wh}} < 90$ | $130 \leq \eta_{\text{wh}} < 163$ | $150 \leq \eta_{\text{wh}} < 188$ | $160 \leq \eta_{\text{wh}} < 200$ | $170 \leq \eta_{\text{wh}} < 213$ |
| A+   | $44 \leq \eta_{\text{wh}} < 53$ | $44 \leq \eta_{\text{wh}} < 53$ | $53 \leq \eta_{\text{wh}} < 61$ | $55 \leq \eta_{\text{wh}} < 72$ | $100 \leq \eta_{\text{wh}} < 130$ | $115 \leq \eta_{\text{wh}} < 150$ | $123 \leq \eta_{\text{wh}} < 160$ | $131 \leq \eta_{\text{wh}} < 170$ |
| A    | $35 \leq \eta_{\text{wh}} < 44$ | $35 \leq \eta_{\text{wh}} < 44$ | $38 \leq \eta_{\text{wh}} < 53$ | $38 \leq \eta_{\text{wh}} < 55$ | $65 \leq \eta_{\text{wh}} < 100$  | $75 \leq \eta_{\text{wh}} < 115$  | $80 \leq \eta_{\text{wh}} < 123$  | $85 \leq \eta_{\text{wh}} < 131$  |
| B    | $32 \leq \eta_{\text{wh}} < 35$ | $32 \leq \eta_{\text{wh}} < 35$ | $35 \leq \eta_{\text{wh}} < 38$ | $35 \leq \eta_{\text{wh}} < 38$ | $39 \leq \eta_{\text{wh}} < 65$   | $50 \leq \eta_{\text{wh}} < 75$   | $55 \leq \eta_{\text{wh}} < 80$   | $60 \leq \eta_{\text{wh}} < 85$   |
| C    | $29 \leq \eta_{\text{wh}} < 32$ | $29 \leq \eta_{\text{wh}} < 32$ | $32 \leq \eta_{\text{wh}} < 35$ | $32 \leq \eta_{\text{wh}} < 35$ | $36 \leq \eta_{\text{wh}} < 39$   | $37 \leq \eta_{\text{wh}} < 50$   | $38 \leq \eta_{\text{wh}} < 55$   | $40 \leq \eta_{\text{wh}} < 60$   |
| D    | $26 \leq \eta_{\text{wh}} < 29$ | $26 \leq \eta_{\text{wh}} < 29$ | $29 \leq \eta_{\text{wh}} < 32$ | $29 \leq \eta_{\text{wh}} < 32$ | $33 \leq \eta_{\text{wh}} < 36$   | $34 \leq \eta_{\text{wh}} < 37$   | $35 \leq \eta_{\text{wh}} < 38$   | $36 \leq \eta_{\text{wh}} < 40$   |
| E    | $22 \leq \eta_{\text{wh}} < 26$ | $23 \leq \eta_{\text{wh}} < 26$ | $26 \leq \eta_{\text{wh}} < 29$ | $26 \leq \eta_{\text{wh}} < 29$ | $30 \leq \eta_{\text{wh}} < 33$   | $30 \leq \eta_{\text{wh}} < 34$   | $30 \leq \eta_{\text{wh}} < 35$   | $32 \leq \eta_{\text{wh}} < 36$   |
| F    | $19 \leq \eta_{\text{wh}} < 22$ | $20 \leq \eta_{\text{wh}} < 23$ | $23 \leq \eta_{\text{wh}} < 26$ | $23 \leq \eta_{\text{wh}} < 26$ | $27 \leq \eta_{\text{wh}} < 30$   | $27 \leq \eta_{\text{wh}} < 30$   | $27 \leq \eta_{\text{wh}} < 30$   | $28 \leq \eta_{\text{wh}} < 32$   |
| G    | $\eta_{\text{wh}} < 19$         | $\eta_{\text{wh}} < 20$         | $\eta_{\text{wh}} < 23$         | $\eta_{\text{wh}} < 23$         | $\eta_{\text{wh}} < 27$           | $\eta_{\text{wh}} < 27$           | $\eta_{\text{wh}} < 27$           | $\eta_{\text{wh}} < 28$           |

Ecodesign-eis:

| Profil de soutirage déclaré                       | 3XS  | XXS  | XS   | S    | M    | L    | XL   | XXL  | 3XL  | 4XL  |
|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau | 32 % | 32 % | 32 % | 32 % | 36 % | 37 % | 37 % | 37 % | 37 % | 38 % |

812/2013

814/2013

WERKINGSPRINCIPE  
 VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN  
 WARMTEBRONNEN  
 SANITAIR WARM WATER  
 REGELING  
 OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID  
**REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN**

- WP = HE?
- Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- **EPB**
- Andere regelgevingen
- Financiële steunmaatregelen



**De EPB-regelgeving bestaat uit drie onderscheiden luiken:**

- ▶ EPB-verwarming en -klimaatregeling
- ▶ EPB-werkzaamheden
- ▶ EPB-certificering

**EPB-verwarming en -klimaatregeling**

- ▶ <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en>

**Quand est-on concerné par ces obligations?**

Vous êtes concerné par la réglementation chauffage et climatisation PEB si vous **possédez ou installez** :

- ⊕ une chaudière au gaz ou au mazout ;
- ⊕ un chauffe-eau au gaz ;
- ⊕ **un système de climatisation avec une puissance frigorifique de plus de 12 kW**

Ne sont pas concernés par cette réglementation :

- ⊕ les chaudières fonctionnant avec un combustible solide tel que le bois ;
- ⊕ les appareils qui chauffent l'espace localement et fonctionnent à l'électricité, au gaz, au mazout ou au bois tels qu'un radiateur électrique, un poêle à pellets, un convecteur gaz,...) ;
- ⊕ **les pompes à chaleur non-réversibles, qui peuvent uniquement être utilisées pour le chauffage, ne sont pas encore concernées par cette réglementation.**

Pour savoir ce qu'il faut faire pour être en ordre par rapport à la réglementation chauffage et climatisation PEB, consultez la page « Contrôles et entretien ».



**EPB-verwarming en -klimaatregeling**

- <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en-2>

**Contrôles et entretien obligatoires pour votre système de climatisation**

| Votre situation                                                                                                                           | Quel ?                                        | Quand ?                                      | Par qui ?                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nous installons, remplaçons ou modifions* une installation de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 12 kW         | <a href="#">Diagnostic climatisation PEB</a>  | au plus tard 6 mois après la mise en service | <a href="#">Conseiller-e climatisation PEB</a><br>                                                                      |
| Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 12 kW et inférieure ou égale à 100 kW | <a href="#">Diagnostic climatisation PEB</a>  | Tous les 15 ans                              | <a href="#">Conseiller-e climatisation PEB</a>                                                                          |
| Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 100 kW                                | <a href="#">Diagnostic climatisation PEB</a>  | Tous les 5 ans                               | <a href="#">Conseiller-e climatisation PEB</a>                                                                          |
| Notre bâtiment comprend un système de climatisation d'une puissance nominale effective supérieure à 12 kW                                 | <a href="#">Programme minimum d'entretien</a> | En continu                                   | <a href="#">professionnel-le qui dispose du certificat d'aptitude + carnet de bord et programme minimum d'entretien</a> |

\*Uniquement lorsque la puissance nominale effective installée ou modifiée est supérieure ou égale à 50 % de la puissance du système.



OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**EPB-werkzaamheden**

- Aard van de werken (identiek voor residentiële en niet-residentiële sector)

**Exigences et procédure à partir du 01/07/2017 unités PEB « Habitation Individuelle »**

| NATURES DES TRAVAUX PEB (toutes affectations PEB)                                                            | UN PER                                             | UAN PER                                                                 | URL                                                                      | URS                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| %<br>de la surface de déperdition thermique concernée par des travaux influençant sa performance énergétique | (pas de %)<br>Construction neuve par définition    | ≥ 75%<br>Construction et/ou démolition + reconstruction                 | ≥ 50%<br>Construction et/ou démolition + reconstruction et/ou rénovation | Travaux à la surface de déperdition thermique et aux installations techniques PEB qui n'entrent pas dans les autres définitions |
| Travaux aux installations techniques PEB                                                                     | Installations techniques PEB neuves par définition | Placement et/ou remplacement de toutes les installations techniques PEB | Placement et/ou remplacement de toutes les installations techniques PEB  |                                                                                                                                 |

Source / Bron: <https://www.geldduurzamegebouwen.brussels/>



OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**EPB-werkzaamheden**

- ▶ <https://www.guidebatimentdurable.brussels/nl/vademecum2017-8-epb-eisen.html?IDC=10747>
- ▶ Alleen nieuwe eenheden (NE) en met nieuw gelijkgestelde eenheden (NGE)

▶ **EPB 2021 - residentiële sector**

- $PEV \leq 45 + Y$  (kWh/m<sup>2</sup>.jaar) (x 1,2 indien NGE)
- waarbij Y de variabele factor is die afhankelijk is van de compactheid en het totale volume van de eenheid

*Précisions sur les exigences applicables aux unités PEB « Habitation Individuelle »*

| EXIGENCES                             | VALEURS <sub>MAX</sub> UN                                                                        |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Consommation d'Énergie Primaire (CEP) | $45 + \max(0; 30 - 7,5 * C) + 15 * \max(0; \frac{192}{V_{EPR}} - 1)$<br>kWh/(m <sup>2</sup> .an) |

Source/Bron: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/>

**EPB-werkzaamheden**▶ **EPB 2021 - niet-residentiële sector**

- $PEV \leq \max. PEV$  (kWh/m<sup>2</sup>.jaar) (x 1,2 indien NGE)
- Het maximale PE-verbruik is afhankelijk van de bestemming van de functionele delen van het gebouw

*Précisions sur les exigences applicables aux unités PEB « Non Résidentielle »*

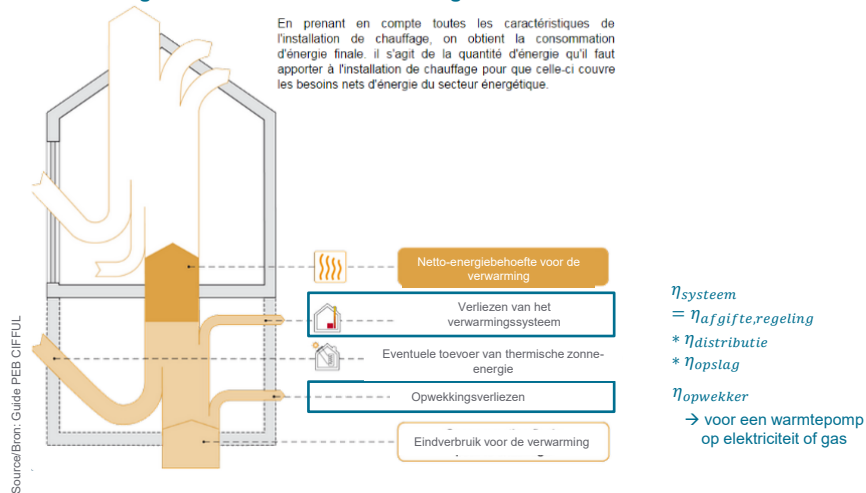
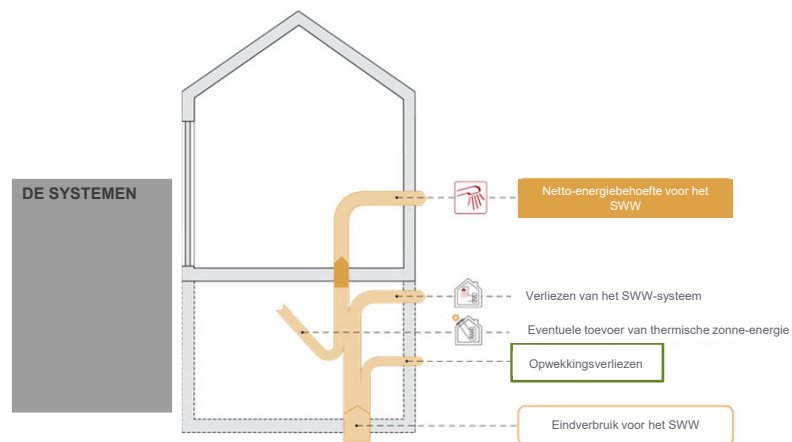
| EXIGENCE                              | VALEURS <sub>MAX</sub> UN                                                                                                 |             |             |          |                                          |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----------|------------------------------------------|
| Consommation d'Énergie Primaire (CEP) | $CEP_{\max \text{ unité}} [\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{an})] = (\Sigma Y_f \cdot A_f / A_T) \cdot CEP \text{ unité réf}$ |             |             |          |                                          |
| FACTEUR REDUCTEUR Y                   |                                                                                                                           |             |             |          | CEP UNITE REF                            |
| FONCTIONS                             | 01/07/17                                                                                                                  | 01/01/19    | 01/01/21    | 01/01/22 |                                          |
| Hébergement                           | 0.90                                                                                                                      | 0.90        | <b>0.80</b> | 0.70     | • E <sub>spec ann prim en cons.ref</sub> |
| Bureaux                               | 0.60                                                                                                                      | <b>0.45</b> | 0.45        | 0.45     | • E <sub>spec ann prim en cons.ref</sub> |
| Enseignement                          | 0.60                                                                                                                      | 0.45        | 0.45        | 0.45     | • E <sub>spec ann prim en cons.ref</sub> |

Source/Bron: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/>

▶ **EPB-certificering** - bestaande gebouwen

- waarden bij ontstentenis overeenkomstig het type WP



**Eindenergieverbruik voor de verwarming****Eindenergieverbruik voor het SWW**

**In de EPB-software worden verschillende types WP in acht genomen**

## ► Naargelang de generator

Warmtepomp  
?  
Elektrische warmtepomp  
Warmtepomp met gasaangedreven motor  
Gassorptiewarmtepomp

