

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

WARMTEPOMP: KEUZE EN ONTWERP

HERFST 2024

De warmtepomp: algemene principes



- ▶ Herhaling van de basisprincipes
- ▶ Voorstelling van
 - de verschillende technologieën
 - de verschillende warmtepompconfiguraties en de invloed ervan op de energieprestaties,
 - de reglementaire context waarin warmtepompen (WP's) worden gebruikt
 - de beschikbare steunmaatregelen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN



- ▶ Er zijn hernieuwbare energiebronnen in overvloed op aarde - in de lucht, het water en de bodem
- ▶ Deze energie heeft vaak een temperatuur die niet erg geschikt is voor de behoeften van een gebouw



WARMTEPOMP

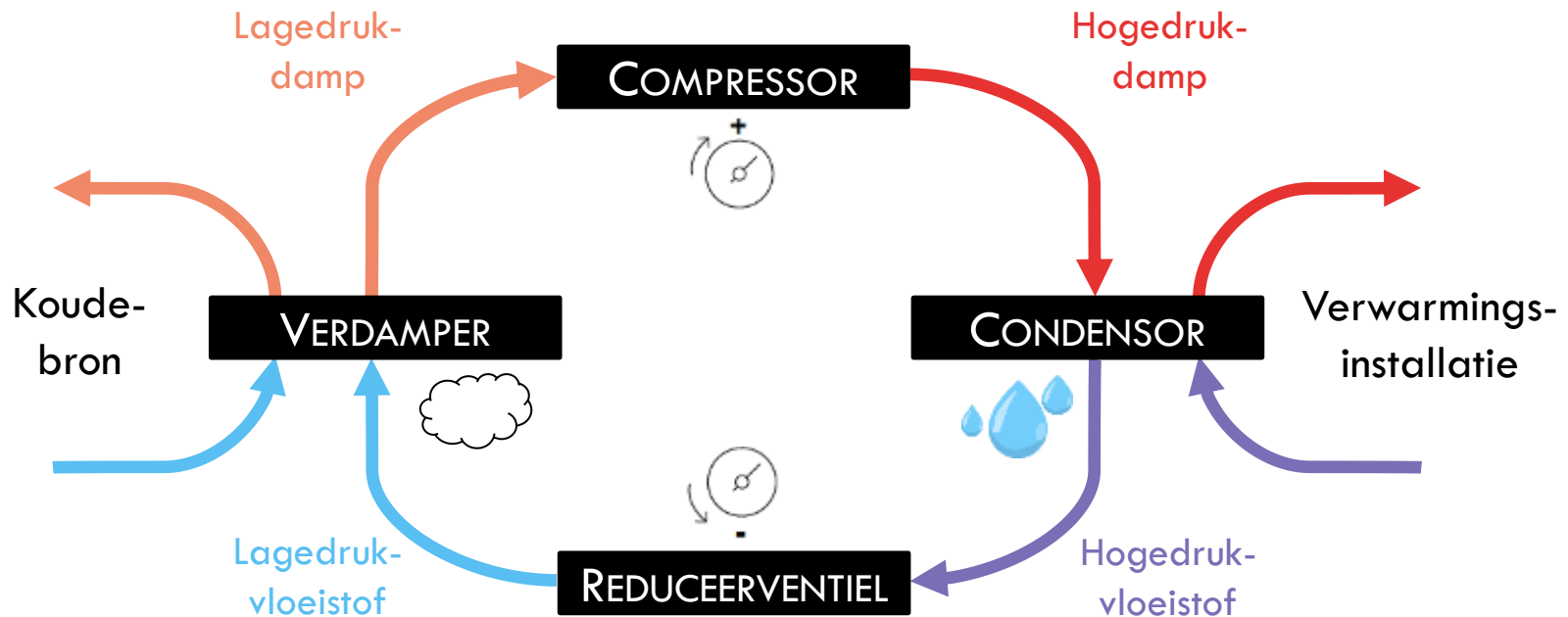
Bron: Julie Renaux

- ▶ De warmtepomp zet deze energie met lage temperatuur, mits de toevoeging van een beperkte hoeveelheid extra energie, om in energie met een hogere temperatuur

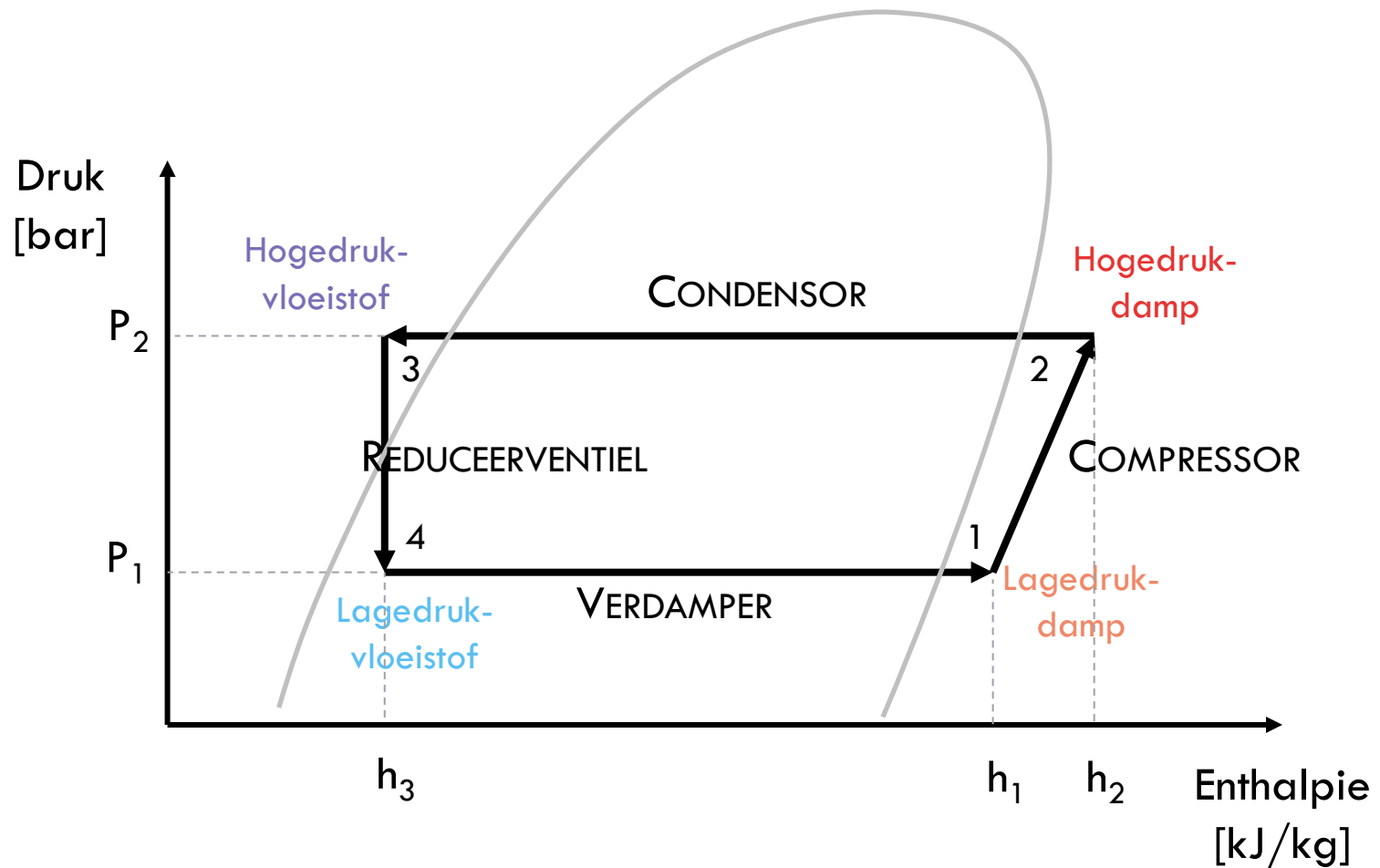


Werkingsprincipe van een warmtepomp

- ▶ Onttrekt warmte uit een 'koudebron' (bodem, 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

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

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

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

- ▶ Reële COP wordt verlaagd met 30 tot 60 %
 - Diverse omkeerbaarheden in de cyclus
 - Verbruik van randapparatuur (vorstbeveiliging, pompen en ventilatoren, enz.)



8 INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR

Hoe kleiner het temperatuurverschil tussen de bron en de te verwarmen ruimte, hoe hoger de COP

► Voorbeeld

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

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

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

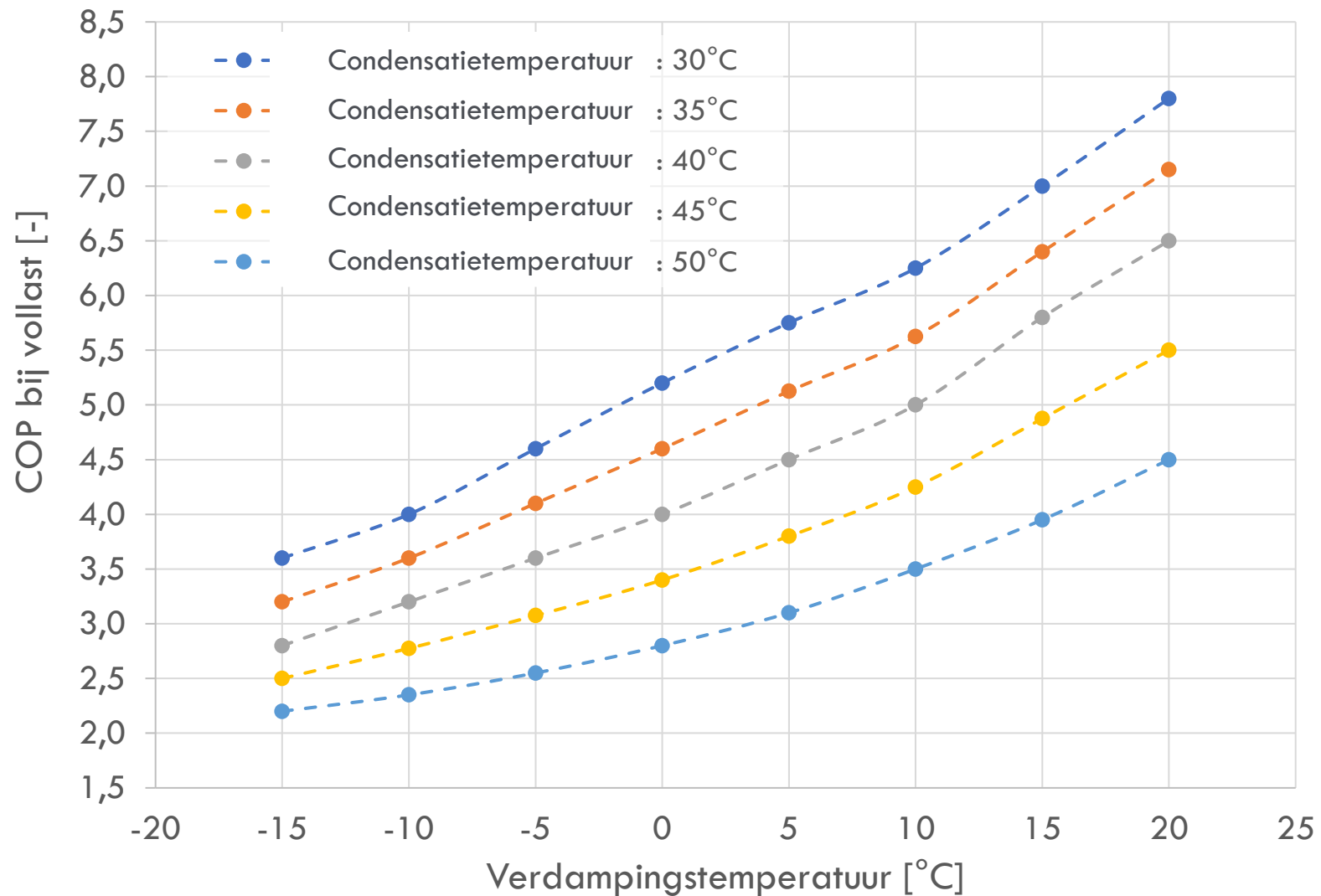
$$\text{COP}_{\text{ideaal}} = \frac{308,15}{308,15 - 283,15} = 12,3$$

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

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



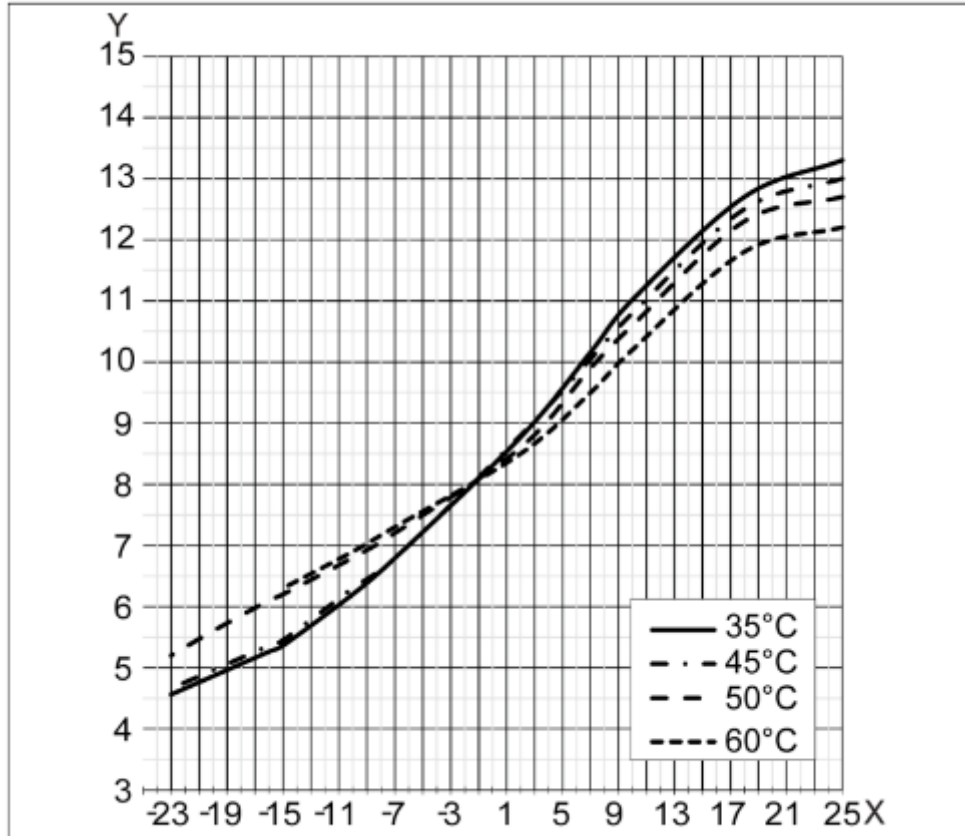
9 INVLOED VAN DE BRONTEMPERATUUR



Aerothermische WP

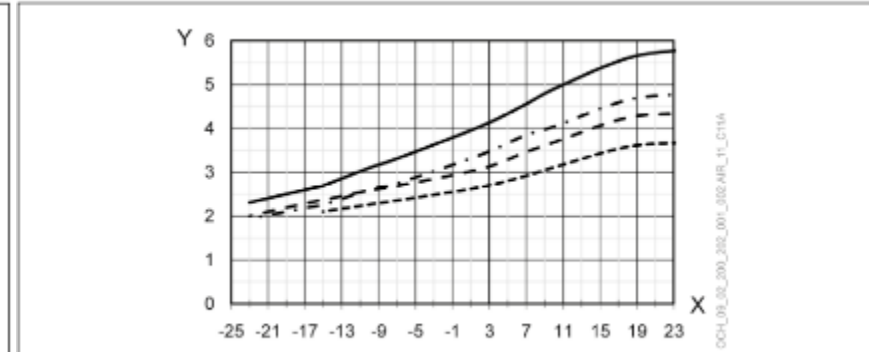
Wat neemt u waar ? Wat kunt u uit hieruit concluderen?

PUISSANCE DE CHAUFFAGE



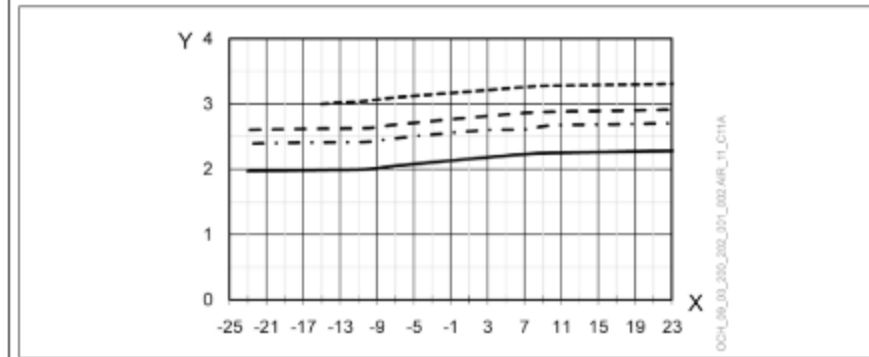
X Température extérieure [°C]
Y Puissance de chauffage [kW]

COP



X Température extérieure [°C]
Y COP

PUISSANCE ABSORBÉE



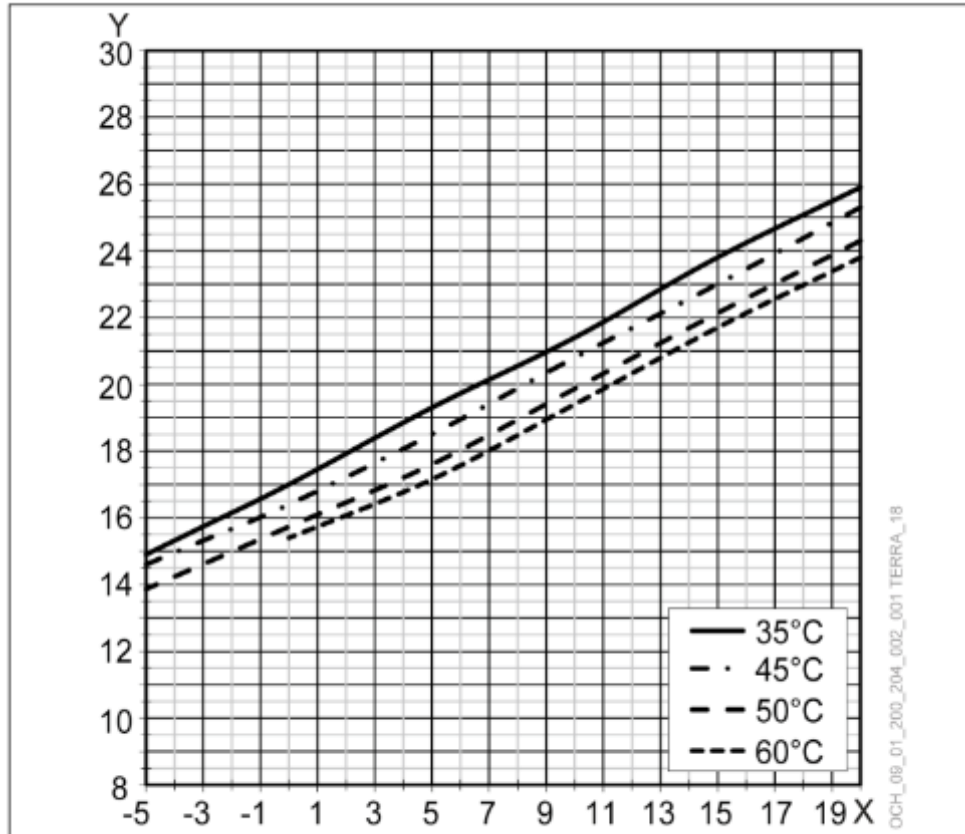
Bron: Ochsner AIR 7 C11A



Glycolwater/water-warmtepomp

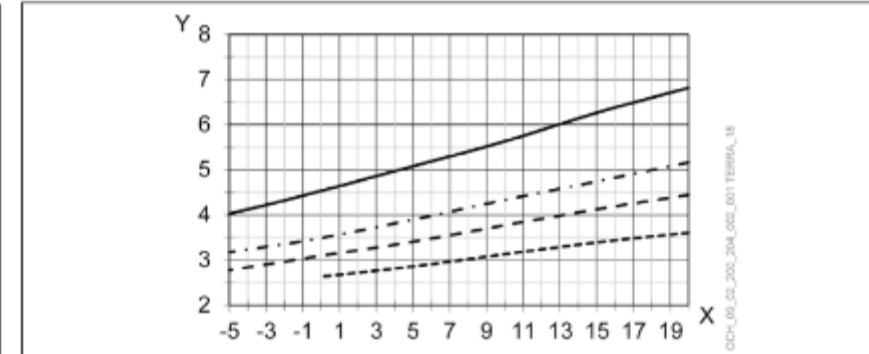
Wat neemt u waar ? Wat kunt u uit hieruit concluderen?

