

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

WARMTEPOMP: KEUZE EN ONTWERP

LENTE 2021

De productie van sanitair warm water

Danielle MAK Aire

écORce
ENERGIE CONSULTANCE





- ▶ Herinneren aan de ordegrootten m.b.t. het SWW-verbruik in vergelijking met de verwarming
 - Nettobehoeften
 - Vermogen
- ▶ Herinneren aan de comforteisen voor SWW
- ▶ De specifieke kenmerken van de verschillende WP-types voor de SWW-productie evenals de impact op de keuze en op de energieprestaties begrijpen



BEHOEFTE EN EISEN

KOPPEL VERMOGEN-VOLUME

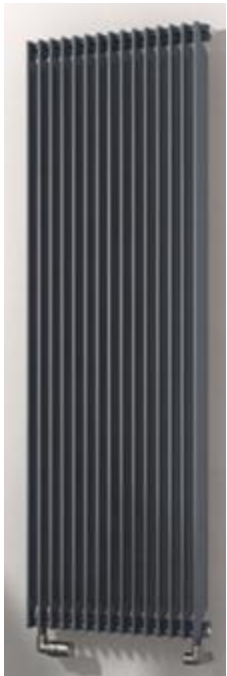
KEUZE VAN HET SYSTEEM



4 AANDEEL VAN HET SWW - *Vermogen*

Evolutie van de vermogens vereist voor de warmteproductie

Oud huis

Combi-
toestel

Nieuw of gerenoveerd huis



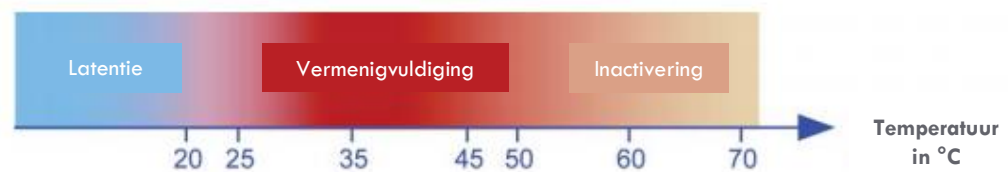
80 - 120 W/m² Afhankelijk van de afname
Min. 25 kW (ogenbl.)

10 - 40 W/m² Afhankelijk van de afname
Min. 25 kW (ogenbl.)

- Keuzecriteria: vermogen, beschikbare ruimte, investering, enz.



- ▶ Het sanitaire warme water moet in voldoende hoeveelheden worden geproduceerd of aanwezig zijn om aan de vraag te voldoen. Dit is het basisprincipe om het gevraagde comfort te garanderen.
- ▶ Een comfortabele SWW-toevoer verzekeren
 - Watertemperatuur
 - Tapprofiel: piekdebiet, tapprofiel
 - Watervolume: liter/dag (gemiddeld)
 - Wachtijd
- ▶ Eisen op het vlak van de hygiëne (legionellaproblematiek):
 - Temperatuur van het opgeslagen water
 - Stagnatie



Afb. 13 Groei van de legionellabacterie volgens de temperatuur. Sterkste groei tussen zo'n 25 en 45 °C..

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



BEHOEFTE EN EISEN

KOPPEL VERMOGEN-VOLUME

KEUZE VAN HET SYSTEEM



Op basis van het werkelijke verbruik

- ▶ Alleen mogelijk bij renovatie
- ▶ Goed voor de tertiaire sector

Overeenkomstig het nominale debiet van de tappunten

- ▶ Houdt het risico van overdimensionering in
- ▶ Via typeprofielen
- ▶ Gebruikt voor nieuwbouw
- ▶ Goed aangepast aan de residentiële sector

→ De tapprofielen en de piekdebieten bepalen



Het **gemiddelde verbruik bedraagt 25 liter SWW van 60 °C per persoon per dag** (bron: WTCB, *Kwantificering van de behoeften en impact op de dimensionering, seminarie duurzaam bouwen SANITAIR WARM WATER*)



verbruikte energie (E_v) \leq opgeslagen energie (E_o) + geproduceerde energie (E_g)

Ogenblikkelijke productie ($E_v = E_g$)