## ► Naargelang de warmtebronnen:

?  
Bodem (directe verdamping)  
Grondwater  
Oppervlaktewater  
Afvalwater  
Enkel buitenlucht  
Enkel afgevoerde ventilatielucht  
Afgevoerde lucht vermengd met buitenlucht  
Waterlus

## ► Naargelang de warmtegeleidende vloeistof:

?  
?  
Water  
Binnenlucht  
Toegevoerde ventilatielucht volledig bestaand uit buitenlucht  
Toegevoerde ventilatielucht bestaande uit buitenlucht en herbruikte lucht  
Geen fluidum (directe condensatie)

**Berekening van het opwekkingsrendement:**

## ► Volgens:

- Bijlage XVII (EPN) – Berekeningsmethode van de EnergiePrestatie voor Niet-residentieel
- Bijlage XVIII (EPW): EPW – Berekeningsmethode van de EnergiePrestatie van Wooneenheden

⇒ <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-werken/de>

## ► Drie rekenmethodes:

- Vereenvoudigde methode: voor het rendement van de WP's zijn er waarden bij ontstentenis gedefinieerd
- Berekening aan de hand van waarden van de Europese verordeningen (10.2.3.3.2)
- Berekening niet gebaseerd op gegevens van een Europese verordening (10.2.3.3.3.)



**Berekening van het opwekkingsrendement: vereenvoudigde methode**

| Type WP       | Opwekkingsrendement |
|---------------|---------------------|
| Lucht – lucht | 125 %               |
| Andere        | 200 %               |

**Berekening van het opwekkingsrendement aan de hand van waarden van de Europese verordeningen**

- nr. 206/2012,
- nr. 813/2013,
- nr. 2016/2281

Nominaal  
thermisch  
vermogen

Gebruiksdu  
ur

$$\text{Eq. 333 } \eta_{\text{gen,heat}} = \frac{P_{\text{nom}} \cdot t_{\text{on}}}{\text{SCOP}_{\text{inst}} + P_{\text{TO}} \cdot t_{\text{TO}} + P_{\text{CCH}} \cdot t_{\text{CCH}} + P_{\text{off}} \cdot t_{\text{off}} + P_{\text{SB}} \cdot t_{\text{SB}}}$$

Prestatiecoëfficiënt van de WP in actieve modus rekening houdend met de werkingsvoorwaarden van de installatie

Hulpverbruik

- In thermostaat-uitstand (TO)
- In carterverwarmingstand (CCH)
- In uitstand (OFF)
- In standby-stand (SB)

⇒ **Alle tijdswaarden worden in de EPB-bijlagen vermeld; de andere waarden staan vermeld op de technische fiche van het materieel en zijn bepaald volgens de Europese verordeningen.**



### Berekening van het opwekkingsrendement aan de hand van waarden van de Europese verordeningen

$$\text{Eq. 334 } SCOP_{\text{inst}} = f_{\theta, \text{em}} \cdot f_{\theta, \text{source}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot f_{\text{AHU}} \cdot f_{\text{dim, gen, heat}} \cdot SCOP_{\text{on}}$$

Correctiefactoren om rekening te houden met de verschillen tussen de ontwerpwaarden en de omstandigheden waarin  $SCOP_{\text{on}}$  werd bepaald

Factor om rekening te houden met de dimensionering  
= 1

- ▶  $SCOP_{\text{ON}}$ : prestatiecoëfficiënt van de elektrische warmtepomp in actieve modus voor gemiddelde weersomstandigheden, afhankelijk van
  - het warmtegeleidende fluïdum (lucht of water)
  - WP met hoge of lage temperatuur (35 ° of 55 °C)
  - temperatuurverschil t.o.v. de referentie
  - Deze waarde wordt rechtstreeks door de fabrikant medegedeeld.
- ▶ De correctiefactoren worden volgens de EPB-methode berekend.



### Berekening van het opwekkingsrendement aan de hand van gegevens die niet gebaseerd zijn op waarden afkomstig van de Europese verordeningen

$$\text{Eq. 96 } \eta_{\text{gen, heat}} = \text{SPF}$$

Correctie volgens  $\Delta T$  (bij de warmteafgiftesystemen of het bufferreservoir) tussen test- en ontwerpomstandigheden

Correctie voor hulppomp op verdamperkring

COP berekend volgens NBN EN 14511 in temperaturomstandigheden die overeenstemmen met het type WP

$$\text{SPF} = f_{\theta, \text{heat}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot f_{\text{AHU}} \cdot f_{\text{dim, gen, heat}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$$

Correctie voor verschil inzake  $\Delta T$  (bij de warmteafgiftesystemen of het bufferreservoir) tussen test- en ontwerpomstandigheden

Correctie voor luchtdebietverschil van het ventilatiesysteem tussen test- en ontwerpomstandigheden

Correctie voor de afmetingen van het productiesysteem voor verwarming; doorgaans = 1

De testomstandigheden zijn gedefinieerd door de norm NBN EN 14511.



**Berekening van het opwekkingsrendement aan de hand van gegevens die niet gebaseerd zijn op waarden afkomstig van de Europese verordeningen**

| Source de chaleur                                                                     | Emission de chaleur                                                                      | Conditions de test |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>sur base du tableau 3 de la NBN EN 14511-2</b>                                     |                                                                                          |                    |
| air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté                     | air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur                       | A2/A20             |
| air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté                     | uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur | A2/A2              |
| uniquement de l'air extérieur                                                         | uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur       | A2/A20             |
| uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur | air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur                       | A20/A20            |
| uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur | uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur | A20/A2             |
| uniquement de l'air rejeté, en utilisant un appareil de récupération de chaleur       | air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur                       | A2/A20             |



**Voorbeeld**

**Unités**

Code Combi:

|                   |          |                     |              |
|-------------------|----------|---------------------|--------------|
| Unité extérieure: | ERGA06DV | Unité intérieure 1: | EHVH08S23D6V |
| Chaudière:        |          | Unité intérieure 2: |              |

**Conditions de mesure**

|                                               |                                           |                                                            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Norme:                                        | Demande de construction pour 2018 EN14511 | Application de bâtiment à partir de 2018 Ecodesign lot 1&2 |
| Température extérieure Chauffage:             | 2°CDB/1.1°CWB                             |                                                            |
| Température extérieure Rafraîchissement:      | 35°C                                      | Climat moyen (température de conception -10 °C)            |
| Température de sortie d'eau: chauffage:       | 35°C                                      | In België: gemiddelde weersomstandigheden                  |
| Température de sortie d'eau: refroidissement: | 7°C                                       |                                                            |