PUISSANCE DE CHAUFFAGE



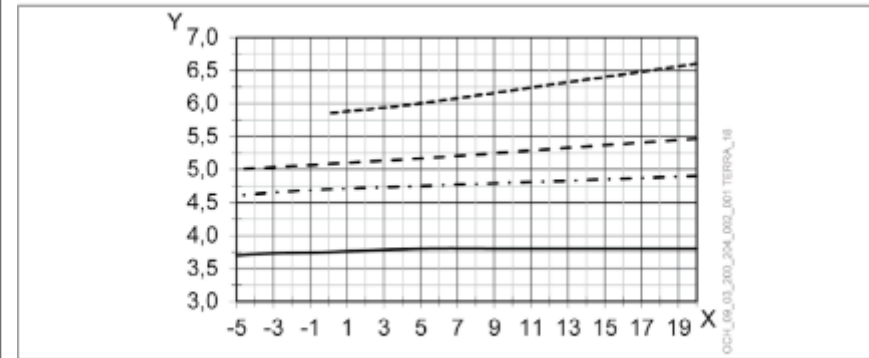
X Température de l'eau glycolée [°C]
Y Puissance de chauffage [kW]

COP



X Température de l'eau glycolée [°C]
Y COP

PUISSANCE ABSORBÉE



X Température de l'eau glycolée [°C]
Y Puissance absorbée [kW]

Bron: Ochsner AIR 11 C11A



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

► Types

- Koudebronnen
- Keuze van het koelfluidum

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN ONDERSTEUNINGSMECHANISMEN



Compressie-
warmtepomp
met elektromotor

Compressie-
warmtepomp
met gasmotor

Absorptie-
warmtepomp



15 **COMPRESSIEWARMTEPOMP: ELEKTROMOTOR****Compressor met elektromotor**

- Scroll-compressor / Zuigercompressor / Schroefcompressor

Bron: <http://geothermies.fr>

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

	300 kW	500 kW	1500 kW
Scroll	Yes	Yes	Yes
Pistons	Yes	Yes	No
Vis	No	Yes	Yes



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



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 om cascadowerking te voorzien

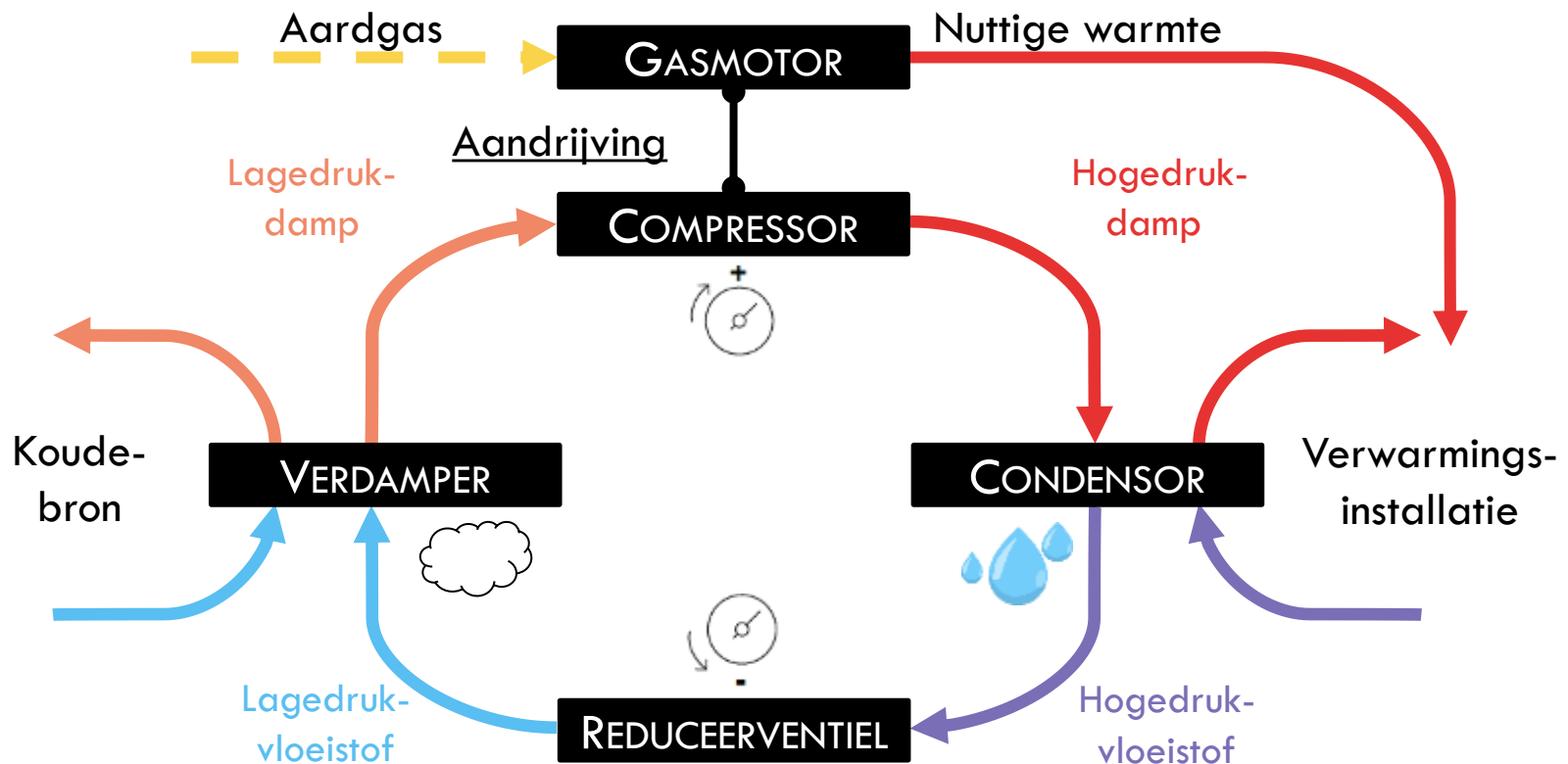
De WP met variabele snelheid

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



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

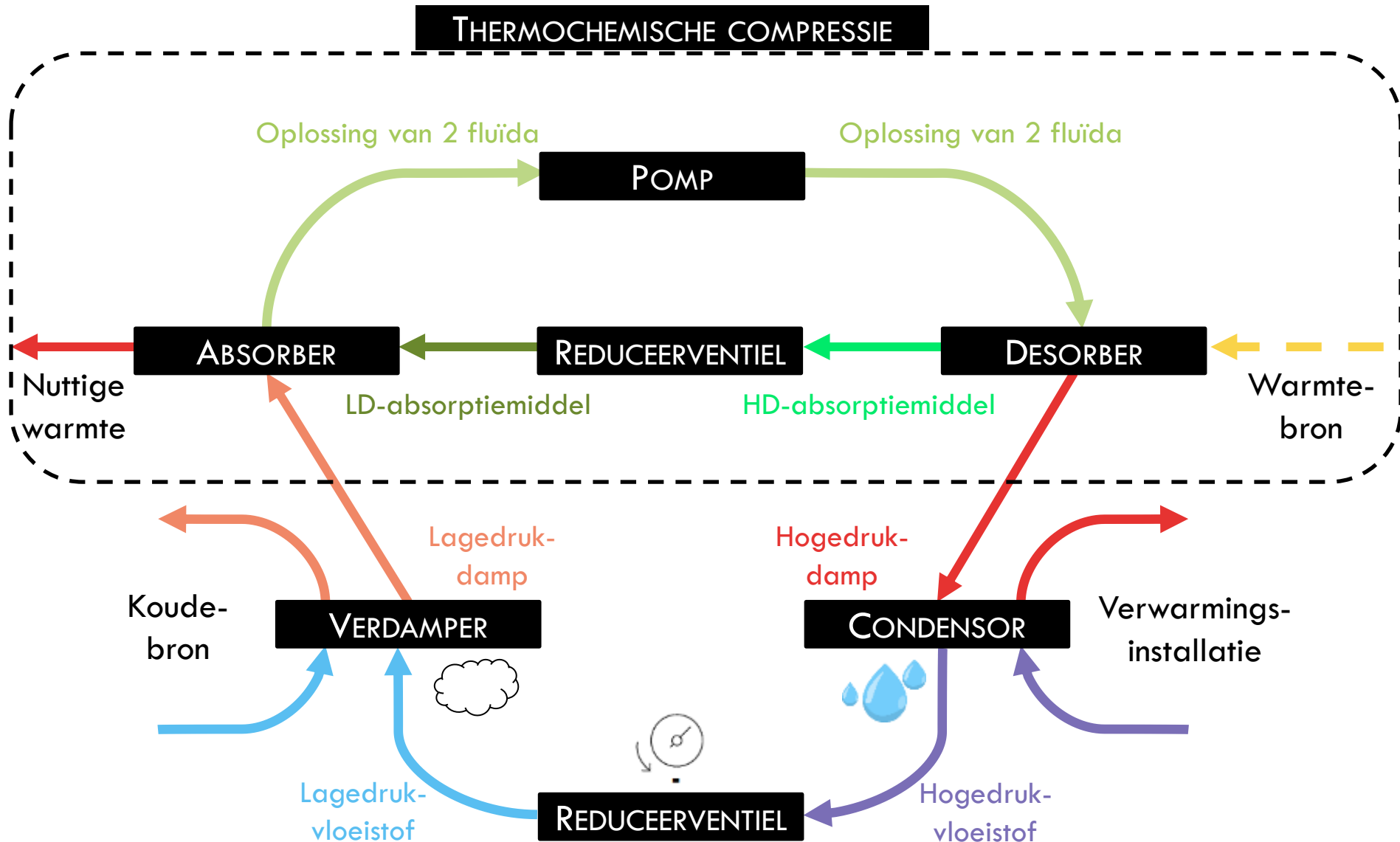
- ▶ Compressor aangedreven door een verbrandingsmotor via een aandrijfas.
- ▶ Mogelijkheid warmte terug te winnen uit de uitlaatgassen en het koelwater van de motor



Bron: écorce



ABSORPTIEWARMTEPOMP



Bron: écorce



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

- Types
- **Koudebronnen**
- Keuze van het koelfluidum

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

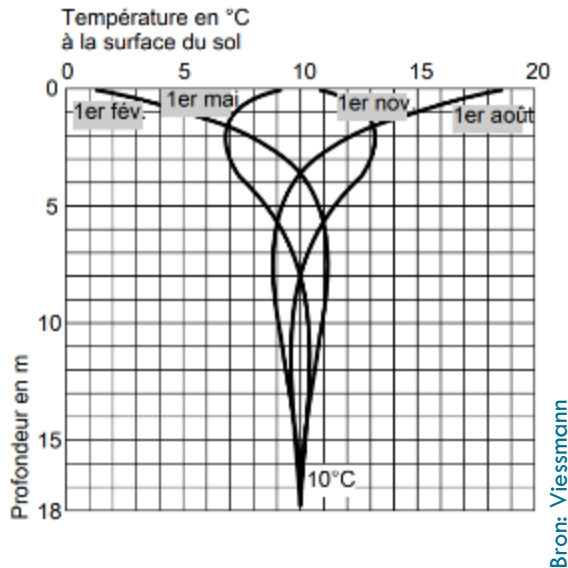
OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHED

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN



- Binnen- of buiten**lucht**
- **Bodem**, geringe of grote diepte
- Oppervlakte-, grond- of riool**water**

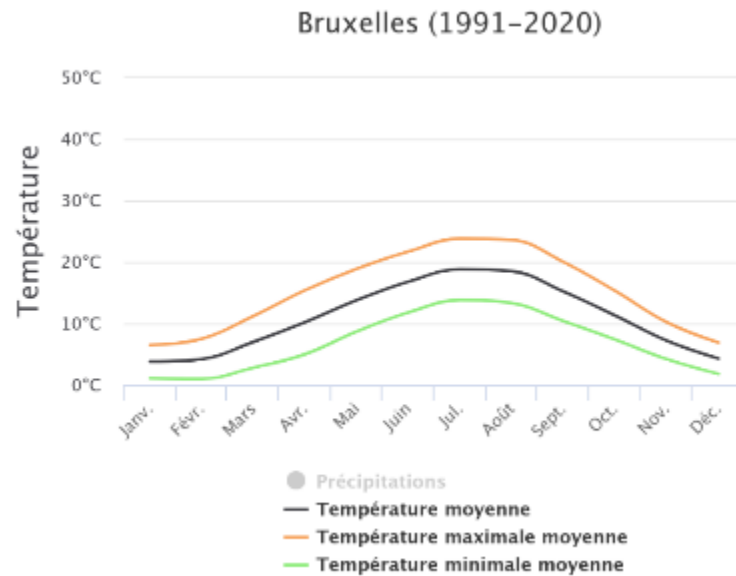
Bodem
0-20 °C



>> GEOTHERMIE



Lucht
-8 tot 15
°C



>> AEROTHERMIE

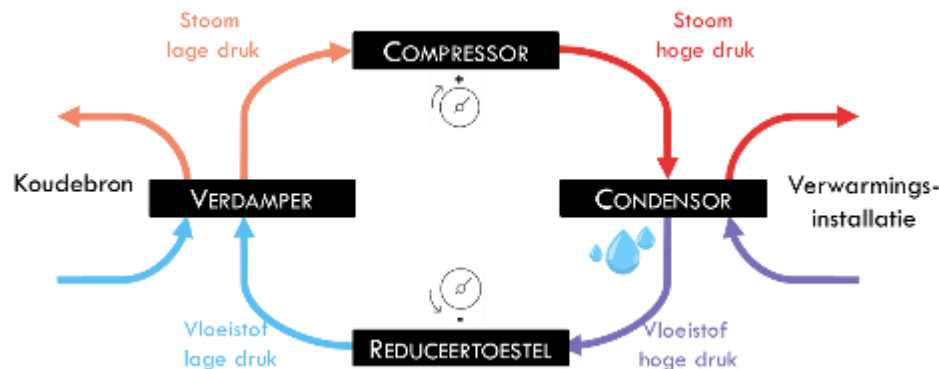
Riolering
10 tot 35
°C

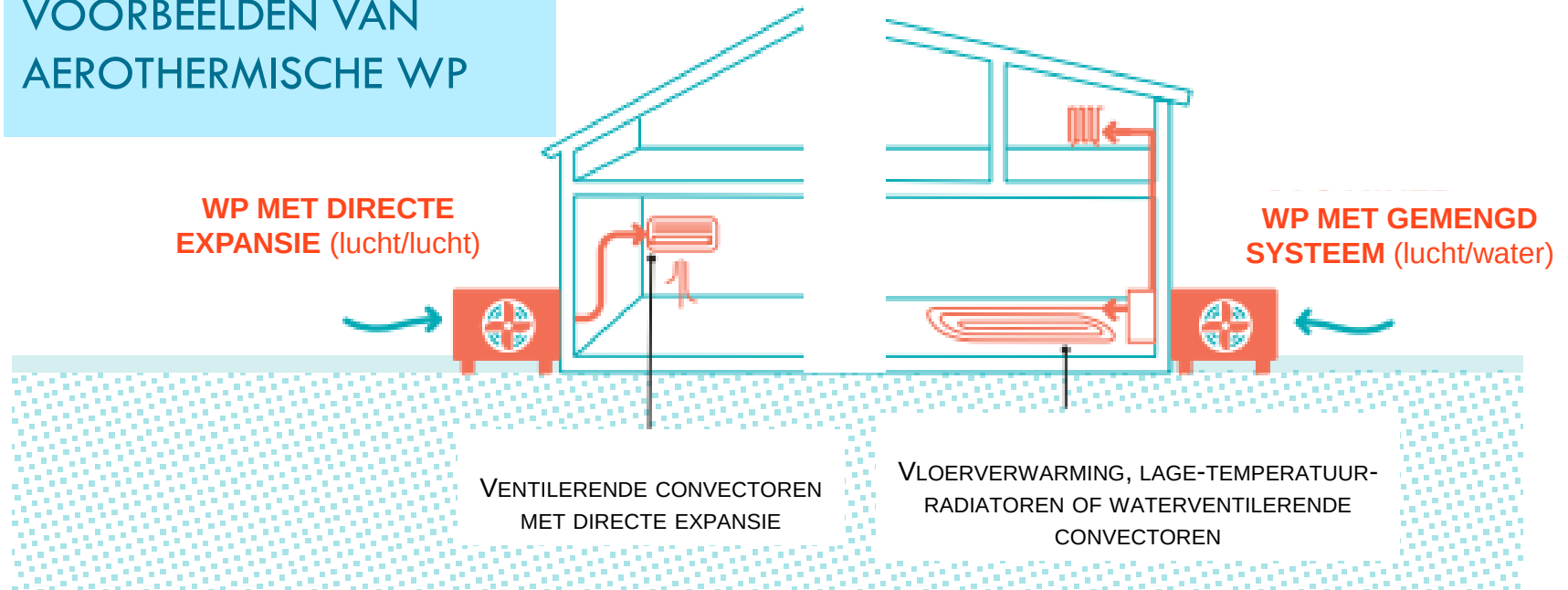


>> RIOTHERMIE

Verschillende configuraties van warmtepompen:

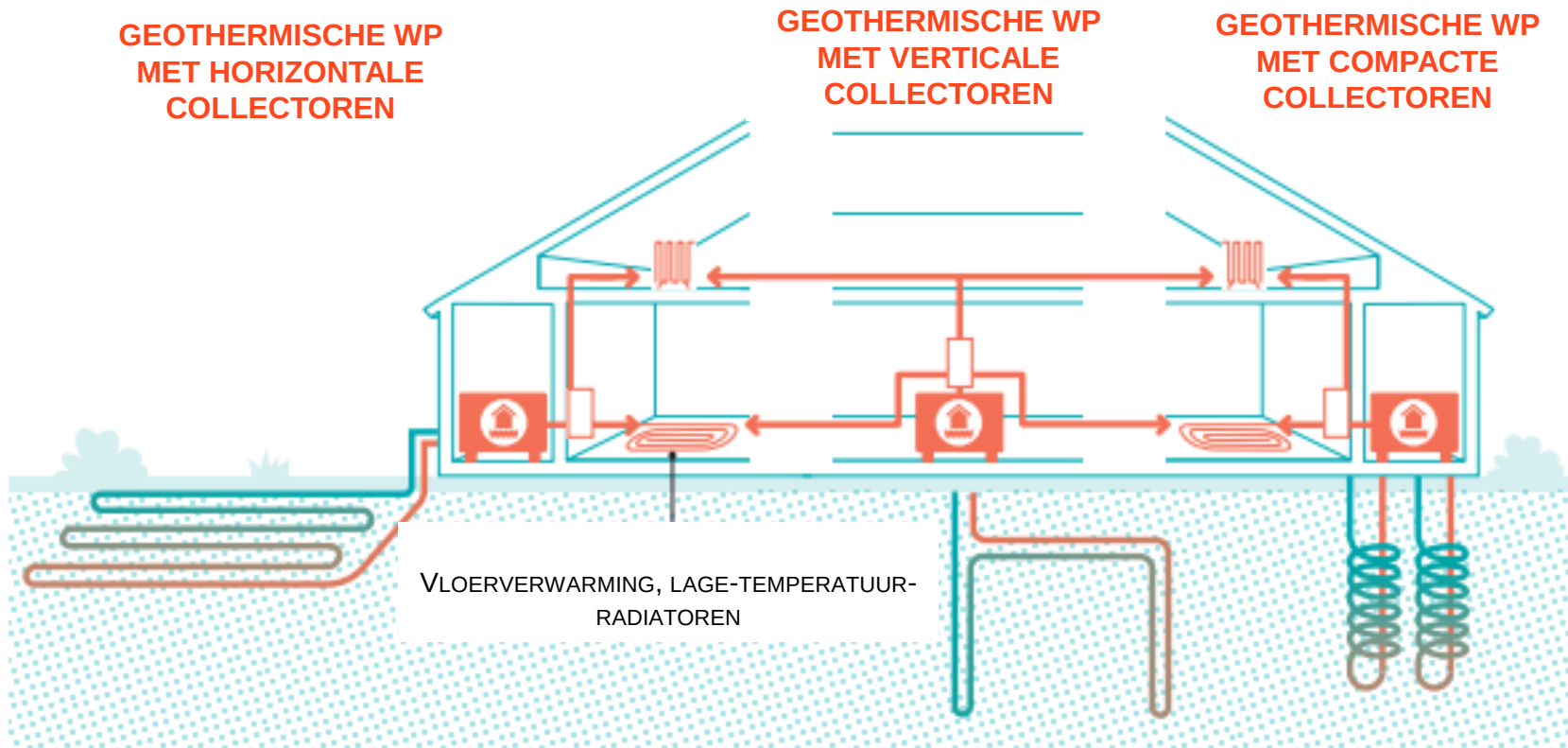
- ▶ **WP met directe expansie:** een enkele kring; het koelfluidum circuleert in een gesloten kring in de pomp, de sondes en de warmteafgifte-elementen. Dit type warmtepomp bevat een grote hoeveelheid koelfluidum. Er is geen tussengeplaatste warmtewisselaar
- ▶ **WP met gemengd systeem:** twee kringen; 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



VOORBEELDEN VAN
AEROTHERMISCHE WP

Bron: ADEME



**VOORBEELDEN VAN
GEOTHERMISCHE WP**

Bron: ADEME



Keuzecriteria

- ▶ Energiebehoeften, dimensioneringsvermogen
- ▶ Budget
- ▶ Gewenste prestaties
- ▶ Beschikbare buitenruimte
- ▶ Akoestiek



Seizoensprestatiefactor (SPF of SCOP)

Komt overeen met de gemiddelde prestatie gedurende een stookseizoen

Voor correct gedimensioneerde en geregelde installaties met modulerende WP kunnen de volgende SCOP's worden verwacht

TYPE WARMTEPOMP	SPF (HT: 55 °C)	Rendement voor primaire energie	SPF (LT: 35 °C)	Rendement voor primaire energie
LUCHT/LUCHT	/	/	4	160 %
LUCHT/WATER	3,1	124 %	4,2	168 %
BODEM _H /WATER	3,2	128 %	4,6	184 %
BODEM _V /WATER	4,3	172 %	5,1	204 %

/!\ Indicatieve waarden!



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

- Types
- Koudebronnen
- **Keuze van het koelfluidum**

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN



Voornaamste technische criteria

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

	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

Bron: <https://leefmilieu.brussels/>



Voornaamste milieucriteria

- ▶ ODP: Ozone Depletion Potential (ozonafbrekend vermogen)
- ▶ GWP: Global Warming Potential (aardopwarmingsvermogen)
- ▶ TEWI: Total Equivalent Warming Impact (totale equivalente opwarmingsimpact)

TEWI = Effet de serre direct + Effet de serre indirect

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

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 [kg/an]

n = Durée de vie de l'installation [an]

m = Quantité de fluide frigorigène présent dans la pompe à chaleur à son installation [kg_fl]

α_{recovery} = Taux de récupération de fluide frigorigène lors du démontage de la pompe à chaleur [-]

E_a = Consommation annuelle en énergie [kWh/an]

β = Emissions en 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

Bron: EF4



KEUZE VAN HET KOELFLUÏDUM**Veiligheidsgroep****Lage toxiciteit Hoge toxiciteit**

Hoge ontvlambaarheid	A3	B3
Ontvlambaarheid	A2	B2
Lage ontvlambaarheid	A2L	B2L
Geen vlamverspreiding	A1	B1

Gangbare fluïda

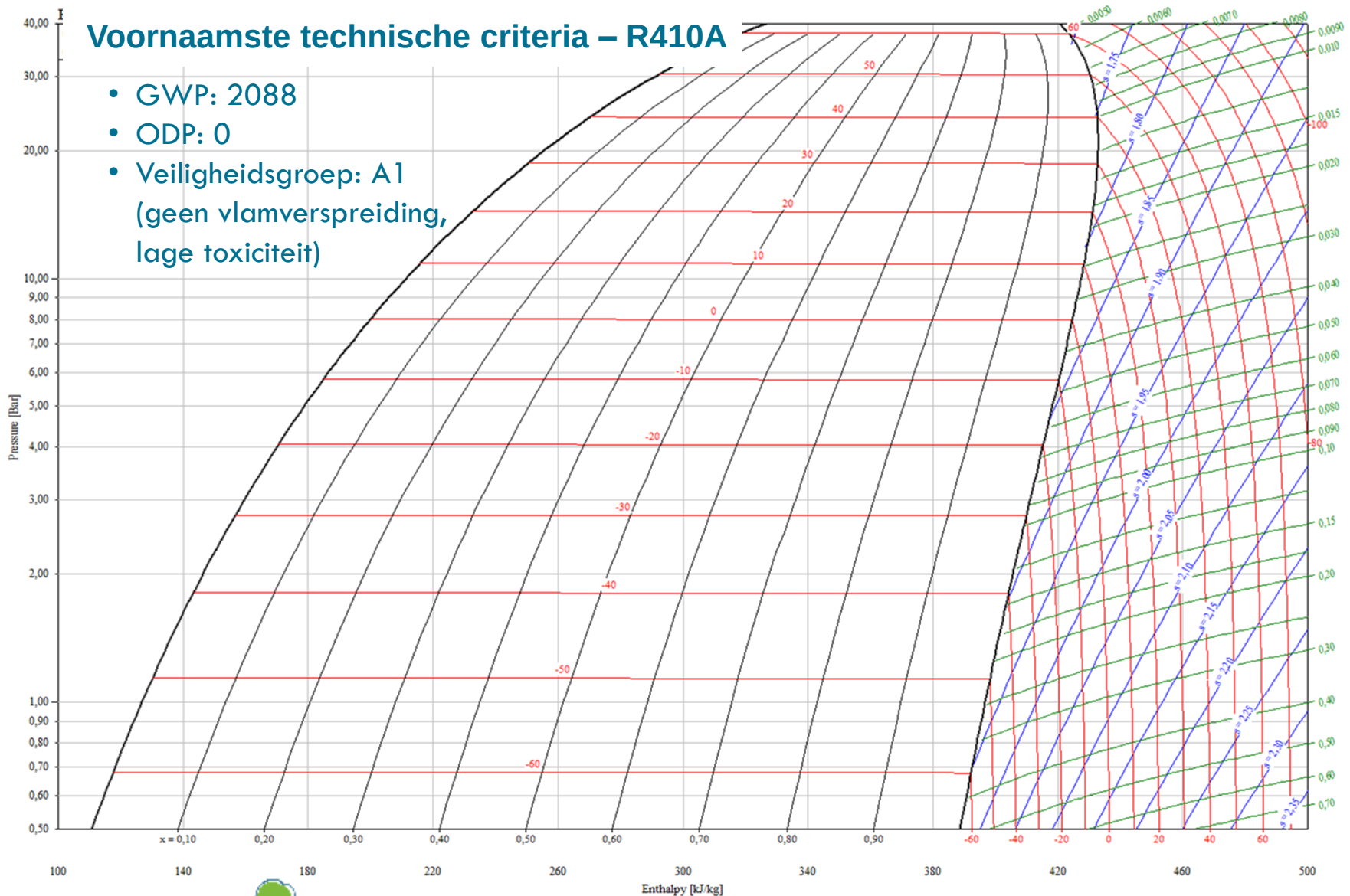
Nummer van de koelvloeistof	Chemische naam/samenstelling	Chemische formule: tolerantie van de samenstellingen	Veiligheids-groep	GWP	5 ton CO ₂ -equivalent =>	
R134a	1,1,1,2-tetrafluorethaan	CH ₂ FCF ₃	A1	1.430	3,5	k g
R32	Difluormethaan (methyleenfluoride)	CH ₂ F ₂	A2L	675	7,41	k g
R404A	R-125/134a/134a (44/52/4)	±2/ ± 1/ ± 2	A1	3.922	1,27	k g
R407A	R-32/125/134a (20/40/40) ±2/ ± 2/ ± 2		A1	2.107	2,37	k g
R407C	R-32/125/134a (23/25/52)	±2/ ± 2/ ± 2	A1	1.774	2,82	k g
R407F	R-32/125/134a (30/30/40)	±2/ ± 2/ ± 2	A1	1.825	2,74	k g
R410A	R-32/125 (50/50)	+ 0,5 – 1,5/+ 1,5 – 0,5	A1	2.088	2,39	k g
Alternatieve vloeistoffen						
R290	Propaan	CH ₃ CH ₂ CH ₃	A3	3	-	
R600	Butaan	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	A3	4	-	
R600A	2-methylpropaan (isobutaan)	CH(CH ₃) ₃	A3	3	-	
R717	Ammoniak	NH ₃	B2L	0	-	
R744	Koolstofdioxide	CO ₂	A1	1	-	
R1270	Propeen (propyleen)	CH ₃ CH = CH ₂	A3	2	-	
R1234 ze	Trans-1,3,3,3-tetrafluoroprop-1-een		A2L	7	-	
R1234 yf	2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-een	CF ₃ CF = CH ₂	A2L	4	-	
R1233 zd	Trans-1-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-een	CF ₃ CH = CHCl	A1	4.5	-	

* HFK's = fluorkoolwaterstoffen

Bron: <https://leefmilieu.brussels/>

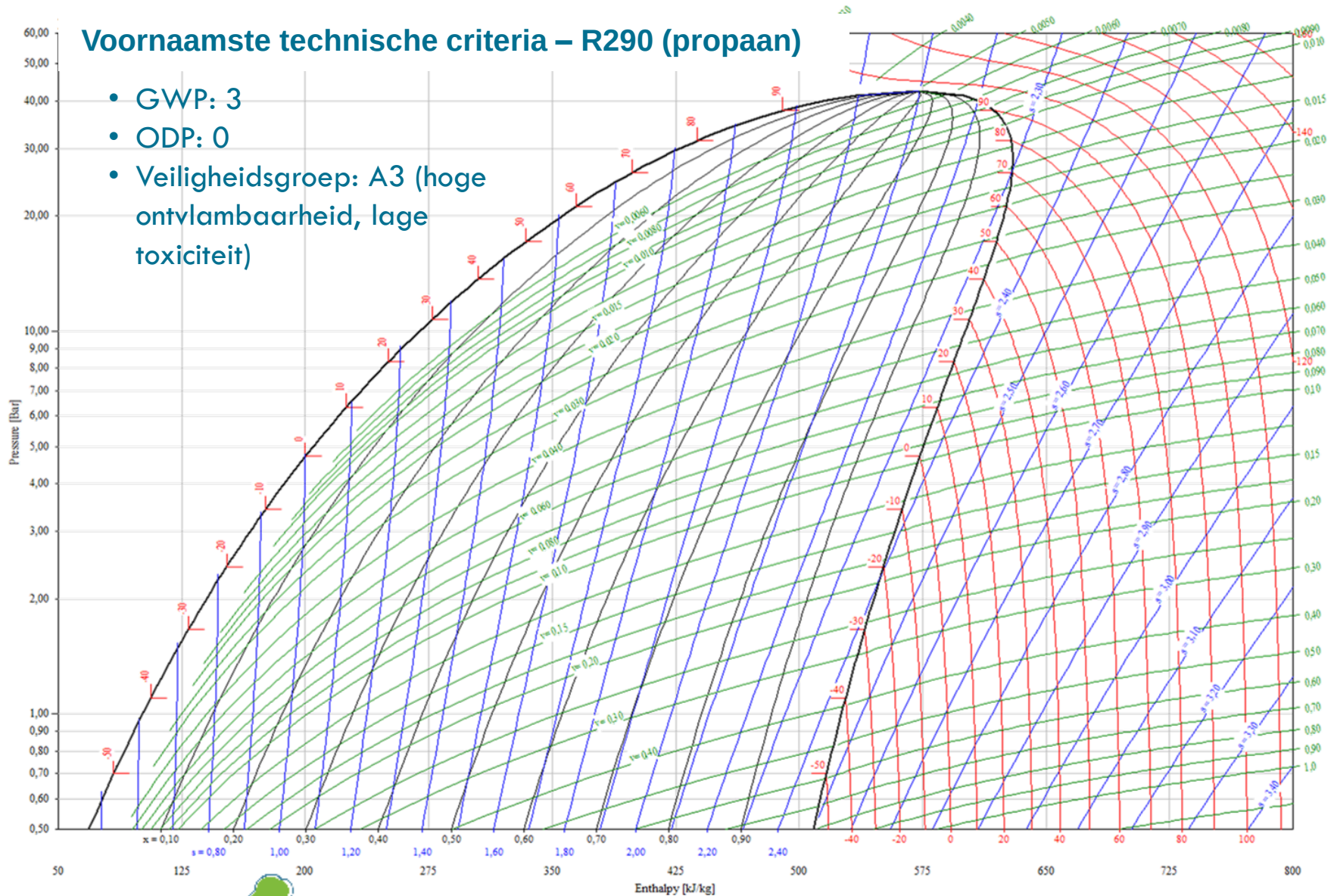
Voornaamste technische criteria – R410A

- 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

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN



Compatibiliteit afgifte / productie

THERMOACTIE
VE
VERWARMING

STRALINGSPANELEN

RADIATOREN

VENTILERENDE CONVECTOREN

OPPERVLAKTEVERWARMING

30

40

55

70

θ_{Vertrek}

Zeer lage
temperaturen

Lage
temperaturen

Hoge
temperaturen

Zeer hoge
temperaturen

WARMTEPOMP

CONDENSERENDE VERWARMINGSKETEL

ANDERE VERWARMINGSKETELS

WARMTEKRACHTKOPPELING



Afgifte-elementen

Radiator →



Bron: Radson



Bron: SpeedComfort



Ventilerende convectoren →



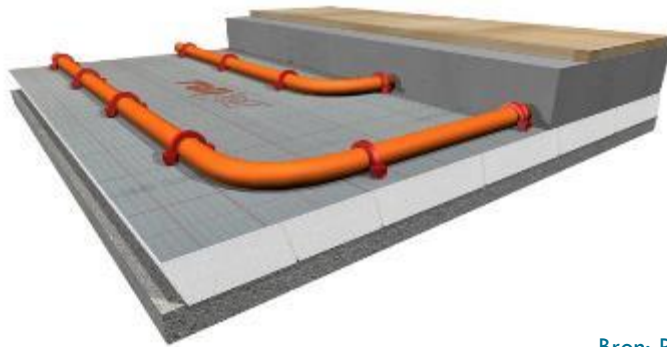
Bron: Jaga

← Dynamische radiator



Afgifte-elementen – oppervlakteverwarming

Droog systeem →



Bron: Radson

← Nat systeem



Bron: Vasco

← Sleuven



Bron: Vasco

Wandsysteem →



Bron: Vasco



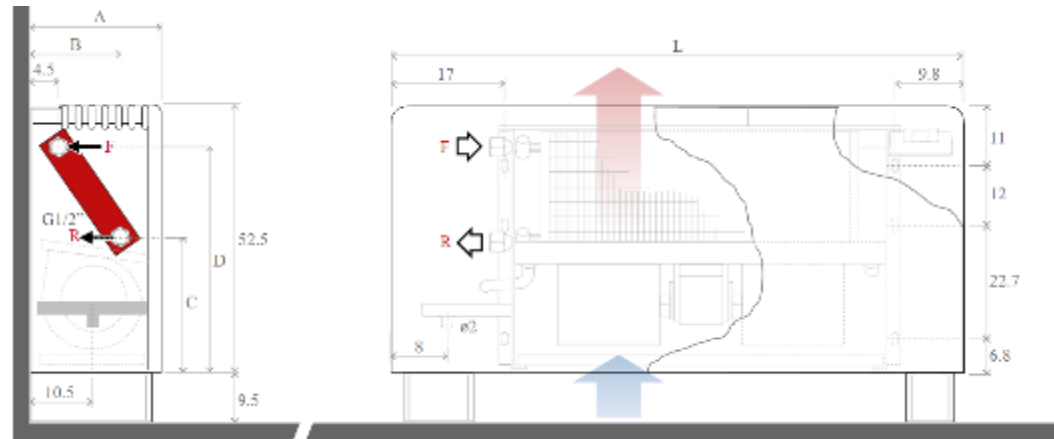
En bij koeling?