Continue vraag

Semi-ogenblikkelijke productie

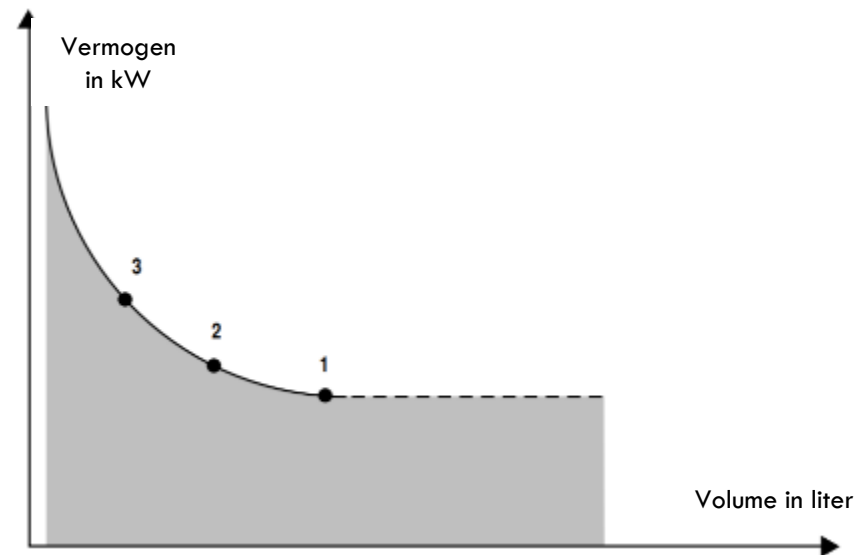
*Verscheidene pieken per dag
opwarmingsduur: 20 - 30 min*

Semi-accumulatie

*Verscheidene pieken per dag
opwarmingsduur: 1 - 1,5 u*

Accumulatie ($E_v = E_o$)

Vraag met pieken



Voor de warmtepompen is opslag noodzakelijk gezien het beperkte vermogen





Zuivere accumulatie

- ▶ Welk volume?
- ▶ Welk vermogen?

Voorbeeld 1	Keuken- spoelbak	Badkuip	Douche
Debiet 60 °C	5 l/min	9 l/min	6 l/min
Aftaptijd	1*5 min	2*10 min	2*6 min
Watervol. 60 °C			
Totaal volume [l]			
Vermogen [kW]			



BEHOEFTE EN EISEN

KOPPEL VERMOGEN-VOLUME

KEUZE VAN HET SYSTEEM

- ▶ **Verwarming en SWW onafhankelijk van elkaar?**
- ▶ Thermodynamische boiler
- ▶ Gemengde warmtepomp
- ▶ Combinatie met zonne-energie
- ▶ SWW collectieve woningen / tertiaire gebouwen