**Voorbeeld**

| Résultats                                           | CC                         |                                                         |               |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|
| Type d'unité:                                       | Air/eau                    | Pompe de circulation:                                   | Marche humide |
| Rafrâichissement/Chauffer:                          | Chauffage seul             | Pompe à énergie:                                        | 52            |
| Blocage de la fonction rafraîchissement possible ?: | Non                        | *E.E.I.:                                                |               |
| COP***:                                             | 3,75                       | SEER:                                                   | 0,00          |
| SCOP <sub>on</sub> 35°C:                            | 4,52                       | SCOP <sub>on</sub> 55°C:                                | 3,27          |
| $\eta_{sh}$ 35°C:                                   | 176,00                     | $\eta_{sh}$ 55°C:                                       | 127,00        |
| P <sub>rated</sub> 35°C:                            | 7,00                       | P <sub>rated</sub> 55°C:                                | 7,00          |
| *EER* **:                                           | 0,00                       | Résistance électrique au point (support chauffage):     | 6,00          |
| P <sub>ck</sub> kW:                                 | 0,0000                     | P <sub>off</sub> kW:                                    | 0,0100        |
| P <sub>sb</sub> kW:                                 | 0,0100                     | P <sub>to</sub> kW:                                     | 0,0100        |
| Puissance calorifique pompe à chaleur 2°CDB kW:     | 4,00                       | Différence de température entre le départ et le retour: | 5°C           |
| Puissance frigorifique pompe à chaleur kW:          | 0,00                       | Augmentation de la température du condenseur (35 °C):   | 5°C           |
| Source de chaleur:                                  | Uniquement l'air extérieur | Augmentation de la température du condenseur (55 °C):   | 8°C           |
| Medium de transfert:                                | Eau                        | Condenseur d'augmentation de température pour 2018:     | 5°C           |

**Voorbeeld**

☒ Verwarming
 ☐ Sanitair warm water
 ☐ Bevochtiging
 ☐ Koeling
 Verbonden EPB-eenheden

Toepassing van de richtlijn Ecodesign verwarming

Nominaal vermogen > 400 kW : ☐ Ja ☒ Neen

*Het toestel valt onder de Ecodesign-richtlijn, meer bepaald de Europese Verordening (EU) n°813/2013.*

Vermogen (nominaal of thermisch) :  kW

Waarde bij ontstentenis voor het rendement : ☐ Ja ☒ Neen

Vermogen in uit-stand :  kW

TO-vermogen :  kW

Stand-by vermogen :  kW

CCH-vermogen :  kW

De warmtepomp wordt als actieve koelmachine gebruikt : ☐ Ja ☒ Neen

Temperatuur waarbij de SCOP<sub>on</sub> of SGUE<sub>h</sub> bepaald werd :

Invoer van SCOP<sub>on</sub> :

$\eta_s$  55°C :  %

Correctiefactor op de temperatuurstoename over de condensor

Temperatuurstoename van het water gekend : ☒ Ja ☐ Neen

Temperatuurstoename over de condensor :  °C



**114** INVOERING IN DE EPB-SOFTWARE 12.5 - VERWARMING

Standaardwaarden vs. gedetailleerde codering

| Berekeningsparameters                                                  |                                  | Standaard-<br>waarde                  | Standaardcorrectie-<br>factor                                | Voorbeeld<br>van<br>nauwkeurige<br>waarde | Voorbeeld van<br>(nauwkeurige)<br>correctiefactor |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Vertrektemperatuur<br>bij ontwerp                                      | $\theta_{\text{supply, design}}$ | 55 °C                                 | 0,88<br>(oppervlakteverwarming)<br>(0,53 indien radiatoren!) | 40 °C                                     | 1,03                                              |
| Verskil<br>ontwerptemperatuur<br>tussen vertrek en<br>retour           | $\Delta\theta_{\text{design}}$   | -                                     | 0,93                                                         | 5 °C                                      | 1,00                                              |
| Verhoging van de<br>watertemperatuur<br>van de condensor<br>bij meting | $\Delta\theta_{\text{test}}$     |                                       |                                                              | 5 °C                                      |                                                   |
| Verhouding<br>elektrisch vermogen<br>circulatiepomp en<br>warmtepomp   | $P_{\text{pumps}}/P_{\text{HP}}$ | -                                     | 0,83                                                         | 0,5 kW/5 kW                               | 0,91                                              |
| Totale correctiefactor                                                 |                                  | $0,88 \times 0,93 \times 0,83 = 0,68$ |                                                              | $1,03 \times 1,00 \times 0,91 = 0,94$     |                                                   |

Opgelet: theoretische SPF! Belang afmetingen en installatie

**115** INVOERING IN DE EPB-SOFTWARE 12.5 - SWW**Systemen die onderworpen zijn aan de verordeningen**

- De gegevens vereist voor de gedetailleerde bepaling van het opwekkingsrendement en het opslagrendement:
  - de energie-efficiëntie  $\eta_{\text{WH}}$  voor waterverwarming, in %;
  - het opgegeven capaciteitsprofiel;
  - bij opslag, het warmhoudverlies S in W.

Opwekkings-  
rendement:  $\eta_{\text{gen}}$   
Opslagrendement:  
 $\eta_{\text{stor}}$

- Het opwekkingsrendement: voor een WP is de energievector elektriciteit

$$\eta_{\text{gen, water}} = (\eta_{\text{WH}} / 100) \cdot \text{CC} \cdot f_{\text{stock>gen, water}} \cdot f_{\text{dim, gen, water}}$$

Omrekenings-  
coëfficiënt = 2,5
Invloed van de  
opslag op het  
opwekkings-  
rendement
Correctie-  
factor = 1

- De gegevens zijn niet altijd beschikbaar. De energie-efficiëntie wordt bepaald volgens de indeling van het SWW-opwekkingssysteem.



**Systemen die onderworpen zijn aan de verordeningen**

Indien de energie-efficiëntiegegevens niet beschikbaar zijn

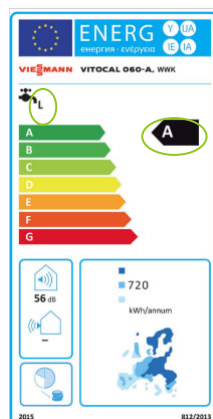
- ▶ Voorbeeld voor de systemen onderworpen aan verordeningen 811 en 812/2013
  - Indien de **energie-efficiëntieklasse gekend is**, kan de energie-efficiëntie als de minimale energie-efficiëntie van de klasse voor het opgegeven capaciteitsprofiel worden gehanteerd (zie volgende slide)
  - Indien de energie-efficiëntieklasse OF het capaciteitsprofiel niet gekend is, is de  **$\eta_{WH}$ -waarde bij ontstentenis 22 %**

❗ Het toestel valt onder de Ecodesign-richtlijn, meer bepaald de Europese Verordening (EU) n°811/2013.

|                                                                               |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Met warmteopslag :                                                            | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Neen |
| Configuratie van het opslagvat :                                              | Eén uniek opslagvat voor 2 opwekkers                           |
| Capaciteitsprofiel gekend :                                                   | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Neen |
| Capaciteitsprofiel :                                                          | L                                                              |
| Energie-efficiëntie gekend :                                                  | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Neen |
| Energie-efficiëntie :                                                         | 75,00 %                                                        |
| Warmtepomp uitgerust met een elektrische weerstand :                          | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Neen |
| De energie-efficiëntie is bepaald met inbegrip van de elektrische weerstand : | <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Neen            |
| Energie-efficiëntieklasse gekend :                                            | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Neen |
| Energie-efficiëntieklasse :                                                   | A                                                              |