- ▶ 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	Longueur	Largeur	Position	CHAUFFER	CHAUFFER	CHAUFFER	CHAUFFER	LIGHT COOLING Non condensant	DEEP COOLING Total	DEEP COOLING sensible
	[cm]	[cm]	[cm]		75/65/20	55/45/20	45/35/20	35/30/20	16/18/27 50% R.V.	7/12/27 50% R.V.	7/12/27 50% R.V.
					[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]	[Watts]
02 ▼	Tous ▼	Tous ▼	Tous ▼	max ▼							
02	052	57,5	23,0	max	4000	2386	1571	990	769	1833	1304

Bron: Jaga



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

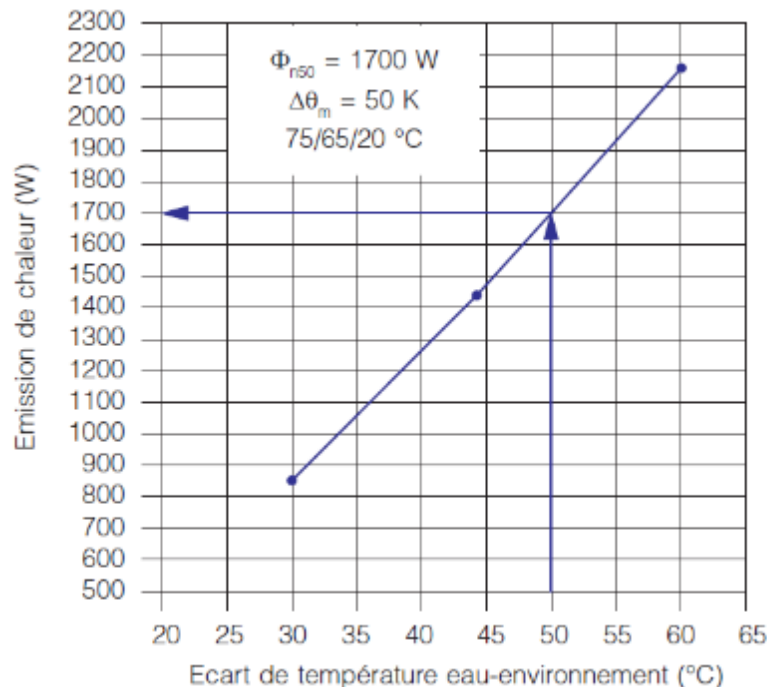


Fig. 10
Exemple de courbe caractéristique d'un radiateur (détermination de l'émission calorifique selon la norme NBN EN 442-2) [B9].

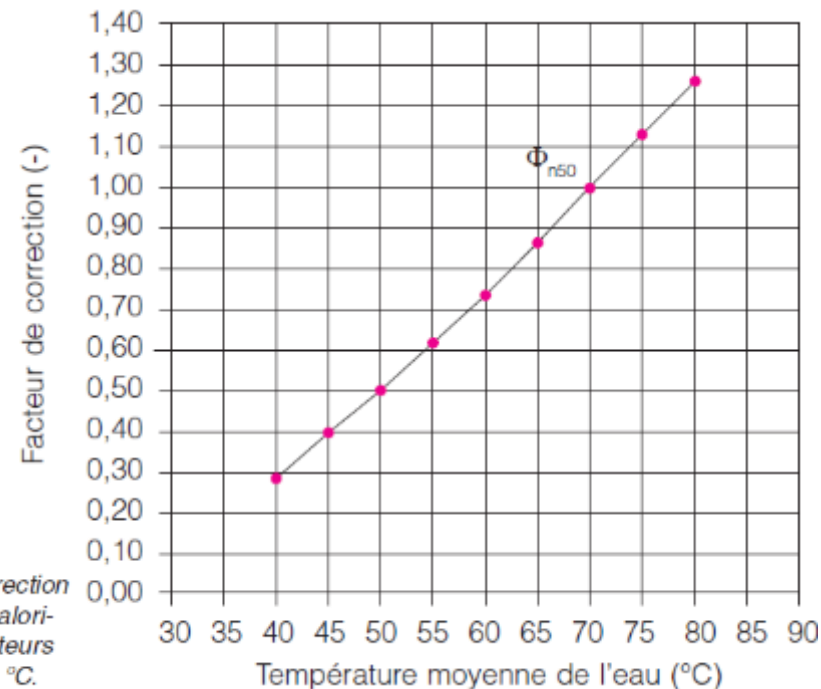


Fig. 11
Facteur de correction de l'émission calorifique des radiateurs d'un local à 20 °C.





Oefening

In een ruimte staat een radiator (type 21) met een vermogen van 1.500 W voor een temperatuurregime van 75/65/20. De berekening van de verliezen volgens de norm geeft een behoefte van 1.200 W aan

- Wat is de dimensionering van de radiator?

Standard HP

Supply

75 °C

Heat output

1500 W

Return

65 °C

Tolerance + / -

5 %

Room temperature

20 °C

ΔT

50,00

Typ

H

L

11

300

400

500

600

750

900

21

300

400

500

600

750

900

22

300

400

500

600

750

900

33

300

400

500

600

750

900

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

Wat

400	218	284	347	407	492	571	304	385	462	536	642	744	384	488	588	684	822	955	539	680	814	942	1127	1304
500	273	356	434	509	615	714	381	482	578	670	803	931	481	611	735	855	1028	1194	674	850	1018	1178	1409	1630
600	328	427	521	611	738	856	457	578	694	804	964	1117	577	733	882	1025	1233	1433	808	1019	1221	1414	1691	1956
700	382	498	608	713	861	999	533	674	809	938	1124	1303	673	855	1029	1196	1439	1672	943	1189	1425	1649	1973	2282
800	437	569	694	814	984	1142	609	770	925	1072	1285	1489	769	977	1176	1367	1644	1910	1078	1359	1628	1885	2254	2608
900	491	640	781	916	1107	1284	685	867	1040	1206	1445	1675	865	1099	1323	1538	1850	2149	1212	1529	1832	2120	2536	2934
1000	546	711	868	1018	1230	1427	761	963	1156	1340	1606	1861	961	1221	1470	1709	2055	2388	1347	1699	2035	2356	2818	3260
1100	601	782	955	1120	1353	1570	837	1059	1272	1474	1767	2047	1057	1343	1617	1880	2261	2627	1482	1869	2239	2592	3100	3586
1200	655	853	1042	1222	1476	1712	913	1156	1387	1608	1927	2233	1153	1465	1764	2051	2466	2866	1616	2039	2442	2827	3382	3912
1300	710	924	1128	1323	1599	1855	989	1252	1503	1742	2088	2419	1249	1587	1911	2222	2672	3104	1751	2209	2646	3063	3663	4238
1400	764	995	1215	1425	1722	1998	1065	1348	1618	1876	2248	2605	1345	1709	2058	2393	2877	3343	1886	2379	2849	3298	3945	4564
1500	819	1067	1302	1522	1845	2141	1142	1445	1734	2010	2409	2792	1442	1832	2205	2564	3083	3582	2021	2549	3053	3534	4227	4890
1600	874	1138	1389	1629	1968	2283	1218	1541	1850	2144	2570	2978	1538	1954	2352	2734	3288	3821	2155	2718	3256	3770	4509	5216
1800	983	1280	1562	1832	2214	2569	1370	1733	2081	2412	2891	3350	1730	2198	2646	3076	3699	4298	2425	3058	3663	4241	5072	5868
2000	1092	1422	1736	2036	2460	2854	1522	1926	2312	2680	3212	3722	1922	2442	2940	3418	4110	4776	2694	3398	4070	4712	5636	6520
2200	0	0	0	0	0	0	1674	2119	2543	2948	3533	4094	2114	2686	3234	3760	4521	5254	2963	3738	4477	5183	6200	7172
2400	0	0	0	0	0	0	1826	2311	2774	3216	3854	4466	2306	2930	3528	4102	4932	5731	3233	4078	4884	5654	6763	7824
2600	0	0	0	0	0	0	1979	2504	3006	3484	4176	4839	2499	3175	3822	4443	5343	6209	3502	4417	5291	6126	7327	8476
2800	0	0	0	0	0	0	2131	2696	3237	3752	4497	5211	2691	3419	4116	4785	5754	6686	3772	4757	5698	6597	7890	9128
3000	0	0	0	0	0	0	2283	2889	3468	4020	4818	5583	2883	3663	4410	5127	6165	7164	4041	5097	6105	7068	8454	9780





Oefening

- In een ruimte staat een radiator met een vermogen van 1.500 W voor een temperatuurregime van 75/65/20

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

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

Tableau D.1 Valeurs de Φ/Φ_{n50} à diverses températures ambiantes et diverses températures d'eau pour un débit nominal (exposant $n = 1,3$) (suite).

Température de l'eau de départ $\theta_{w,i}$ (°C)	Température ambiante θ_a (°C)	Température de l'eau de retour $\theta_{w,r}$ (°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									

$$\Phi/\Phi_{n50} = (\Delta\theta_m/49,83)^n$$

où :

$$\Delta\theta_m = (\theta_{w,i} - \theta_{w,r}) / \ln[(\theta_{w,i} - \theta_a) / (\theta_{w,r} - \theta_a)]$$

Bron: Buildwise, rapport nr. 14





Oefening

- De radiator boosten: $765 \text{ W} + 20 \% = 918 \text{ W} < 1.200 \text{ W}$
- De radiator door een grotere vervangen

Standard HP					
Supply	55	°C	Heat output	1200	W
Return	45	°C	Tolerance + / -	5	%
Room temperature	20	°C			
ΔT		30,00			



Typ	11						21						22						33					
H	300	400	500	600	750	900	300	400	500	600	750	900	300	400	500	600	750	900	300	400	500	600	750	900
L	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat	Wat
400	113	146	178	208	251	291	158	199	237	273	326	376	197	249	299	346	413	478	275	345	411	473	564	651
500	141	183	223	260	314	364	198	249	296	341	407	470	246	311	373	432	517	597	344	432	514	592	705	814
600	169	219	267	313	377	437	237	298	356	409	488	563	295	374	448	518	620	717	413	518	617	710	847	976
700	197	256	312	365	440	510	277	348	415	478	570	657	345	436	522	605	723	836	482	604	719	828	988	1139
800	225	292	356	417	503	583	317	398	474	546	651	751	394	498	597	691	827	956	551	691	822	946	1129	1302
900	253	329	401	469	566	655	356	448	533	614	733	845	443	560	672	777	930	1075	620	777	925	1065	1270	1465
1000	281	366	445	521	629	728	396	497	593	682	814	939	492	623	746	864	1033	1194	688	863	1028	1183	1411	1627
1100	309	402	490	573	691	801	435	547	652	751	895	1033	542	685	821	950	1137	1314	757	950	1131	1301	1552	1790
1200	338	439	534	625	754	874	475	597	711	819	977	1127	591	747	896	1037	1240	1433	826	1036	1233	1420	1693	1953
1300	366	475	579	677	817	947	514	646	771	887	1058	1221	640	810	970	1123	1343	1553	895	1122	1336	1538	1834	2116
1400	394	512	623	729	880	1019	554	696	830	955	1140	1315	689	872	1045	1209	1447	1672	964	1209	1439	1656	1975	2278
1500	422	548	668	781	943	1092	594	746	889	1023	1221	1409	738	934	1119	1296	1550	1792	1033	1295	1542	1775	2116	2441
1600	450	585	712	834	1006	1165	633	796	948	1092	1302	1502	788	996	1194	1382	1653	1911	1101	1381	1645	1893	2257	2604
1800	506	658	801	938	1131	1311	712	895	1067	1228	1465	1690	886	1121	1343	1555	1860	2150	1239	1554	1850	2129	2540	2929
2000	563	731	890	1042	1257	1456	791	994	1185	1365	1628	1878	985	1245	1493	1728	2066	2389	1377	1726	2056	2366	2822	3255
2200	0	0	0	0	0	0	871	1094	1304	1501	1791	2066	1083	1370	1642	1900	2273	2628	1515	1899	2261	2603	3104	3580
2400	0	0	0	0	0	0	950	1193	1423	1638	1954	2254	1182	1494	1791	2073	2480	2867	1652	2072	2467	2839	3386	3906
2600	0	0	0	0	0	0	1029	1293	1541	1774	2116	2442	1280	1619	1940	2246	2686	3106	1790	2244	2672	3076	3668	4231
2800	0	0	0	0	0	0	1108	1392	1660	1910	2279	2629	1378	1744	2090	2419	2893	3345	1928	2417	2878	3312	3950	4557
3000	0	0	0	0	0	0	1187	1492	1778	2047	2442	2817	1477	1868	2239	2591	3100	3583	2065	2590	3084	3549	4233	4882





Oefening

- De radiator door een ventilerende convector vervangen

Selectiontool LowH2O Hybrids

jaga

 CLIMATE
DESIGNERS

Copy all data

Taal/Language/Sprache/Språk/Jazyk	Français
Appareil Hybrid	Strada Hybrid
Version [centimeter]	MAX 50 11 1,5

Vitesse ventilateur Hauteur Type rofondeur

Températures

Chauffer:

Entrée de l'eau	55 °C
Retour de l'eau	45 °C
Ambiante (bulbe sec)	20 °C

Refroidir:

Entrée de l'eau	16 °C
Retour de l'eau	18 °C
Ambiante (bulbe sec)	27 °C
hum. rel.	50%

Système unitaire

☒ SI-units

☐ Imperial-units

Longueur [cm]	Puissance de chauffer [W]	Débit d'eau [kg/h]	Perte de charge [kPa]	Puissance de refroidir [W]**	Débit d'eau [kg/h]	Perte de charge [kPa]	Pression sonore [dB(A)]****	Puissance sonore [dB(A)]****	Puissance absorbée elec. [W]	Volume d'eau [l]
Strada Hybrid, Hauteur 50cm, Type 11										
60	819	70	0,04	242	104	0,08	40,0	48,0	6,8	0,8
70	1015	87	0,06	300	129	0,13	41,0	49,0	7,9	0,9
80	1210	104	0,09	358	154	0,20	41,8	49,8	9,1	1,1
90	1405	121	0,13	415	178	0,27	42,4	50,4	10,3	1,2
100	1600	138	0,18	473	203	0,37	43,0	51,0	12,2	1,3
110	1795	154	0,23	531	228	0,48	43,5	51,5	14,0	1,5
120	1990	171	0,29	589	253	0,60	44,0	52,0	14,8	1,6
140	2380	205	0,44	704	303	0,91	44,8	52,8	17,5	1,9
160	2771	238	0,62	819	352	1,29	45,5	53,5	19,2	2,1

Selectiontool LowH2O Hybrids

jaga

 CLIMATE
DESIGNERS

Copier toutes des donn

Taal/Language/Sprache/Språk/Jazyk	Français
Appareil Hybrid	Strada Hybrid
Version [centimeter]	MAX 50 21 21,5

Vitesse ventilateur Hauteur Type rofondeur

Températures

Chauffer:

Entrée de l'eau	55 °C
Retour de l'eau	45 °C
Ambiante (bulbe sec)	20 °C

Refroidir:

Entrée de l'eau	16 °C
Retour de l'eau	18 °C
Ambiante (bulbe sec)	27 °C
hum. rel.	50%

Système unitaire

☒ Unités-SI

☐ Unités-Impériales

Longueur [cm]	Puissance de chauffer [W]	Débit d'eau [kg/h]	Perte de charge [kPa]	Puissance de refroidir [W]**	Débit d'eau [kg/h]	Perte de charge [kPa]	Pression sonore [dB(A)]****	Puissance sonore [dB(A)]****	Puissance absorbée elec. [W]	Volume d'eau [l]
Strada Hybrid, Hauteur 50cm, Type 21										
60	1488	128	0,09	332	143	0,11	41,1	49,1	7,2	1,6
70	1633	140	0,11	341	147	0,12	41,1	49,1	7,2	1,9
80	2197	189	0,21	490	211	0,26	42,4	50,4	9,0	2,1
90	2552	219	0,28	570	245	0,35	43,3	51,3	10,7	2,4
100	2906	250	0,37	649	279	0,46	44,1	52,1	10,7	2,7
110	3051	262	0,42	658	283	0,48	44,1	52,1	12,5	2,9
120	3615	311	0,59	807	347	0,73	44,8	52,8	14,3	3,2
140	4324	372	0,86	965	415	1,07	45,4	53,4	16,1	3,7
160	5033	433	1,20	1123	483	1,48	46,4	54,4	19,6	4,3



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHEID

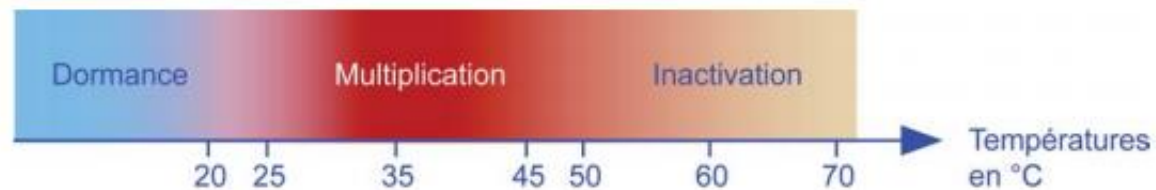
REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN



Bijzonderheden van de SWW-productie

- ▶ Behoefte: taptemperatuur tot 50-55 °C
- ▶ Gezondheid: verspreiding van legionella voorkomen

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

- 50 °C (vereist regelmatige desinfectie) tot 60 °C
- 60 °C

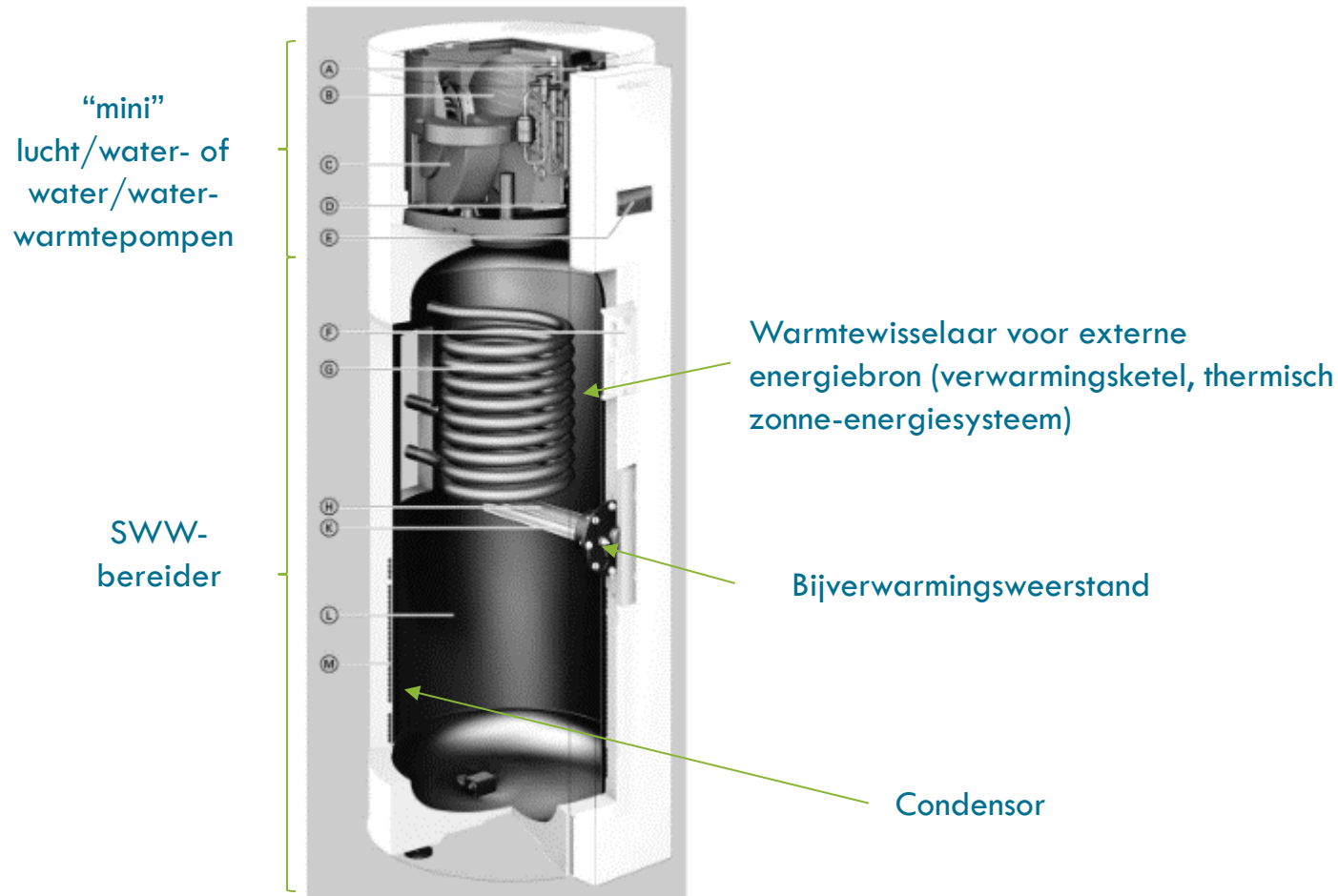


Er bestaan verschillende oplossingen

- ▶ thermodynamische boiler
- ▶ boosterboiler
- ▶ specifieke (aerothermische of geothermische) WP met hoge temperatuur
- ▶ gemengde WP verwarming/SWW