ECODESIGN



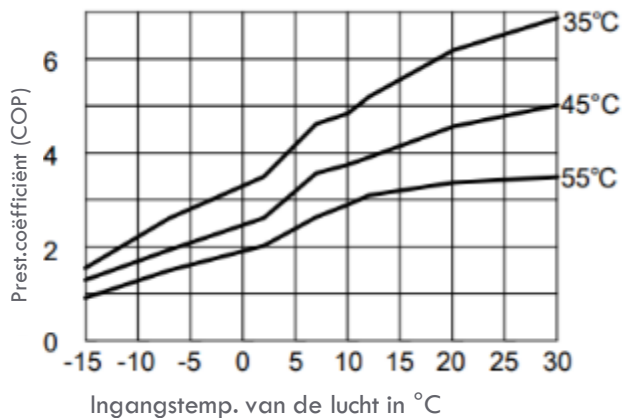
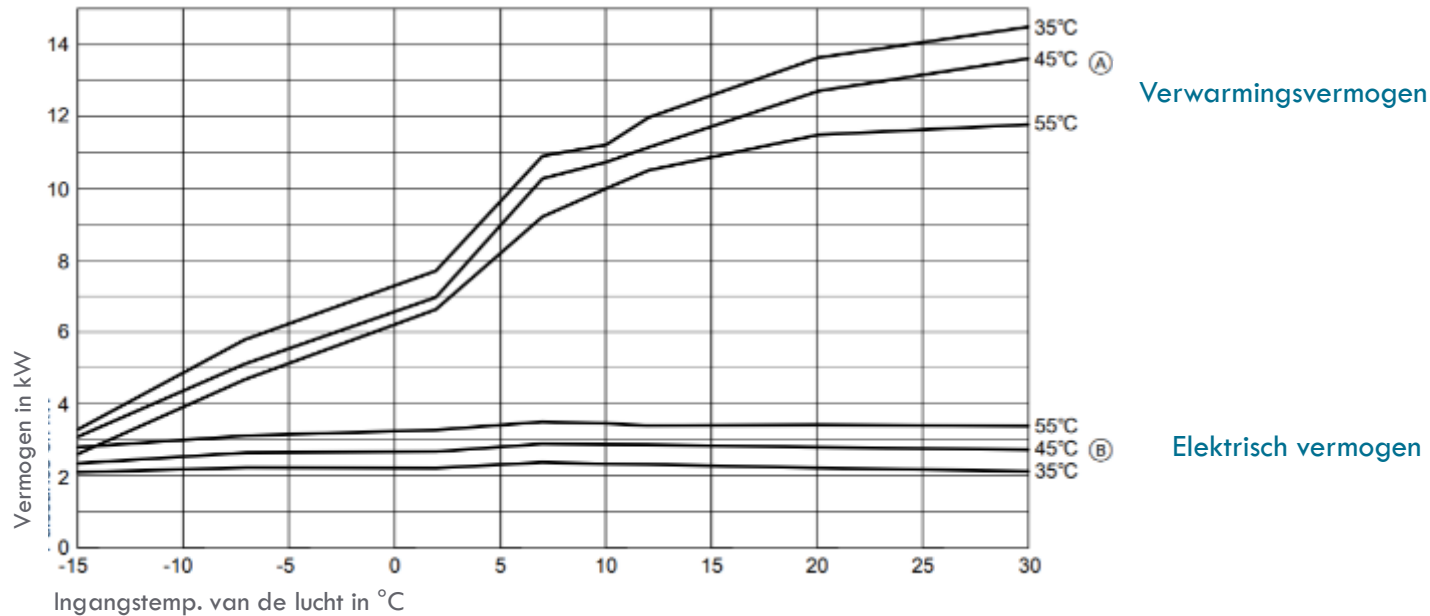


Onafhankelijkheid van het SWW-productiesysteem (in het geval van een WP)?

Troeven van een onafhankelijke productie	Troeven van een gemengd verwarmings/SWW-systeem
Optimalisatie van de dimensionering t.o.v. de verwarmings- en SWW-behoefte	Kleiner totaal geïnstalleerd vermogen en lagere investeringskosten
Werking van de verwarmingsgenerator met lagere temperatuur	Minder ingenomen ruimte
Bij defect zijn de 2 functies onafhankelijk	



Invloed van het temperatuurregime op de prestaties van het systeem



- ▶ De prestaties zijn afhankelijk van de gebruikte technologie en van het verschil tussen de warmte- en de koudebron
- ▶ De SWW-productietemperatuur bedraagt meestal 55 °C → zwakkere prestaties; aangepast systeem voorzien