**Voorbeeld**

Europese verordeningen 811/2013 en 812/2013



|                           |      | Opgegeven capaciteitsprofiel |     |    |    |     |     |             |     |
|---------------------------|------|------------------------------|-----|----|----|-----|-----|-------------|-----|
|                           |      | 3XS                          | XXS | XS | S  | M   | L   | XL          | XXL |
| Energie-efficiëntieklasse | A+++ | 62                           | 62  | 69 | 90 | 163 | 188 | 200         | 213 |
|                           | A++  | 53                           | 53  | 61 | 72 | 130 | 150 | 160         | 170 |
|                           | A+   | 44                           | 44  | 53 | 55 | 100 | 115 | $\eta_{WH}$ | 131 |
|                           | A    | 35                           | 35  | 38 | 38 | 65  | 75  | 80          | 85  |
|                           | B    | 32                           | 32  | 35 | 35 | 45  | 50  | 55          | 60  |
|                           | C    | 29                           | 29  | 32 | 32 | 36  | 37  | 38          | 40  |
|                           | D    | 26                           | 26  | 29 | 29 | 33  | 34  | 35          | 36  |
|                           | E    | 22                           | 23  | 26 | 26 | 30  | 30  | 30          | 32  |
| F                         | 19   | 20                           | 23  | 23 | 27 | 27  | 27  | 28          |     |

Indien de energie-efficiëntie voor waterverwarming niet gekend is, maar wel de energie-efficiëntieklasse, mag als waarde voor de energie-efficiëntie de minimale energie-efficiëntie van de energie-efficiëntieklasse voor het opgegeven capaciteitsprofiel worden gehanteerd





### Systemen die niet onderworpen zijn aan de verordeningen

- ▶ Indien de systemen werden getest volgens verordeningen 811 tot 814/2013, worden het opwekkingsrendement en het opslagrendement bepaald op basis van de volgende gegevens (indien deze beschikbaar zijn):
  - de energie-efficiëntie voor waterverwarming  $\eta_{wh}$ , in %, of, bij ontstentenis, de energie-efficiëntieklasse voor waterverwarming;
  - het opgegeven capaciteitsprofiel;
  - bij opslag, het warmhoudverlies S in W.
- ▶ Indien deze gegevens niet beschikbaar zijn: waarde bij ontstentenis voor  $\eta_{wh}$  = 95 % voor de elektrische warmtepompen



### Project Picard

- ▶ Duplex (passiefprestaties)
- ▶ 122 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte
- ▶ Condenserende gasgestookte verwarmingsketel voor verwarming en SWW (ogenbl.)
- ▶ Radiatoren met variabele vertrektemperatuur en ruimteregeling



| Naam         | UR | NEV (kWh/m <sup>2</sup> ) | PEv (kWh/m <sup>2</sup> ) | Etich | Verd. | Oververh. (%) |
|--------------|----|---------------------------|---------------------------|-------|-------|---------------|
| Logement 0.9 | ✓  | ✓ 13.37 [15.00]           | ✓ 35.38 [63.97]           | -     | ✓     | ✓ 2.82 [5]    |

### Resultaten

#### Verwarming

| Berekening        |       |
|-------------------|-------|
| $\eta$ afgifte    | 89 %  |
| $\eta$ verdeel    | 100 % |
| $\eta$ opslag     | 100 % |
| $\eta$ sys. verw. | 89 %  |
| $\eta$ gen. pref. | 95 %  |

#### Installatie voor sanitair warm water

| Berekening                              |       |
|-----------------------------------------|-------|
| $\eta$ gen. pref.                       | 85 %  |
| $\eta$ stock. pref.                     | 100 % |
| $\eta$ gen. pref. * $\eta$ stock. pref. | 85 %  |




**Gemengde lucht/water-WP voor verwarming en SWW met opslag  
(opgegeven voor 55 °C)**

| Verwarming                                                                   | SWW                                           | Verwarming<br>$\eta_{\text{gen}}$ | SWW<br>$\eta_{\text{gen}} \cdot \eta_{\text{stock}}$ | PEV<br>[kWh/m <sup>2</sup> jaar] |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Behouden waarden bij ontstentenis                                            | Behouden waarden bij ontstentenis             | 200 %                             | 55 %                                                 | <b>95,57</b>                     |
| <b>SCOP<sub>ON</sub> = 3,27 bij 55 °C<br/>(waarden bij ontstentenis)</b>     | <b>Klasse A en profiel L</b>                  | 109 %                             | 188 %                                                | <b>77,32</b>                     |
| SCOP <sub>ON</sub> = 3,27 bij 55 °C<br>(Tvertr. = 55 °C)                     | Klasse A en profiel L                         | 319 %                             | 188 %                                                | 50,79                            |
| SCOP <sub>ON</sub> = 3,27 bij 55 °C<br>Tvertr. = 35 °C<br><b>deltaT = 7K</b> | Klasse A en profiel L                         | 444 %                             | 188 %                                                | 46,90                            |
| SCOP <sub>ON</sub> = 3,27 bij 55 °C<br>Tvertr. = 35 °C<br><b>deltaT = 7K</b> | <b><math>\eta_{\text{wh}} = 134 \%</math></b> | 444 %                             | 335 %                                                | 40,22                            |
| SCOP <sub>ON</sub> = 4 bij 55 °C<br>Tvertr. = 35 °C<br><b>deltaT = 7K</b>    | $\eta_{\text{wh}} = 134 \%$                   | 540 %                             | 335 %                                                | 38,44                            |



WERKINGSPRINCIPE  
 VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN  
 WARMTEBRONNEN  
 SANITAIR WARM WATER  
 REGELING  
 OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGHEID  
**REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN**

- WP= HE?
- Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- DE WP IN DE EPB-REGELGEVING
- **Andere regelgevingen**
- Financiële steunmaatregelen



**De “Gids Koelinstallaties” specificeert alle verplichtingen die in het BHG van toepassing zijn:**

- ▶ [https://environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/gids\\_installation\\_de\\_refrigeration\\_nl.pdf](https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/gids_installation_de_refrigeration_nl.pdf)
- ▶ om:
  - de veiligheid te verzekeren,
  - het milieu te beschermen en meer bepaald de opwarming van de planeet tegen te gaan door de emissies van gefluoreerde broeikasgassen te beperken,
  - de vernietiging van de ozonlaag te vermijden,
- ▶ en is hoofdzakelijk gebaseerd op het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 29 november 2018 betreffende de koelinstallaties. Het besluit verplicht met name tot de naleving van:
  - de Europese regelgeving betreffende gefluoreerde broeikasgassen: Verordening (EU) nr. 517/2014 en Verordening (EU) nr. 2015/2067,
  - de NBN EN 378/2016 of een gelijkwaardige norm.