Thermodynamische boiler



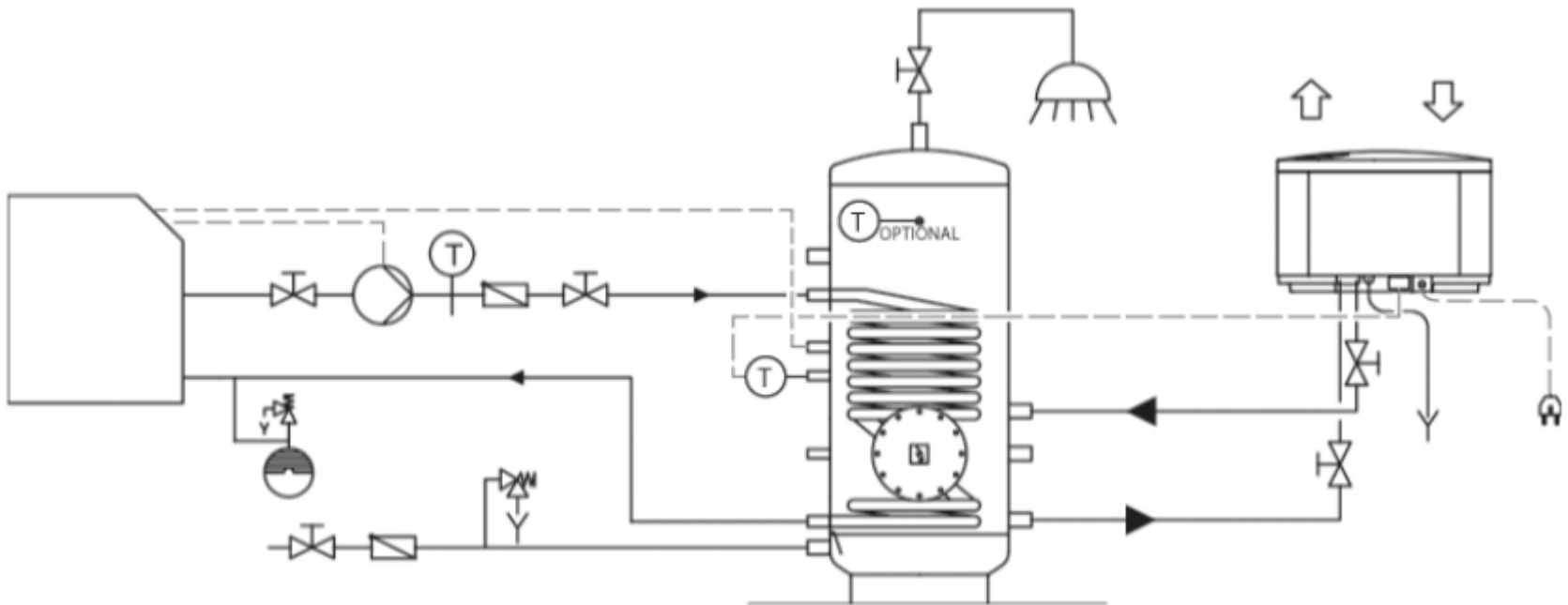
Bron: Viessmann



Bron: Öchsner



Thermodynamische boiler - oplossing bij renovatie?



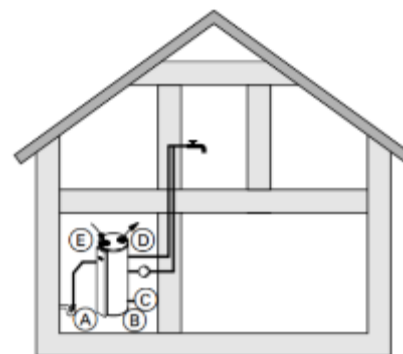
Bron: Öchsner



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 m³/h tot 350 m³/h)
 - Gemiddelde temperatuur van de koudebron ligt hoger

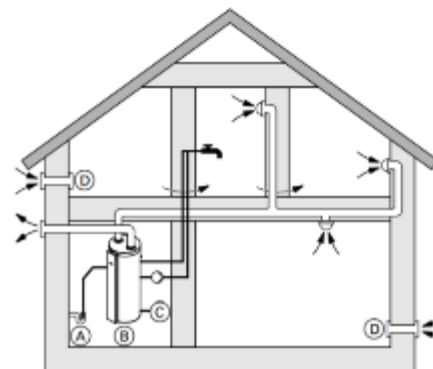
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Sortie d'air
- (E) Arrivée d'air

Représentation système pour une utilisation sur air évacué



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Air extérieur



Thermodynamische boiler - koudebron

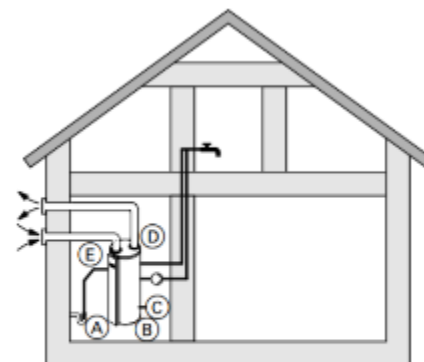
► Buitenlucht

- 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 m² vlakke zonnecollectoren voor een volume van 300 liter

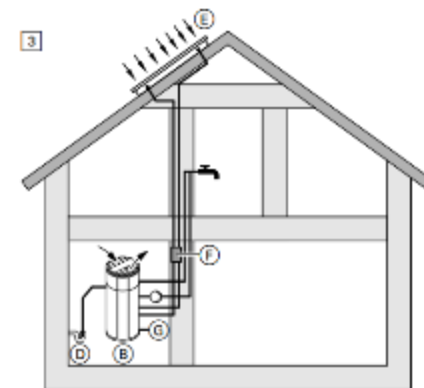
Représentation système pour une utilisation sur air extérieur



Exemple avec le type T2E-ze

- (A) Evacuation des condensats
- (B) Vitocal 262-A
- (C) Raccordement eau froide
- (D) Sortie d'air vers l'extérieur
- (E) Arrivée d'air depuis l'extérieur

Type WWKS (avec utilisation de l'énergie solaire)



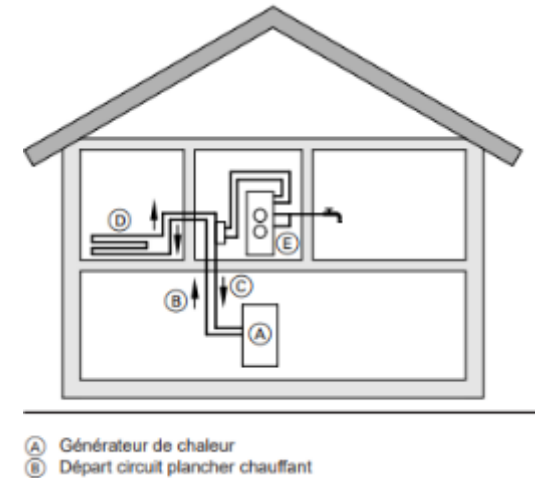
- (B) Vitocal 160-A, type WWKS (pour le mode à circulation d'air)
- (A) Evacuation des condensats
- (E) Capteurs solaires
- (F) Divison solaire
- (C) Raccordement eau froide



Thermodynamische boiler - koudebron

- ▶ Voorverwarmd of gematigd water, kan worden aangesloten
 - op lage-temperatuurverwarming
 - op geothermische sondes

⇒ **“Boosterboiler”**



Bron: Viessmann



Thermodynamische boiler - specifieke kenmerken

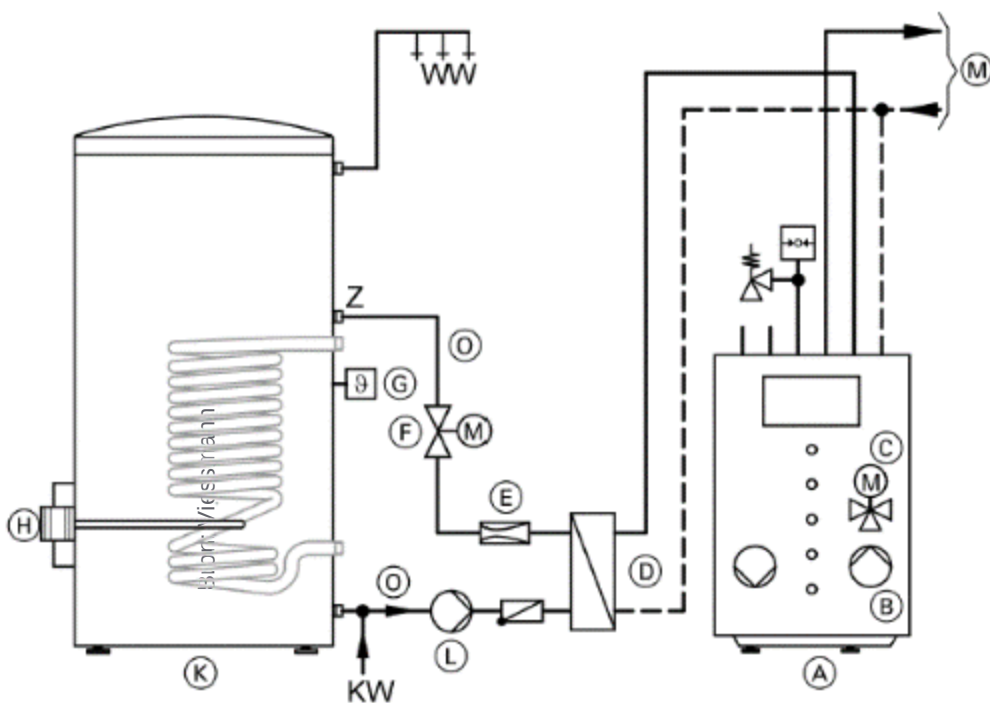
- ▶ 100 tot 300 liter
- ▶ Gering thermisch vermogen van 4 tot 6 W/liter
 - De elektrische aansluiting is gelijkaardig aan die van een elektrisch warmwatertoestel
 - De opwarmingstijd is lang (> 6 uur)
- ▶ Mogelijke opties
 - elektrische weerstand
 - een tweede warmtewisselaar (ander productietoestel, thermisch zonne-energiesysteem)
 - 'SmartGrid Ready'
- ▶ 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)
- ▶ Energie-efficiëntie η_{WH} van 110 - 130 % (COP 2,75 - 3,25)
- ▶ Ingenomen ruimte: Ø 50-65 cm en H 120-200 cm
- ▶ Prijs: tussen € 1.500 en € 3.000
- ▶ Er moet een afvoer voor de condensaten worden voorzien, evenals een verbinding met de buitenomgeving (via wanddoorvoeringen).

/!\ Akoestiek!



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)
- ▶ Geïntegreerde of afzonderlijke boiler



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



Bron: Écorce



Te combineren met fotovoltaïsche zonnepanelen (PV)

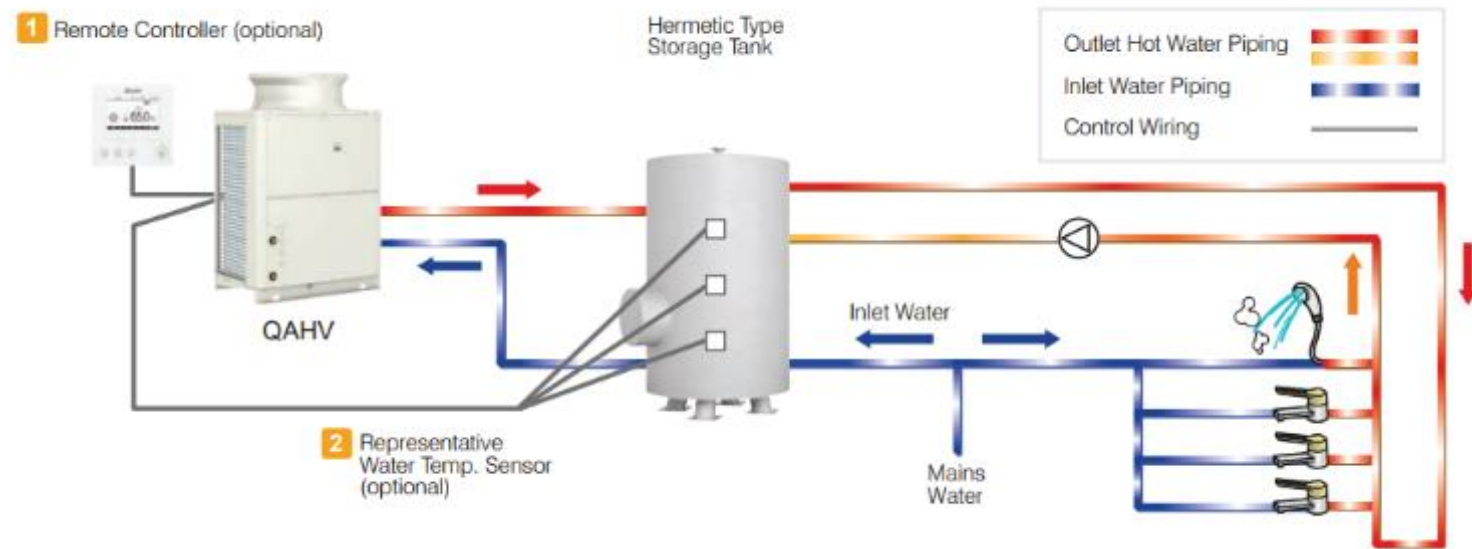


- ▶ Dankzij het inzetten van de warmtepomp kan de geproduceerde zonne-energie worden 'opgedreven', waardoor het relatief lage rendement van de PV-panelen wordt gecompenseerd
- ▶ De SWW-boiler kan voor de opslag van een deel van de intermitterend geproduceerde zonne-energie worden gebruikt (!\ voor regeling - SmartGrid Ready-optie)

In vergelijking met thermische zonnepanelen (TZP)

- ▶ Voor een gelijkwaardige productie is de ingenomen ruimte op het dak vergelijkbaar (PV+WP vs TZP)
- ▶ Polyvalente PV-productie: wanneer de SWW-boiler vol is, kan de elektriciteit voor andere doeleinden gebruikt worden
- ▶ De met een WP+PV-oplossing gerealiseerde temperatuur is onafhankelijk van de intensiteit van de zonnestraling
- ▶ Lagere opstartdrempel voor PV



CO₂ WP

Bron: Mitsubishi electric

- Gebruikt CO₂ 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.



CO₂ WP

Source/Bron: Mitsubishi Electric



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN



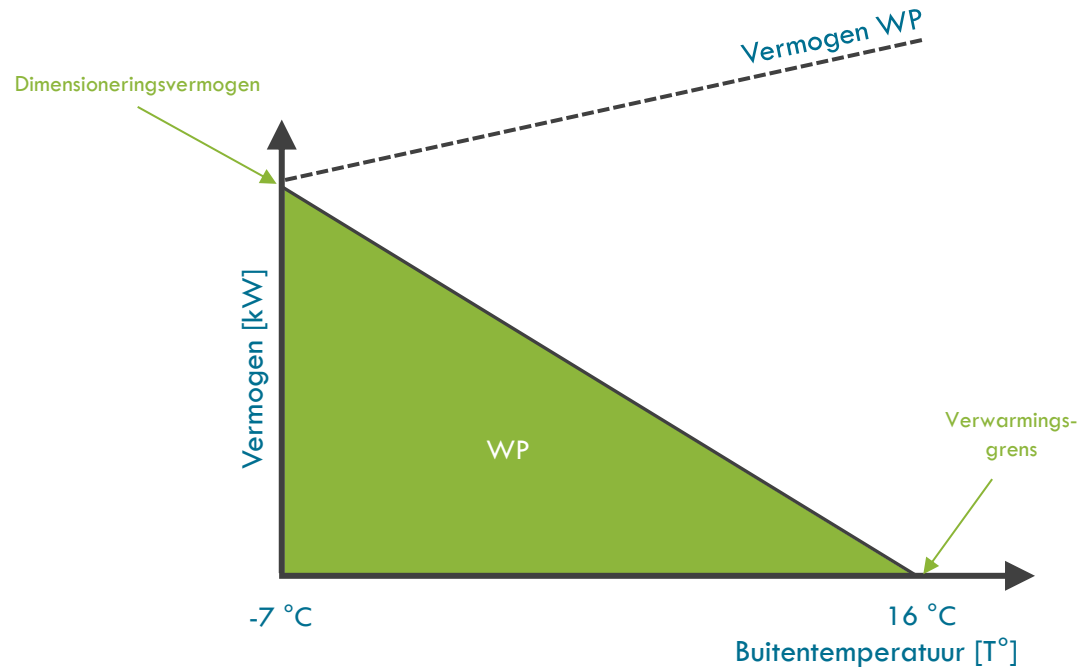
Hoe het vermogen van de WP bepalen? Volgens criteria:

- ▶ Met of zonder herstartvermogen?
- ▶ Continue of intermitterende werking?
- ▶ Beschikbare modellen op de markt?
- ▶ Aanwezigheid van een bestaande verwarmingsketel?
- ▶ Voorziene renovatie van de gebouwschil?