**De “Gids Koelinstallaties” specificeert alle verplichtingen die in het BHG van toepassing zijn:**

- ▶ Geluidsregelgeving
  - Besluit van 21 november 2002 betreffende de strijd tegen het buurtlawaai.
- ▶ Milieuvergunning



**Buurtlawaai**

- ▶ <https://leefmilieu.brussels/themas/geluid/wettelijk-kader/de-geluidsnormen-voor-buurtlawaai-het-brussels-gewest>
- ▶ Besluit van 21 november 2002 betreffende de strijd tegen het buurtlawaai.
  - ⇒ bepaalt de maximale geluidsdrempels die niet mogen worden overschreden door hoorbare geluidsbronnen (luidruchtige installatie of activiteit) in de buurt van deze bronnen.
- ▶ Er bestaan verschillende drempels, overeenkomstig diverse elementen:
  - de plaats waar de hinder wordt waargenomen (binnen of buiten, type ruimte)
  - het uur van de dag en de dag van de week,
  - de stedenbouwkundige bestemming van de zone bepaald in het Gewestelijk bestemmingsplan (GBP)
- ▶ Het algemene principe bestaat eruit dat de drempels strenger zijn in meer gevoelige zones of 's avonds en 's nachts.
- ▶ Bepaalde geluiden behoren niet tot het toepassingsgebied van deze wetgeving. Het gaat met name om:
  - geluiden veroorzaakt door ingedeelde inrichtingen als deze geluiden buiten worden waargenomen en gemeten (eisen vastgelegd door **het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21/11/2002 betreffende de strijd tegen de geluids- en trillingenhinder voortgebracht door de ingedeelde inrichtingen**)
  - geluiden veroorzaakt door vervoersmiddelen, schoolactiviteiten, grasmaaiers, enz.

**Buurtlawaai**

- ▶ Ter evaluatie van de grenswaarde die niet mag worden overschreden buiten een gebouw, is het volgende vereist:
  - bepaling van de uurschijf waarin de geluidshinder wordt waargenomen,

|           | Lu. | Ma | Me | Je. | Ve. | Sa. | Di./féries |
|-----------|-----|----|----|-----|-----|-----|------------|
| 7h à 19h  | A   | A  | A  | A   | A   | B   | C          |
| 19h à 22h | B   | B  | B  | B   | B   | C   | C          |
| 22h à 7h  | C   | C  | C  | C   | C   | C   | C          |

→ C

- identificatie van de geluidszone van het GBP waarin het gebouw zich bevindt ([kaart van Leefmilieu Brussel](#)).
- raadpleging van onderstaande tabel (drempelwaarden van het specifieke geluid, Lsp in dB(A)).

|        | Période A | Période B | Période C |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| Zone 1 | 42        | 36        | 30        |
| Zone 2 | 45        | 39        | 33        |
| Zone 3 | 48        | 42        | 36        |
| Zone 4 | 51        | 45        | 39        |
| Zone 5 | 54        | 48        | 42        |
| Zone 6 | 60        | 54        | 48        |

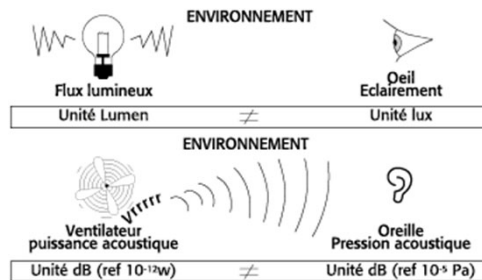
<https://leefmilieu.brussels/>


**Buurtlawaai - Hoe dit te evalueren?**

- Het geluidsvermogen (dB) van de WP kennen (cf. informatie TF)
  - ! Niet te verwarren met de geluidsdruk (eveneens uitgedrukt in dB)

Vermogen = intrinsiek kenmerk van het materieel.

Druk = kenmerkt het materieel in een bepaalde omgeving.



Source / Bron : France Air



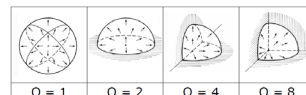
OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Buurtlawaai - Hoe dit te evalueren?**

- Raming\* van het geluidsniveau dat wordt gegenereerd op een bepaalde afstand:

$$Lp = Lw + 10 \log_{10} \left( \frac{Q}{4\pi r^2} \right)$$

- **Lp** het niveau van de druk in decibels (dB) ;
- **Lw** het niveau van het geluids**vermogen** van de bron in decibels (dB);
- **r** de afstand tussen de bron en de receptor in meter (m);
- **Q** de richtingseffectfactor, verbonden met de geometrie van de omgeving die de bron omringt (zonder eenheden) en die naargelang het geval overeenkomt met:
  - Q=1 bij afwezigheid van enig obstakel;
  - Q=2 in een vlak;
  - Q=4 voor een hoek;
  - Q=8 voor een hoek.



\* \*eenvoudige gevallen, zonder al te veel obstakels



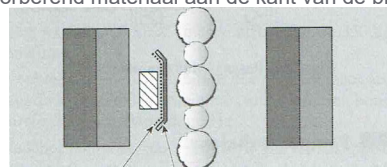
OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Buurtlawaai - Voorzorgen**

- ▶ Het geluid aan de bron beperken:
  - Geluidsarm materieel met een zo klein mogelijk geluidsvermogen kiezen
  - Het geluidsvermogen neemt toe met het thermische vermogen -> voorkeur geven aan verscheidene WP's met klein vermogen, eerder dan aan een enkele WP met groot vermogen
  - Een WP met variabele snelheid kiezen en eventueel overdimensioneren
- ▶ De WP zo ver mogelijk van de burens installeren
- ▶ Afschermen (indien nodig) d.m.v. afdekkingen en/of geluidsschermen

**Buurtlawaai - Voorbeelden van afschermingen**

- ▶ Geluidsscherm
  - Vlakbij de bron en zodanig dat deze goed wordt ingesloten (zonder de luchttoevoer te verhinderen!)
  - Geluidsabsorberend materiaal aan de kant van de bron



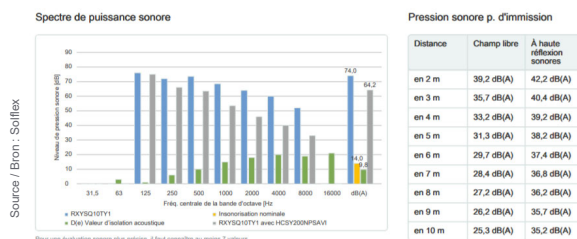
Source / Bron: Réussir l'acoustique d'un bâtiment – Loïc Hamayon



**Buurtlawaai - Voorbeelden van afschermingen**

- Geluiddempende omkasting
  - Zelfde principe als het scherm maar op maat vervaardigd en aangebracht rond de WP

Évaluation votre unité RXYSQ10TY1  
avec caisson HCSY200NPSAVI



OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Milieuvergunning**

- Praktische gids: <https://leefmilieu.brussels/de-milieuvergunning/praktische-gids-voor-milieuvergunningen>
- Lijst van de ingedeelde inrichtingen [https://app.leefmilieubrussel.be/lijsten/?nr\\_list=ic\\_list](https://app.leefmilieubrussel.be/lijsten/?nr_list=ic_list)
- Opgenomen in de volgende rubrieken
  - 62-4A en 4B bij boringen (respectievelijk voor gesloten en open geothermische systemen)
  - 55 bij elektrische pompen > 100 kW
  - 132 bij warmtepomp

| Fonction                                                                  | Critères déterminant le seuil pour la rubrique 132 / puissance absorbée / quantité de fluide | Rubrique | Classe |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
| Installation de réfrigération, système de climatisation, pompes à chaleur | > 10 kW                                                                                      | 132 A    | 3      |
|                                                                           | ≥ 100 kW                                                                                     | 132 B    | 2      |
| Installation de réfrigération, système de climatisation, pompes à chaleur | ≥ 5 tonnes équivalent CO2                                                                    | 132 A    | 3      |
|                                                                           | ≥ 3 kg de fluide frigorigène toxique ou inflammable                                          | 132 B    | 2      |
|                                                                           | présence                                                                                     | 132 C    | 2      |
| Tour de refroidissement humide                                            |                                                                                              |          |        |

NB: elektrisch vermogen = elektrisch vermogen op het niveau van de compressor van de koelmachine

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN – WARMTEPOMP : KEUZE EN ONTWERP – LENTE 2023

**Op het niveau van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest toont de inventaris van de broeikasgassen het volgende aan:**

- ▶ het aandeel van de F-gassen in de broeikasgasemissies bedraagt er 8 %, waar dat voor het geheel van het Europese grondgebied 3 % is.
- ▶ De sector van de koelinrichtingen is verantwoordelijk voor het leeuwendeel van deze F-gasemissies.
- ▶ Zo'n 97 % van de lekken van gefluoreerde broeikasgassen is te wijten aan lekken van koelfluiden van het type HFK/HCFK.
  - ⇒ besparingspotentieel van tonnen CO<sub>2</sub>-equivalenten via de veralgemening van goede praktijken in de sector van de koelinrichtingen (beperking van lekken, gebruik van koelfluiden met kleiner GWP)
  - ⇒ ervan uitgaand dat 15 % van de actuele lekken kan worden vermeden door de toepassing van goede praktijken; zo zou er in het BHG alleen al jaarlijks een besparing van 43.000 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten mogelijk zijn

\*GWP = Global Warming Potential

Source/Bron: <https://leefmilieubrussels/>

**Reductie van de broeikasgasemissies van koelinstallaties**

- ▶ Verbod op CFK's en HCFK's ((gehydrogeneerde) chloorfluorwaterstoffen). Sinds 1 januari 2015 is de exploitatie van ingedeelde koelinrichtingen met HCFK's (verantwoordelijk voor de vernietiging van de ozonlaag) verboden.
- ▶ Geleidelijke reductie van het gebruik van HFK's (79 % tegen 2030) (F-gasreglementering, Verordening EU nr. 517/2014) via de toekenning van quota door de Europese Commissie (alle doeleinden samen)
- ▶ Gebruik van HFK's met kleiner GWP (R32)
- ▶ Gebruik van andere types fluïda:
  - CO<sub>2</sub>, propaan, propaan, isobutaan, ammoniak
  - HFO



**Gangbare fluïda**

| Groupe de sécurité           |                     |                     |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
|                              | Toxicité inférieure | Toxicité supérieure |
| Inflammabilité élevée        | A3                  | B3                  |
| Inflammabilité               | A2                  | B2                  |
| Inflammabilité faible        | A2L                 | B2L                 |
| Pas de propagation de flamme | A1                  | B1                  |

HFK's

| Numéro du fluide frigorigène | Nom chimique/composition                 | Formule chimique : Tolérance des compositions                   | Groupe de sécurité | GWP   | 5 tonnes équivalent CO <sub>2</sub> => |    |
|------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|-------|----------------------------------------|----|
| R134a                        | 1,1,1,2-tétrafluoroéthane                | CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>                                | A1                 | 1.430 | 3,5                                    | kg |
| R32                          | Diffuorométhane (fluorure de méthylène)  | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>                                  | A2L                | 675   | 7,41                                   | kg |
| R404A                        | R-125/143a/134a (44/52/4)                | ±2/ ± 1/ ± 2                                                    | A1                 | 3.922 | 1,27                                   | kg |
| R407A                        | R-32/125/134a (20/40/40) ±2/ ± 2/ ± 2    |                                                                 | A1                 | 2.107 | 2,37                                   | kg |
| R407C                        | R-32/125/134a (23/25/52)                 | ±2/ ± 2/ ± 2                                                    | A1                 | 1.774 | 2,82                                   | kg |
| R407F                        | R-32/125/134a (30/30/40)                 | ±2/ ± 2/ ± 2                                                    | A1                 | 1.825 | 2,74                                   | kg |
| R410A                        | R-32/125 (50/50)                         | + 0,5 – 1,5/+ 1,5 – 0,5                                         | A1                 | 2.088 | 2,39                                   | kg |
| <b>Fluides alternatifs</b>   |                                          |                                                                 |                    |       |                                        |    |
| R290                         | Propane                                  | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>                 | A3                 | 3     | -                                      |    |
| R600                         | Butane                                   | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> | A3                 | 4     | -                                      |    |
| R600A                        | 2-méthyl propane (isobutane)             | CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                               | A3                 | 3     | -                                      |    |
| R717                         | Ammoniac                                 | NH <sub>3</sub>                                                 | B2L                | 0     | -                                      |    |
| R744                         | Dioxyde de carbone                       | CO <sub>2</sub>                                                 | A1                 | 1     | -                                      |    |
| R1270                        | Propène (propylène)                      | CH <sub>3</sub> CH = CH <sub>2</sub>                            | A3                 | 2     | -                                      |    |
| R1234 ze                     | Trans-1,3,3,3-tétrafluoroprop-1-ène      |                                                                 | A2L                | 7     | -                                      |    |
| R1234 yf                     | 2,3,3,3-tétrafluoroprop-1-ène            | CF <sub>3</sub> CF = CH <sub>2</sub>                            | A2L                | 4     | -                                      |    |
| R1233 zd                     | Trans-1-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-ène | CF <sub>3</sub> CH = CHCl                                       | A1                 | 4,5   | -                                      |    |

Source/Bron: <https://leefmilieu.brussels/>**Reductie van de broeikasgasemissies van koelinstallaties**

- ▶ Reductie van de lekken tot minder dan 5 % per jaar (opgetekend in een register).
  - Bij lekken > 10 % twee jaar achter elkaar moet de installatie worden ontmanteld,
  - Mogelijkheid tot afwijking door milieuvergunning,
  - Via de implementatie van periodieke controles en onderhoudsbeurten,
  - Voor installaties met > 5 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten moet de dichtheid van de installaties regelmatig door een gekwalificeerde koeltechnicus worden gecontroleerd; dit dient met een welbepaalde frequentie (tussen 3 en 24 maanden) te gebeuren.