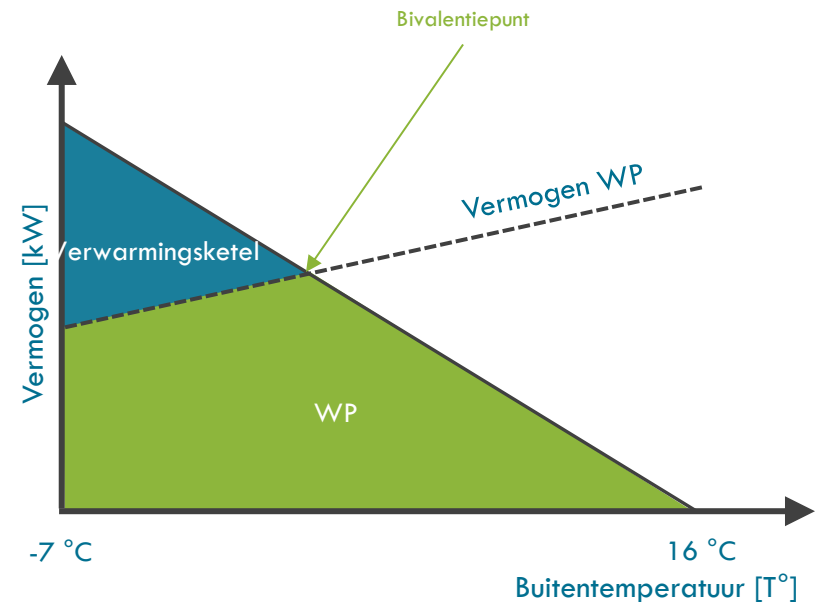
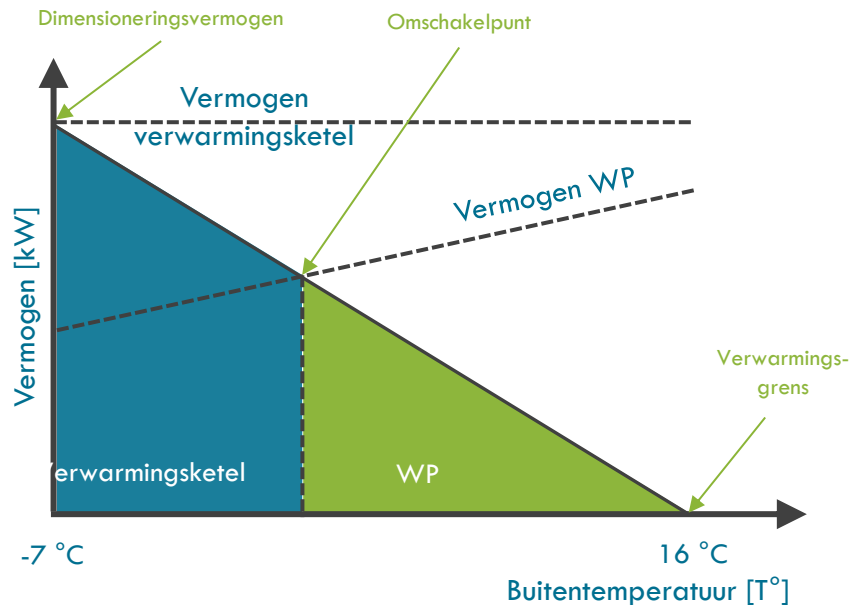
Monovalente werking:

- ▶ De WP is de enige warmteproducent
- ▶ De WP dekt alle energiebehoeften voor de verwarming van het gebouw (+ eventueel SWW)



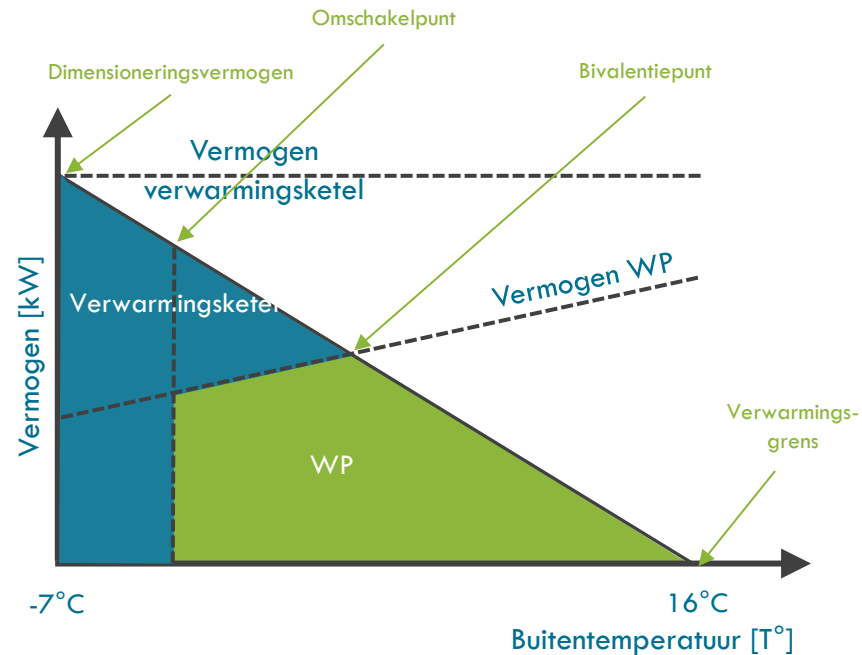
Bivalente werking:

- ▶ 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
- Bivalent-alternatieve werking = $T_{\text{buiten}} < T_{\text{bivalentie}} \rightarrow$ omschakeling tussen de 2 producenten

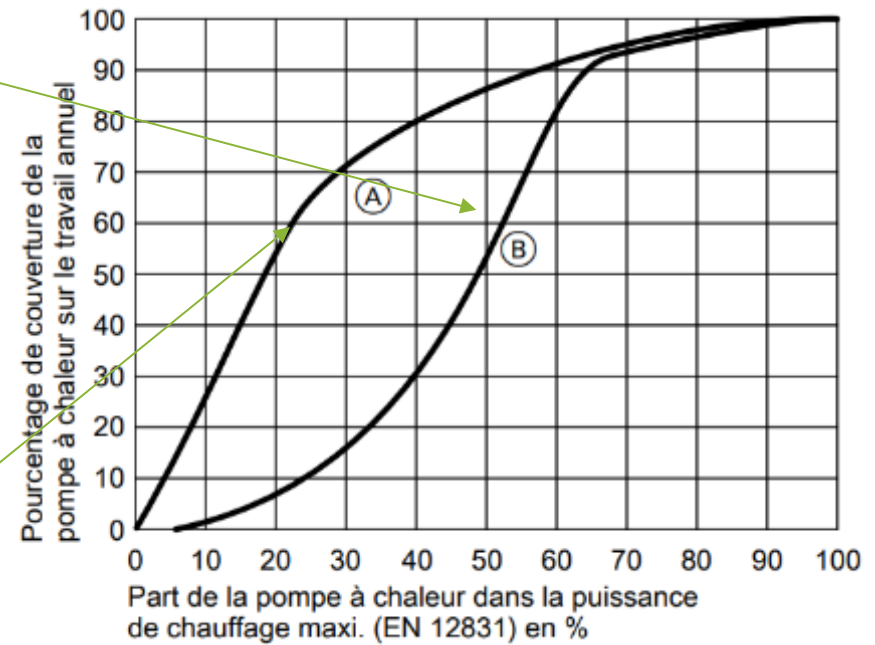
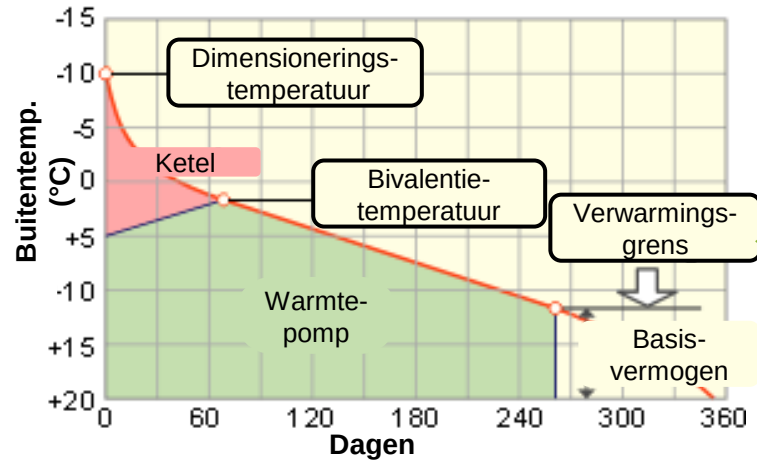
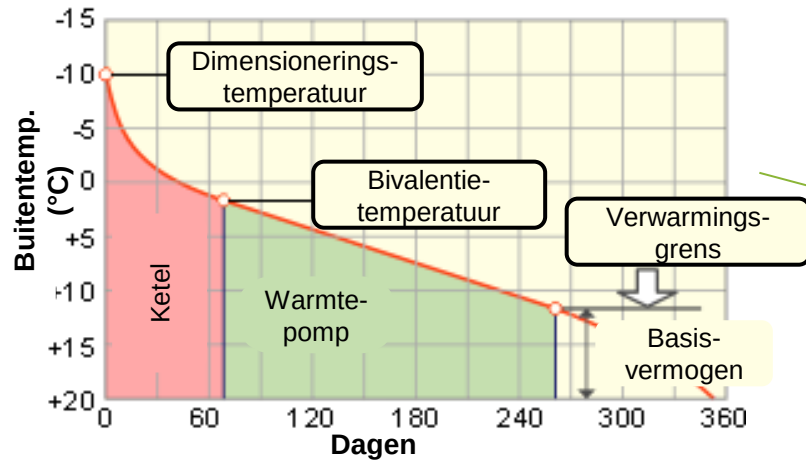


Bivalente werking:

- Parallele en vervolgens alternatieve werking



Bivalente werking



Bron: energie+



Hoe het bivalentiepunt bepalen? Volgens criteria

► Technisch

- de warmtepomp levert niet meer genoeg vermogen
- de warmtepomp levert onvoldoende warm water voor de gebruikstoepassing

► **Ecologisch:** de warmtepomp werkt met een te laag COP

► **Economisch:** de door de warmtepomp geproduceerde thermische kWh is duurder dan de door de verwarmingsketel geproduceerde kWh

Afhankelijk van

- De prijs van elektriciteit en gas (verhouding tussen beide)
- De zelf opgewekte elektriciteit
- Het nominaal vermogen van de WP
- De COP van de WP van de werkingsvoorwaarden:
 - De vertrektemperatuur
 - De temperatuur van de energiebron

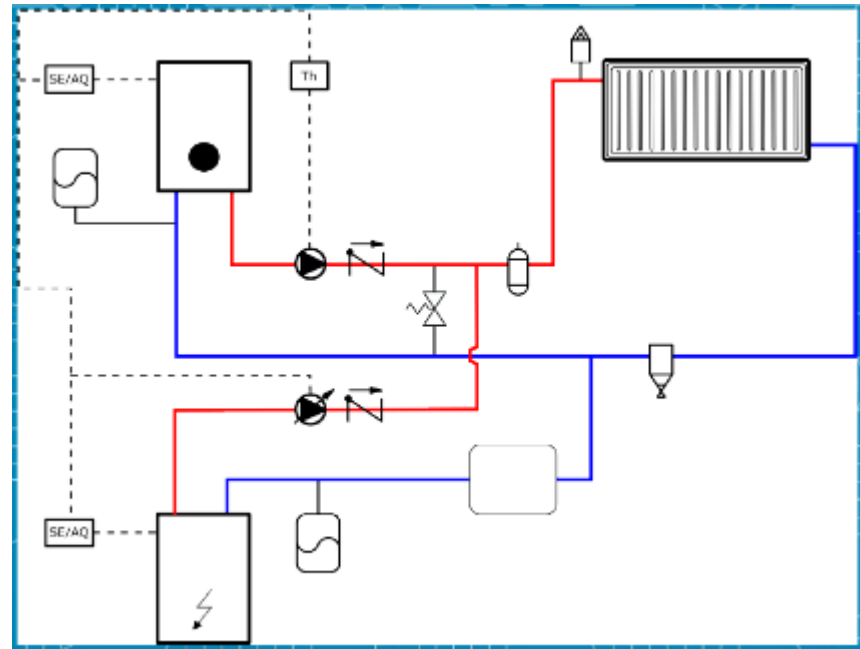


Beschikbaarheid van:

- Oplossingen **op maat**: door verschillende productiesystemen te combineren volgens meer of minder complexe schema's en regelingen
- **'All-in-one'-oplossingen**: beide productiesystemen worden in één product gecombineerd dat als geheel op de markt wordt gebracht



Bron: Daikin

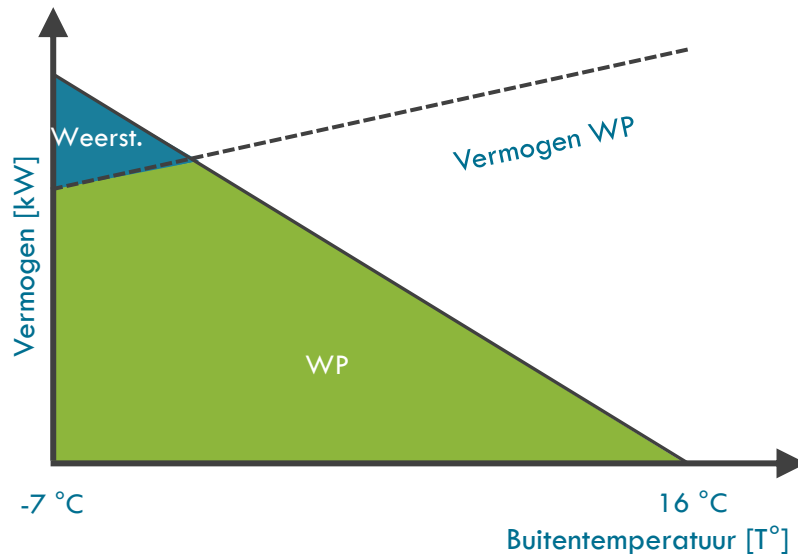


Bron: Buildwise

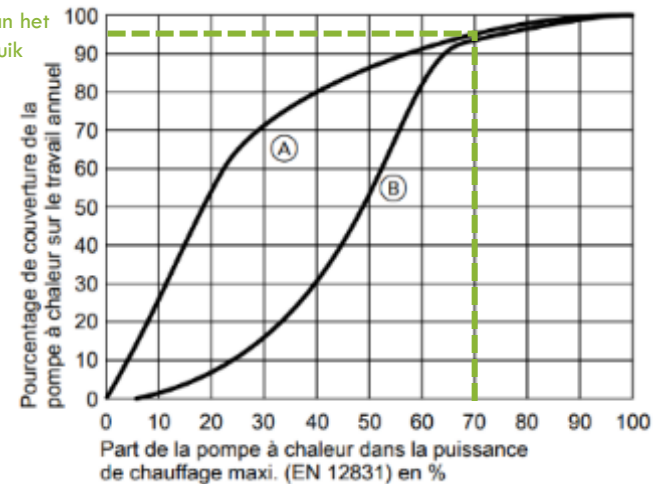


Elektriciteit als bijverwarmingsoplossing?

- Aanvaardbaar aandeel?

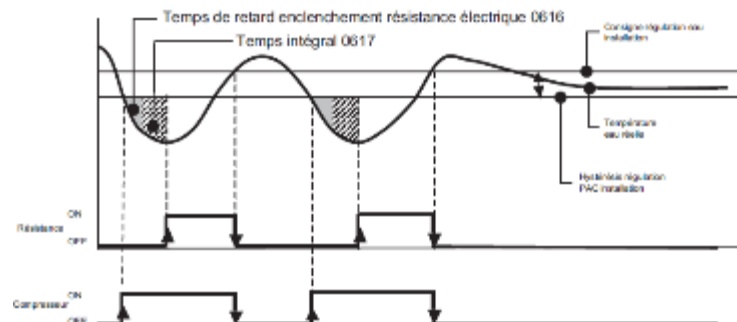


95 % van het
verbruik



70 %
Van het
vermogen

- Aandacht voor regeling



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

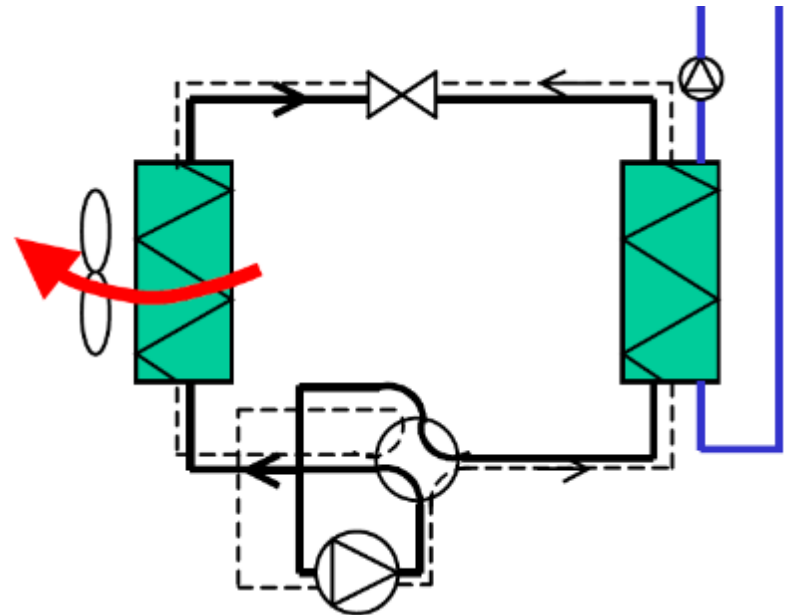
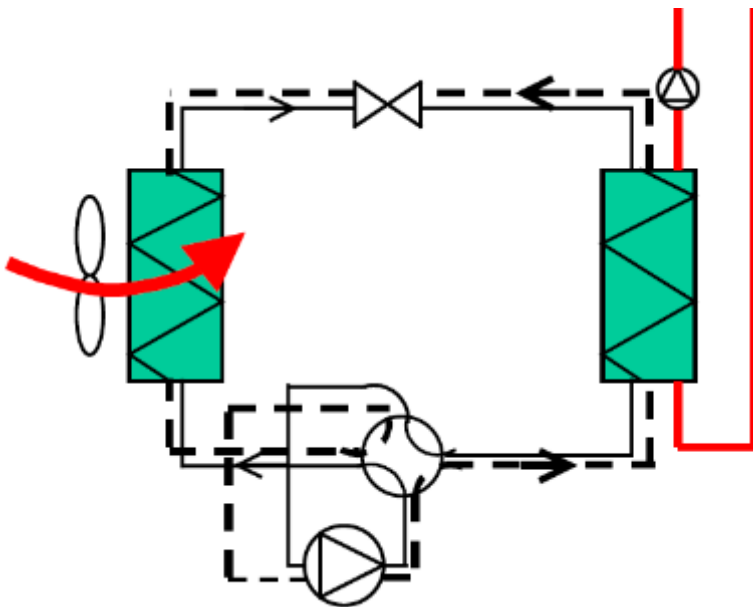
OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIGDIGHED

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN



Omkeerbaarheid:

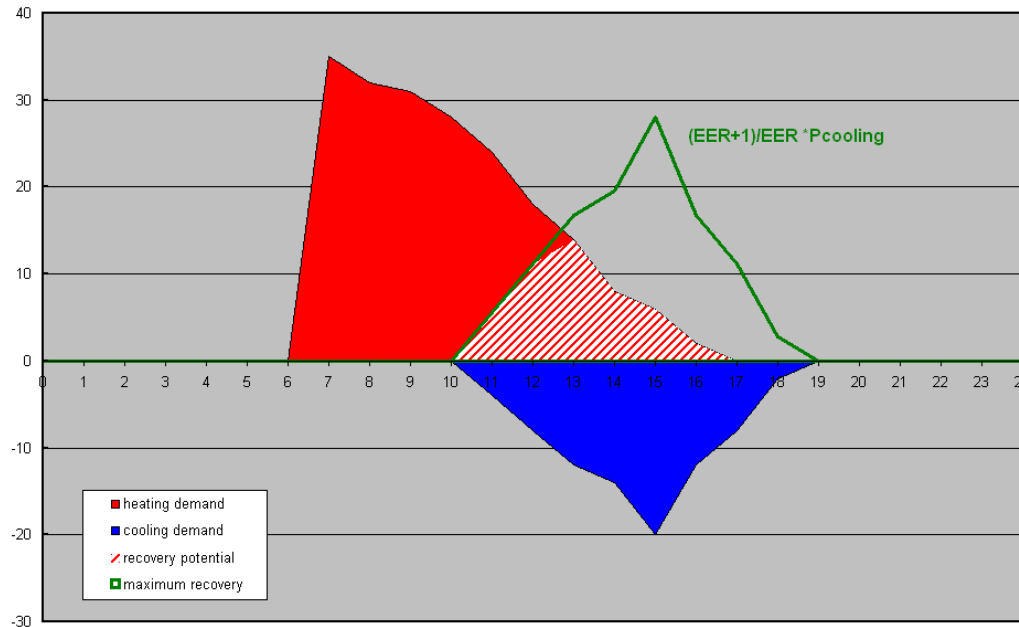
- ▶ De warmtepomp kan werken
 - in verwarmingsmodus
 - in koelmodus
- ▶ Gebruik van een 4-wegafsluiter (afsluiter voor omkering van cyclus)