WERKINGSPRINCIPE  
VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN  
WARMTEBRONNEN  
SANITAIR WARM WATER  
REGLING  
OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID  
**REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN**

- WP= HE?
- Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- DE WP IN DE EPB-REGLGEVING
- Andere regelgevingen
- **Financiële steunmaatregelen**

**RENOLUTION-premies 2022**

- <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/premies-en-stimuli/renolution-premies-2022>

**Fiscale aftrek voor energiebesparende investeringen – bedrijven – 13,5 % (cat. 2.5.f)**

- <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/premies-en-stimuli/energiebesparende-investeringen>



Zie website : <https://renolution.brussels/nl/premies-stimuli>

- J4 - Verwarming: Verwarming met warmtepomp
- J9 - Verwarming: Warmtepompboiler



|  <b>RENOLUTION-<br/>premies</b> | BONUS                        | TYPE VAN<br>GEBOUW | BESCHRIJVING VAN DE BETROKKEN WERKEN | EENHEID                                                                                                                                                                                    | PREMIEBEDRAG<br>per inkomenscategorie |                    |       |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|
|                                                                                                                  |                              |                    |                                      |                                                                                                                                                                                            | I                                     | II                 | III   |       |       |
| J : Verwarming                                                                                                   |                              |                    |                                      |                                                                                                                                                                                            |                                       |                    |       |       |       |
| J4                                                                                                               | Verwarming met<br>warmtepomp | Z9,<br>Z10         | Alle                                 | De plaatsing of vervanging van een<br>warmtepomp die uitsluitend<br>bestemd is voor verwarming<br>of voor verwarming en sanitair<br>warm water.                                            | residentiële:                         | € /<br>huisvesting | 4.250 | 4.500 | 4.750 |
|                                                                                                                  |                              |                    |                                      |                                                                                                                                                                                            | niet<br>residentiële:                 | % in<br>aanmerking |       | 25    |       |
| J9                                                                                                               | Warmtepompboiler             |                    | Residentiële                         | De plaatsing of vervanging van een warmtepomp die<br>uitsluitend bestemd is voor de<br>productie van sanitair warm water in een<br>wooneenheidwoning (thermodynamische<br>waterverwarmer). | € /<br>huisvesting                    | 1.400              | 1.500 | 1.600 |       |

Bron: Uittreksel van [Tabel van de RENOLUTION-premies \(pdf\)](#) (versie van 28/01/22)



#### Premie Verwarming met warmtepomp - J4

- Enkel **verwarming** of **combinatie** (verwarming+SWW)
- **Omkeerbaar** OK voor tertiaire sector
- Energieklasse A+ minimum
- Technische voorwaarden: RESCert-gecertificeerde installateur (tot 50 kWth)

#### Premie Warmtepompboiler - J9

- Enkel **SWW**
- Niet voor tertiaire sector
- Energieklasse A minimum





### Werking

- ▶ De prestaties van een warmtepomp variëren sterk naargelang de gemaakte keuzes m.b.t.
  - het type warmtepomp
  - de dimensionering van de warmtepomp, van de warmtebron en van de koudebron
  - de regeling van het systeem
  - de nominale en ogenblikkelijke temperatuurregimes

⇒ **Behoeften en mogelijkheden van het project duidelijk definiëren voor het systeem wordt gekozen**



### SWW

- ▶ Des te kleiner de oppervlakte van de woning en de verwarmingsbehoeften, des te groter het aandeel van het SWW in de balans. Deze post mag niet worden verwaarloosd bij het ontwerp van de installatie.
- ▶ Voor de WP's is opslag absoluut noodzakelijk gezien het beperkte vermogen.
- ▶ De prestaties zijn afhankelijk van de gebruikte technologie en van het verschil tussen de warmte- en de koudebron. Opgelet op de prestaties voor de SWW-productie.
- ▶ Combinatie met zonne-energie is mogelijk. Opletten op de regelingen om voordeel te halen uit de zonne-energie!





### Regelgeving en financiële steunmaatregelen

- ▶ Bij de invoering in de EPB-software moet men maximaal vermijden met waarden bij ontstentenis te werken.
- ▶ Men moet de  $SCOP_{ON}$  evenals de energie-efficiëntie maximaliseren (verbruik van hulpapparatuur tot minimum beperken).
- ▶ De waarden bij ontstentenis voor het SWW hebben een negatieve impact op de bepaling van het PEV voor warmtepompen. Het is belangrijk minstens over de capaciteitsprofiel- en energieklassesgegevens te beschikken en beter nog over de energie-efficiëntiegegevens.
- ▶ De installatie van een WP vereist over het algemeen de naleving van bepaalde reglementair vastgelegde voorschriften (MV, SV, inventaris van de bodemtoestand, enz.).
- ▶ Er zijn financiële steun- en ondersteuningsmaatregelen voorzien om de installatie van deze systemen te bevorderen.



### Gids Duurzame Gebouwen

- ▶ Thema Energie
  - [Dossier | Verwarming en sanitair warm water: efficiënte installaties garanderen \(distributie en afgifte\)](#)
  - [Dossier | De optimale productie- en opslagwijze voor verwarming en sanitair warm water kiezen](#)
  - [Dossier | De beste productiewijzen voor hernieuwbare koeling kiezen](#)
  - [Voorziening | Warmtepomp](#)
  - [Voorziening | Zonneboiler](#)

### Websites

- ▶ Infofiche van het WTCB (invoering van een WP in de EPB-software) ([https://www.wtcb.be/publicaties/infofiches/48\\_04/](https://www.wtcb.be/publicaties/infofiches/48_04/))
- ▶ Milieuvergunning en ingedeelde inrichtingen (<https://leefmilieu.brussels/de-milieuvergunning>)
- ▶ EPB verwarming en -klimaatregeling (<https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en-klimaatregeling>)
- ▶ Koelinstallaties (<https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/koelinstallaties>)
- ▶ Geregistreerde koeltechnische bedrijven ([https://app.leefmilieubrussel.be/lijsten/?nr\\_list=1](https://app.leefmilieubrussel.be/lijsten/?nr_list=1))
- ▶ Ecodesign (<http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficient-products/heaters>)
- ▶ Facilitator WP Waals Gewest (<http://www.ef4.be/fr/pompes-a-chaaleur>)



**Websites**

- ▶ Facilitator WP Waals Gewest (<http://www.ef4.be/fr/pompes-a-chaaleur>)
- ▶ Regelgeving geothermische systemen (<https://leefmilieu.brussels/themas/geologie-en-hydrogeologie/geothermie/regelgeving>)
- ▶ Presentatie van de BrugeoTool ([https://environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/pres-200323-pac-1-3-brugeo-nl.pdf](https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres-200323-pac-1-3-brugeo-nl.pdf))
- ▶ Applicatie BrugeoTool (<https://geodata.environnement.brussels/client/brugeotool/home>)
- ▶ Inventaris van de bodemtoestand (<https://leefmilieu.brussels/themas/bodem>)
- ▶ Presentatie "Warmtepompen" van het WTCB (<https://www.confederationconstruction.be/Portals/19/2020%2006%2025%20pompe%20a%20chaaleur/PAC%20Bruxelles%202006%20-%20Copie.pdf>)

**Opleidingen en seminars**

- ▶ Bekijk alle materialen [gratis](#) !

**Pierre GUSTIN**

Projectingenieur  
écorce sa

+ 32 4 226 91 60

✉ [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)



**BEDANKT VOOR UW AANDACHT**