Mogelijkheid van warmteterugwinning wanneer een installatie gelijktijdig verwarming en koeling vraagt

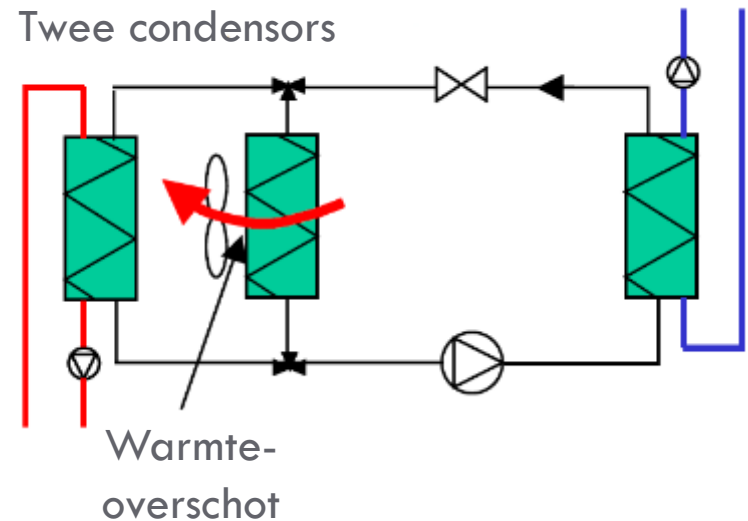
- Voorbeeld: computerruimte en kantoor

Twee condensors nodig



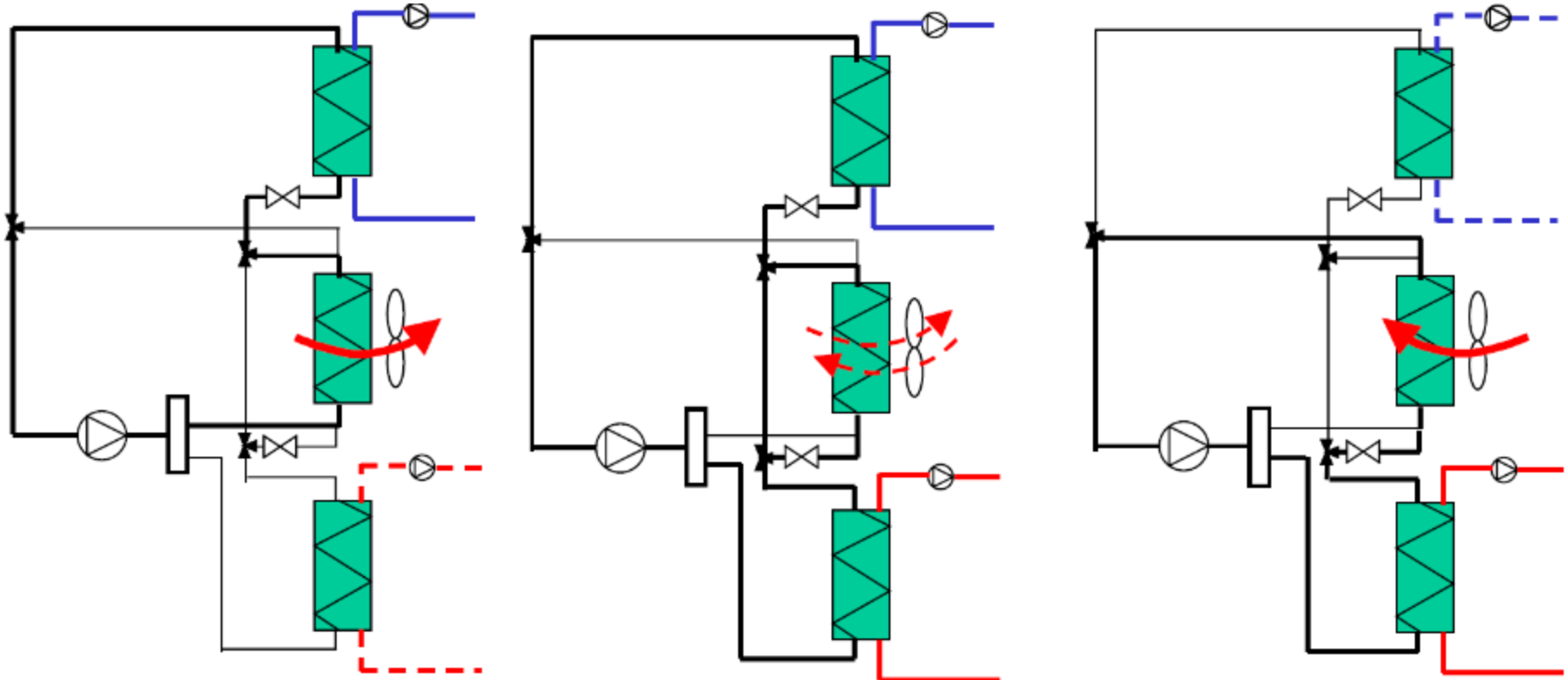
Bron: Uliège

Twee condensors



Sommige warmtepompen maken zowel gelijktijdigheid als omkering mogelijk

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



72 OMKEERBAARHEID EN GELIJKTJDIGHEID**Aandacht voor mogelijke gevolgen:**

- ▶ Dimensionering voor verwarming of koeling? Van de WP, het hydraulisch systeem?
- ▶ Moet het hele gebouw gekoeld worden? Decentrale oplossing?
- ▶ Alternatieve of gelijktijdige productie? 2-pijps of 4-pijps systeem?
- ▶ 'Change-over'-modus?
- ▶ Keuze van afgifte-elementen
- ▶ Aangepaste thermische isolatie



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN

► **BWLKE**

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



Het BHG heeft de verbintenissen voor de strijd tegen de opwarming van de aarde vastgelegd in het BWLKE (Brussels Wetboek voor Lucht, Klimaat en Energiebeheersing)

- ▶ Vanaf 01/01/2025 moeten projecten onderworpen aan een SV voor **nieuwe (NE) of met nieuw gelijkgestelde eenheden (NGE)** warmte produceren op basis van
 - **elektriciteit**
 - **en/of energie uit hernieuwbare bronnen**en/of aangesloten zijn op een **efficiënt warmtenet**
- ▶ Vanaf 01/01/2030 wordt de vereiste uitgebreid naar projecten onderworpen aan een SV voor **zwaar gerenoveerde eenheden (ZGE)**



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN

- ▶ BWLKE
- ▶ **Ecologisch ontwerp & energie-etikettering**
- ▶ EPB
- ▶ Andere regelgeving
- ▶ Financiële steunmaatregelen



ECOLOGISCH ONTWERP & ENERGIE-ETIKETTERING

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 ≤ 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): **waterverwarmingstoestellen** 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 ≤ 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

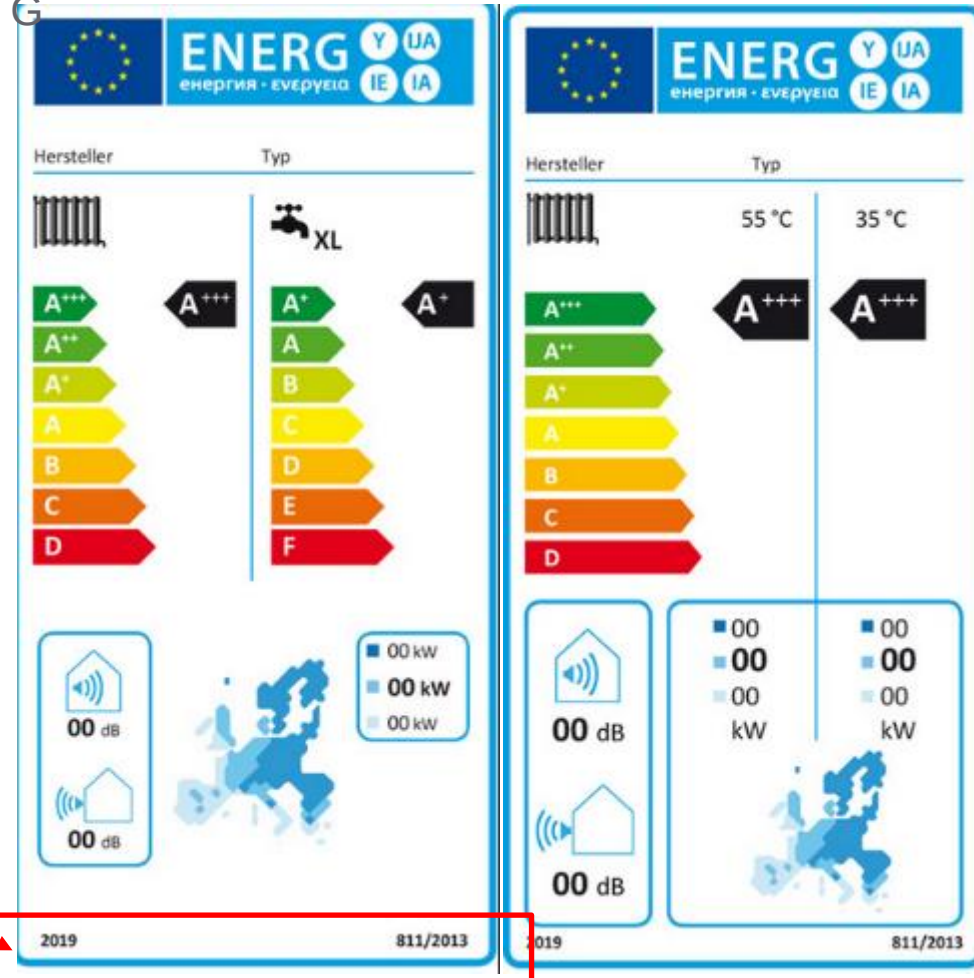
- 7 klassen voor sanitair warm water:

A+ tot F

- 7 klassen voor verwarming:

A+++ tot D

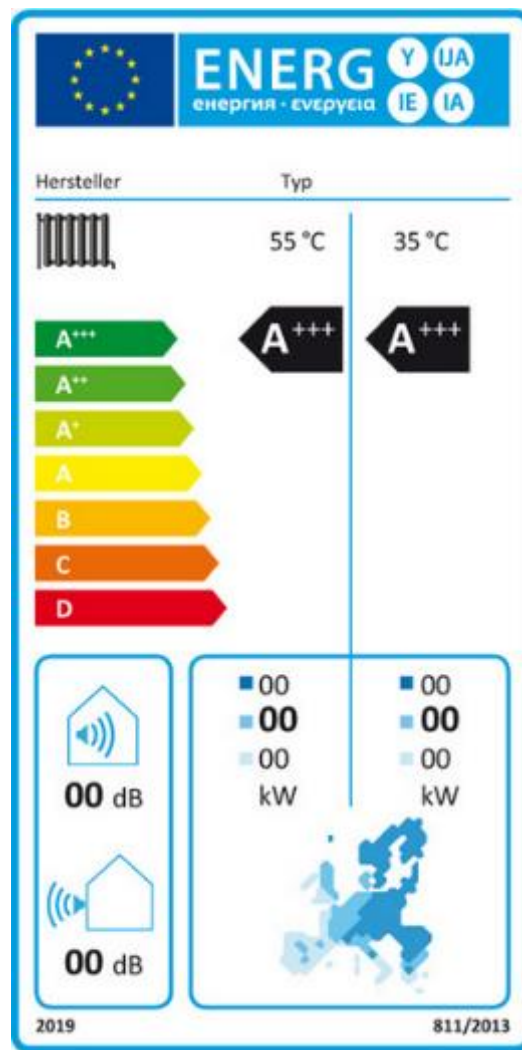
Etiket 2019



79 ENERGIE-ETIKETTERING - VERWARMING**Etiket WP verwarming**

Naam van fabrikant en
model

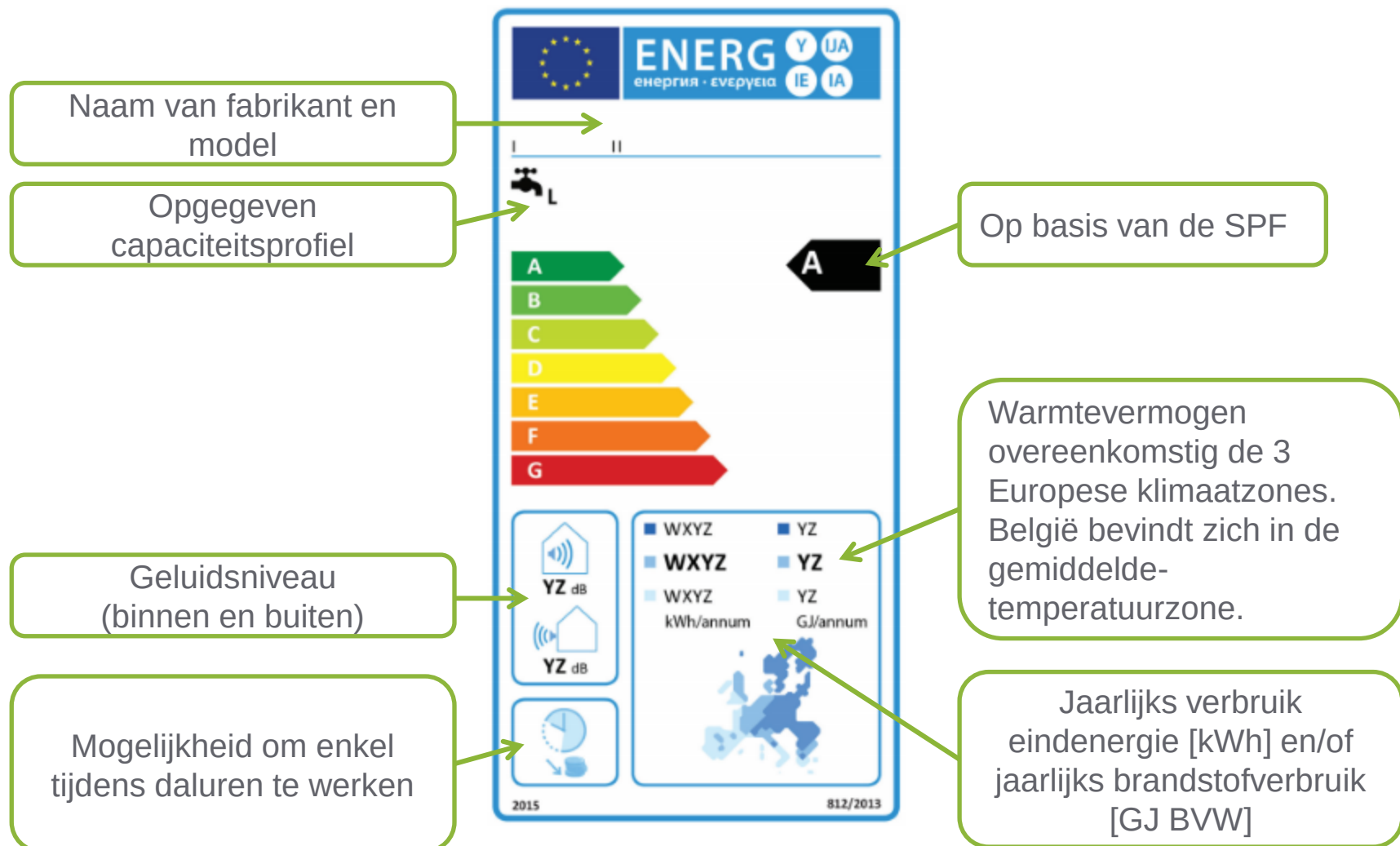
Geluidsniveau
(binnen en buiten)

**Etiket**

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

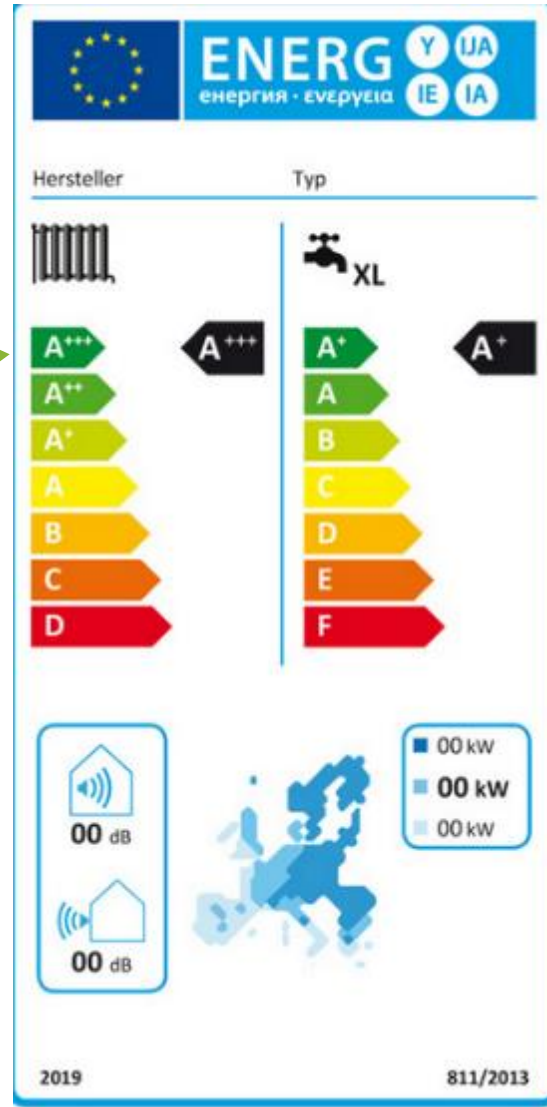
Warmtevermogen overeenkomstig de 3 Europese klimaatzones. België bevindt zich in de gemiddelde-temperatuurzone.



Etiket WP SWW

Etiket WP verwarming + SWW

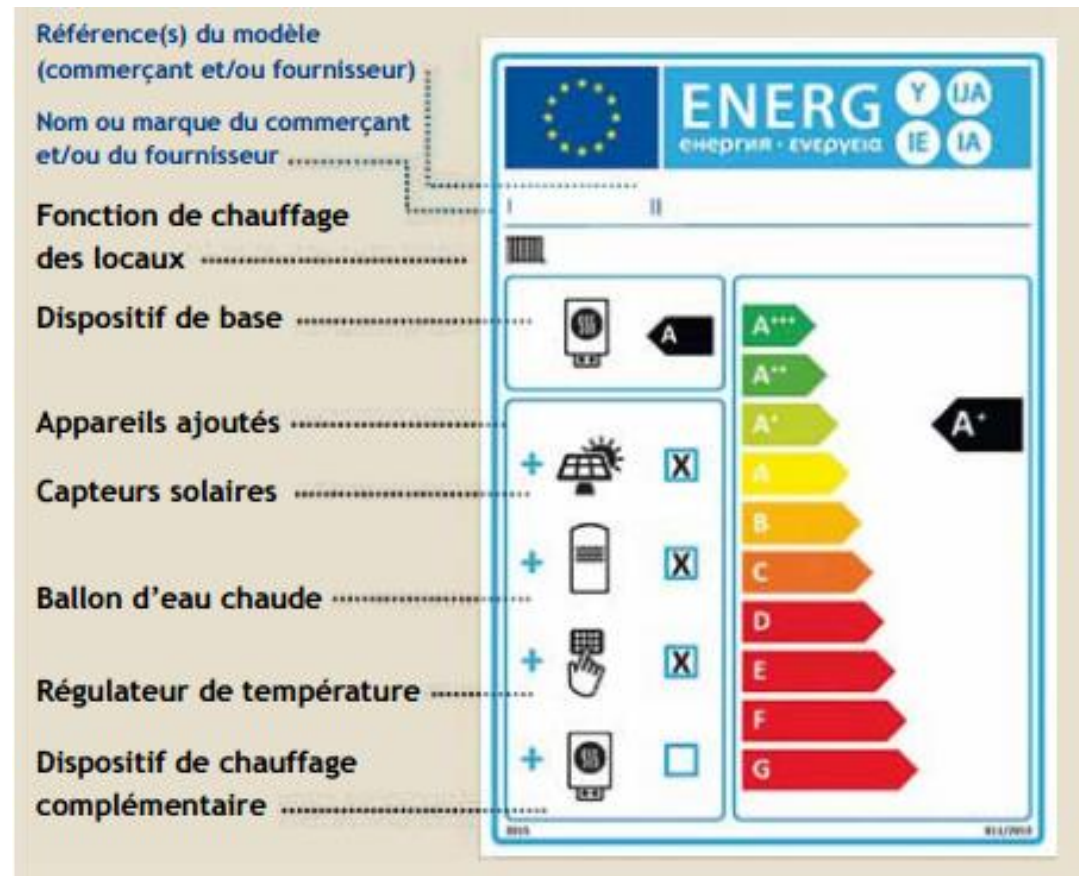
Etiket voor
verwarming bij
gemiddelde
temperatuur



ETIKET VOOR VOLLEDIG SYSTEEM

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

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



Source: Daikin



83 ECOLOGISCH ONTWERP - VERWARMING**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 η_s en %
A ⁺⁺⁺	$\eta_s \geq 150$
A ⁺⁺	$125 \leq \eta_s < 150$
A ⁺	$98 \leq \eta_s < 125$
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+++:
 $\text{SCOP} \geq 2,5 \times 150 \%$
 $\text{SCOP} \geq 3,75$**



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 η_s en %
A ⁺⁺⁺	$\eta_s \geq 175$
A ⁺⁺	$150 \leq \eta_s < 175$
A ⁺	$123 \leq \eta_s < 150$
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: $\eta_s > 125\%$
 (=> SCOP > 3,13)**



Energieklassen SWW alleenClasses d'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau, selon les profils de soutirage déclarés, η_{wh} en %

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

812/2013

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 %

814/2013

WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN

- ▶ BWLKE
- ▶ Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- ▶ **EPB**
- ▶ Andere regelgeving
- ▶ Financiële steunmaatregelen





La PEB, une réglementation à 3 volets



Bron: Leefmilieu.brussels



EPB verwarming en klimaatregeling

- <https://leefmilieu.brussels/burgers/wetgeving/verplichtingen-en-vergunningen/controles-en-onderhoud-van-de-regelgeving-epb-verwarming-en-klimaatregeling#main-content>

Controles en onderhoud van de regelgeving EPB verwarming en -klimaatregeling



Uw situatie	Wat?	Wanneer?	Door wie?
Ik installeer een warmtepomp met een thermisch vermogen >12 kW	<u>EPB-oplevering</u> (nog niet mogelijk - software in ontwikkeling)	Uiterlijk een maand na de indienstname	<u>EPB-verwarmingsa type 2 of een EPB-klimaatregelingsa</u>
Wij hebben een warmtepomp met een thermisch vermogen >12 kW	<u>EPB-diagnose verwarming</u> (nog niet mogelijk - software in ontwikkeling)	Om de 5 jaar	<u>EPB-verwarmingsa type 2 of een EPB-klimaatregelingsa</u>



EPB-werkzaamheden

In geval van werkzaamheden onderworpen aan een stedenbouwkundige vergunning, wordt de te behalen energieprestatie van het gebouw (PEV [kWh/m²jaar]) gedefinieerd volgens bepaalde criteria:

- ▶ De aard van de werken
 - Nieuw (NE)
 - Met Nieuw Gelijkgesteld (NGE)
 - Zwaar Gerenoveerd (ZGE) of Eenvoudig Gerenoveerd (EGE)
- ▶ De compactheid en het volume
- ▶ De bestemming (niet-residentiële gebouwen)

⇒ <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/vademecum-regelgeving-epb-werkzaamheden-vanaf-juli-2017/epb-eisen>



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

$$\text{Eq. 333 } \eta_{\text{gen, heat}} = \frac{\overbrace{P_{\text{nom}} \cdot t_{\text{on}}}^{\substack{\text{Nominaal} \\ \text{thermisch} \\ \text{vermogen}}}}{\underbrace{\text{SCOP}_{\text{inst}} + P_{\text{TO}} \cdot t_{\text{TO}} + P_{\text{CCH}} \cdot t_{\text{CCH}} + P_{\text{off}} \cdot t_{\text{off}} + P_{\text{SB}} \cdot t_{\text{SB}}}_{\substack{\text{Gebruiksduur} \\ \text{Hulpverbruik}}}}$$

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

$$\text{Eq. 334 } SCOP_{\text{inst}} = \underbrace{f_{\theta, \text{em}} \cdot f_{\theta, \text{source}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot f_{\text{AHU}}}_{\text{Correctiefactoren om rekening te houden met de verschillen tussen de ontwerpwaarden en de omstandigheden waarin } SCOP_{\text{on}} \text{ werd bepaald}} \cdot \underbrace{f_{\text{dim, gen, heat}}}_{\text{Factor om rekening te houden met de dimensionering} = 1} \cdot SCOP_{\text{on}}$$

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



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 _{on} 35°C:	4,52	SCOP _{on} 55°C:	3,27
η_{sh} 35°C:	176,00	η_{sh} 55°C:	127,00
P _{rated} 35°C:	7,00	P _{rated} 55°C:	7,00
EER **:	0,00	Résistance électrique au point (support chauffage):	6,00
P _{ck} kW:	0,0000	P _{off} kW:	0,0100
P _{sb} kW:	0,0100	P _{to} 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) :				7,00 kW
Waarde bij ontstentenis voor het rendement :				☐ Ja ☒ Neen
Vermogen in uit-stand :				0,01 kW
TO-vermogen :				0,01 kW
Stand-by vermogen :				0,01 kW
CCH-vermogen :				0,00 kW
De warmtepomp wordt als actieve koelmachine gebruikt :				☐ Ja ☒ Neen
Temperatuur waarbij de $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ bepaald werd				55°C (geen lagetemperatuurswarmtepomp)
Invoer van $SCOP_{on}$				Vereenvoudigde berekening <math>SCOP_{on}</math>
η_s 55°C :				127,00 %
Correctiefactor op de temperatuurstoename over de condensor				
Temperatuurstoename van het water gekend :				☒ Ja ☐ Neen
Temperatuurstoename over de condensor :				8,00 °C



INVOERING IN DE EPB-SOFTWARE 12.5 - VERWARMING

Standaardwaarden vs. gedetailleerde codering

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

Opgelet: theoretische SPF! Belang afmetingen en installatie



Systemen die onderworpen zijn aan de verordeningen

- ▶ De gegevens vereist voor de gedetailleerde bepaling van het opwekkingsrendement en het opslagrendement
 - de energie-efficiëntie η_{WH} voor waterverwarming, in %
 - het opgegeven capaciteitsprofiel
 - bij opslag, het warmhoudverlies S in W

Opwekkings-
rendement: η_{gen}

Opslagrendement:
 η_{stor}

- ▶ Het opwekkingsrendement: voor een WP is de energievector elektriciteit

$$\eta_{gen,water} = (\eta_{WH} / 100) \cdot \underbrace{CC}_{\text{Omrekenings-coëfficiënt} = 2,5} \cdot \underbrace{f_{stock>gen,water} \cdot f_{dim,gen,water}}_{\text{Invloed van de opslag op het opwekkingsrendement}} \cdot \underbrace{1}_{\text{Correctie-factor} = 1}$$

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





BBHR
21/12/2007
Bijl. XII
§ 10.3.3.3

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 η_{WH} -waarde bij ontstentenis 22 %

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

Met warmteopslag :	☐ Ja ☐ Neen
Configuratie van het opslagvat :	Eén uniek opslagvat voor 2 opwekkers
Capaciteitsprofiel gekend :	☒ Ja ☐ Neen
Capaciteitsprofiel :	L
Energie-efficiëntie gekend :	☐ Ja ☒ Neen
Energie-efficiëntie :	75,00 %
Warmtepomp uitgerust met een elektrische weerstand :	☒ Ja ☐ Neen
De energie-efficiëntie is bepaald met inbegrip van de elektrische weerstand :	☐ Ja ☐ Neen
Energie-efficiëntieklasse gekend :	☒ Ja ☐ Neen
Energie-efficiëntieklasse :	A

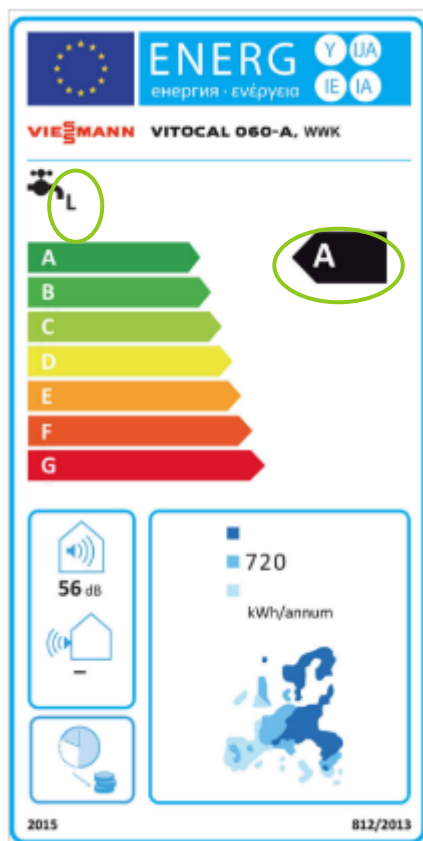


100 INVOERING IN DE EPB-SOFTWARE 12.5 - SWW

BBHR
21/12/2007
Bijl. XII
§ 10.3.3.3
TAB [30]

Europese
verordeningen
811/2013 en
812/2013

► Voorbeeld



		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	η_{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



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN

- ▶ BWLKE
- ▶ Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- ▶ EPB
- ▶ **Andere regelgeving**
- ▶ 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
- ▶ 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 **buurtlawaaï**.
- ▶ 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.



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
- ▶ 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

Functie	Criteria bepaling van drempelwaarde voor rubriek 132	ter de Opgenomen vermogen/hoeveelheid vloeistof	Rubriek	Klasse
Koelinstallatie, klimaatregeling, warmtepompen	Opgenomen elektrisch vermogen/circuit	> 10 kW	132 A	3
		>= 100 kW	132 B	2
Koelinstallatie, klimaatregeling, warmtepompen	Hoeveelheid vloeistof per circuit	>= 5 ton CO2-equivalent	132 A	3
		>= 3 kg giftige of ontvlambare koelvloeistof	132 B	2
Natte koeltoren		aanwezigheid	132 C	2

Bron: <https://leefmilieu.brussels/>

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



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 koelfluida van het type HFK/HCFK

⇒ **Aanzienlijk besparingspotentieel**

*GWP = Global Warming Potential (aardopwarmingsvermogen)



Reductie van de broeikasgasemissies van koelinstallaties

- ▶ Verbod op CFK's en HCFC's ((gehydrogeneerde) chloorfluorwaterstoffen). Sinds 1 januari 2015 is de exploitatie van ingedeelde koelinrichtingen met HCFC's (verantwoordelijk voor de vernietiging van de ozonlaag) verboden
- ▶ Geleidelijke reductie van het gebruik van HFK's (Verordening (EU) [2024/573](#) betreffende gefluoreerde broeikasgassen, van kracht sinds 11/03/2024) door middel van de toekenning van quota door de Europese Commissie (alle doeleinden samen)
- ▶ Gebruik van HFK's met kleiner GWP (R32)
- ▶ Gebruik van andere types fluïda
 - CO₂, propaan, propeen, isobutaan, ammoniak
 - HFO



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 CO₂-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



STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING

- ▶ Over het algemeen is er voor de installatie van een buiteneenheid voor een warmtepomp een stedenbouwkundige vergunning vereist
- ▶ De gemeenten zijn verantwoordelijk voor het afleveren van deze stedenbouwkundige vergunningen
 - ⇒ Er dient op voorhand contact te worden opgenomen met de stedenbouwkundige dienst van uw gemeente

- ▶ Het **"besluit betreffende werken van geringe omvang"** voorziet **vrijstellingen van stedenbouwkundige vergunningen** met betrekking tot de installatie, verwijdering en ontmanteling van een aardwarmtepomp voor een **niet-beschermd** goed, mits naleving van de **volgende voorwaarden**
 - de warmtepomp heeft een geschikt volume **van maximaal 1 m³**
 - een afstand van minimaal drie meter ten opzichte van de perceelgrenzen
 - is **niet zichtbaar vanuit de openbare ruimte**
- ▶ Er zijn procedurele vrijstellingen voorzien voor de installatie, verwijdering en ontmanteling van een aardwarmtepomp op een beschermd goed mits naleving van de volgende voorwaarden

Bron: Vade-mecum "De energetische verbeteringen en de stedenbouwkundige vergunning"



WERKINGSPRINCIPE

VOORSTELLING VAN DE TECHNOLOGIEËN

AFGIFTE

SANITAIR WARM WATER

HYBRIDE OPLOSSINGEN

OMKEERBAARHEID EN GELIJKTIJDIGHEID

REGELGEVING EN STEUNMAATREGELEN

- ▶ BWLKE
- ▶ Ecologisch ontwerp & energie-etikettering
- ▶ EPB
- ▶ Andere regelgeving
- ▶ **Financiële steunmaatregelen**





Premies 2024

- J4 - Verwarming: Verwarming met warmtepomp
- ▶ WP verwarming, gemengde of hybride WP
 - ▶ Beschikbaar voor particulieren (natuurlijke personen) en voor professionals (rechtspersonen)
 - ▶ Alle gebouwen > 10 jaar
 - ▶ Afhankelijk van het type WP
 - lucht/water, water/water of bodem/water
 - lucht/lucht-WP's en omkeerbare WP's zijn uitgesloten.
 - ▶ Technische voorwaarden
 - Warmtepomp geïnstalleerd (of gecertificeerd) door een RESCERT-gecertificeerde aannemer
 - Minimale prestaties overeenkomstig thermisch vermogen en temperatuurregime
 - Installatie van elektriciteits- en warmtemeters
 - ▶ Afhankelijk van de inkomenscategorie: er zijn 3 categorieën voor particulieren en er is 1 categorie voor professionals.
 - <https://renolution.brussels/nl/premies-stimuli/j4-verwarming-verwarming-met-warmtepomp>



**RENO
LUTION**
.brussels 

Premies 2024

J9 - Verwarming: Warmtepompboiler

- ▶ WP voor SWW alleen
- ▶ Beschikbaar voor particulieren (natuurlijke personen) en voor professionals (rechtspersonen)
- ▶ Residentiële gebouwen > 10 jaar
- ▶ Afhankelijk van de inkomenscategorie: er zijn 3 categorieën voor particulieren en er is 1 categorie voor professionals
- <https://renolution.brussels/nl/premies-stimuli/j9-verwarming-warmtepompboiler>





Premies 2024

Zie ook:

- ▶ J5 - Verwarming: Lagetemperatuurradiatoren
 - <https://renolution.brussels/nl/premies-stimuli/j5-verwarming-lagetemperatuurradiatoren>
- ▶ J6 - Verwarming: Temperatuurregeling
 - <https://renolution.brussels/nl/premies-stimuli/j6-verwarming-temperatuurregeling>
- ▶ Belastingaftrek voor ondernemingen: investering in energiebesparing
 - <https://leefmilieu.brussels/pro/diensten-en-aanvragen/premies-en-financiele-steun/investeer-energiebesparing>





- ▶ Er zijn tal van oplossingen met warmtepompen die aan diverse configuraties en behoeften kunnen worden aangepast
- ▶ De prestaties van een warmtepomp variëren sterk afhankelijk van het ontwerp van het volledige systeem, wat uiteraard een impact heeft op de economische en ecologische voordelen ervan

⇒ **Vereist een globale visie op de installatie**

- ▶ De berekening van de EPB-prestaties is sterk afhankelijk van de nauwkeurigheid van de gegevensinvoer
- ▶ De installatie van een WP vereist over het algemeen de naleving van bepaalde voorschriften (onderworpen aan een MV, SV, ...)
- ▶ Er zijn financiële steunmaatregelen en ondersteuningstools voorzien om de installatie van deze systemen te bevorderen





Gids Duurzame Gebouwen

<http://gidsduurzamegebouwen.brussels>

- ▶ 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

- ▶ Stedenbouwkundige vergunning en energetische verbeteringen:
 - <https://stedenbouw.irisnet.be/studiesenpublicaties/publicaties/2022/vade-mecum-de-energetische-verbeteringen-en-de.pdf>
- ▶ Milieuvergunning
 - <https://leefmilieu.brussels/burgers/diensten-en-aanvragen/praktische-gids>
- ▶ Buurtlawaai
 - <https://leefmilieu.brussels/burgers/wetgeving/verplichtingen-en-vergunningen/buurtlawaai-welke-wetgeving>
- ▶ Gids Koelinstallaties
 - https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/gids_installation_de_refrigeration_nl.pdf
- ▶ Koelinstallaties
 - <https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/koelinstallaties>
- ▶ Geregistreerde koeltechnische bedrijven
 - https://app.leefmilieubrussel.be/lijsten/?nr_list=1
- ▶ Milieuvergunning en ingedeelde inrichtingen
 - <https://leefmilieu.brussels/de-milieuvergunning>





Websites

- ▶ EPB verwarming en –klimaatregeling
<https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en-klimaatregeling>
- ▶ Energie-etikettering
811/2013 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0811>
812/2013 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0812>
- ▶ Ecologisch ontwerp
813/2013 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?qid=1712323294680&uri=CELEX%3A32013R0813>
814/2013 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX%3A32013R0814>
- ▶ Regelgeving betreffende gefluoreerde broeikasgassen (V3)
<https://www.batirama.com/article/70457-le-nouveau-reglement-europeen-f-gaz-hate-la-fin-du-r32-et-favorise-les-fluides-naturels.html>
- ▶ Buildwise
[Bouwgebrek Buildwise \(EPB - Verwarming met warmtepompen\)](#)
[Warmtepompen bij renovatie](#)
[Rekentools](#)
[PowerHeat](#)
[HeatLoad - Warmteverlies – Warmtebelasting van gebouwen](#)
[Geothermische screeningstool \(SmartGeotherm\)](#)





Opleidingen en seminars

- ▶ Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen <https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>
En met name in verband met deze presentatie:
- ▶ Hernieuwbare energie
- ▶ Akoestiek: ontwerp en realisatie
- ▶ Energie: basisprincipes
- ▶ Verwarming en sanitair warm water: ontwerp
- ▶ Regeling van gebouwen
- ▶ Verwarming en SWW

- ▶ Raadpleeg [gratis](#) alle documentatie!
 - ▶ [Presentaties van de seminars Duurzaam bouwen \(2023\) | Professionals - Leefmilieu Brussel](#)



Pierre GUSTIN

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