BEHOEFTE EN EISEN

KOPPEL VERMOGEN-VOLUME

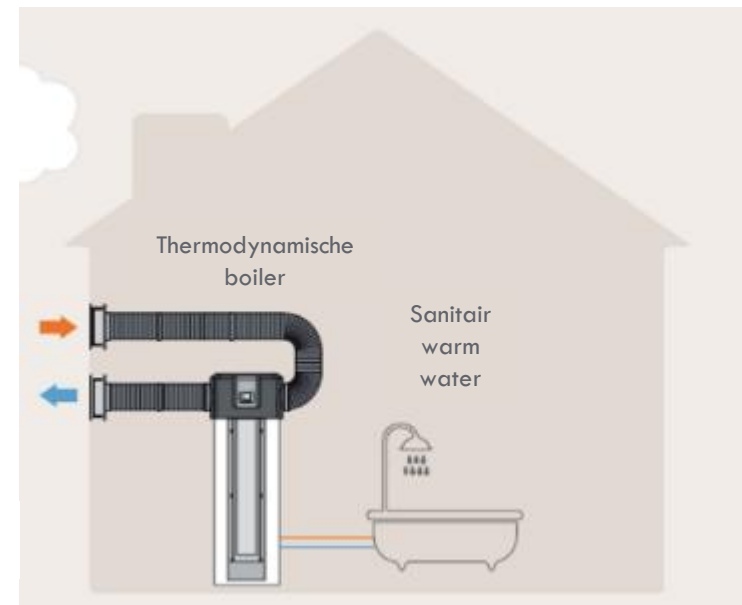
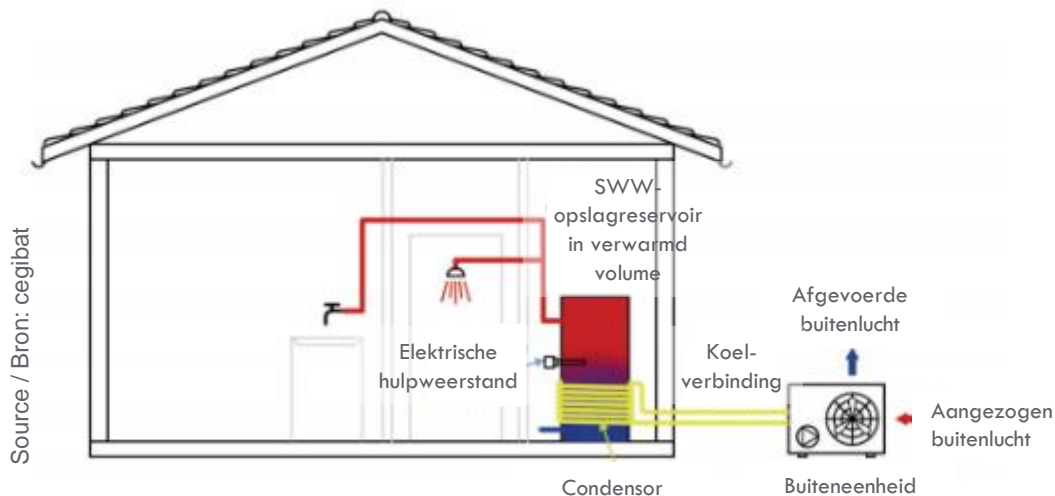
KEUZE VAN HET SYSTEEM

- ▶ Verwarming en SWW onafhankelijk van elkaar?
- ▶ **Thermodynamische boiler**
- ▶ Gemengde warmtepomp
- ▶ Combinatie met zonne-energie
- ▶ SWW collectieve woningen / tertiaire gebouwen



Of (individueel) thermodynamisch warmwatertoestel

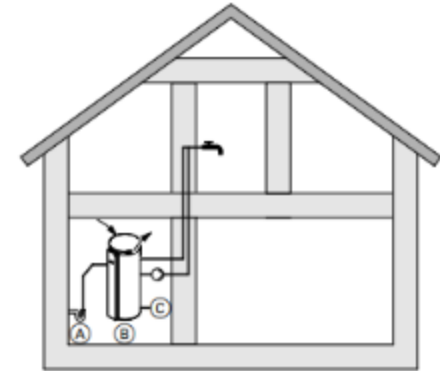
Onafhankelijk toestel voor de productie van sanitair warm water (SWW), met opslagvolume en kleine WP voor de verwarming van dit water.



Koudebron

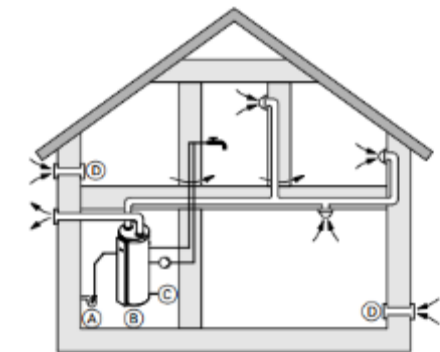
- ▶ Omgevingslucht van een niet-verwarmde ruimte:
 - Profiteert 's winters van hogere temperaturen dan bij gebruik van buitenlucht
 - MAAR neemt een deel van de energie uit het verwarmde volume (aangezien het OAR onrechtstreeks door het aangrenzende volume wordt verwarmd)

- ▶ Afgevoerde ventilatielucht:
 - Hangt samen 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



Weergave met type WWK

- (A) Condenswaterafvoer
- (B) Vitocal 161-A
- (C) Koudwateraansluiting



Weergave met type WWK

- (A) Condenswaterafvoer
- (B) Vitocal 161-A met afvoerluchtdieking
- (C) Koudwateraansluiting
- (D) Luchttoevoerelement



Specifieke kenmerken



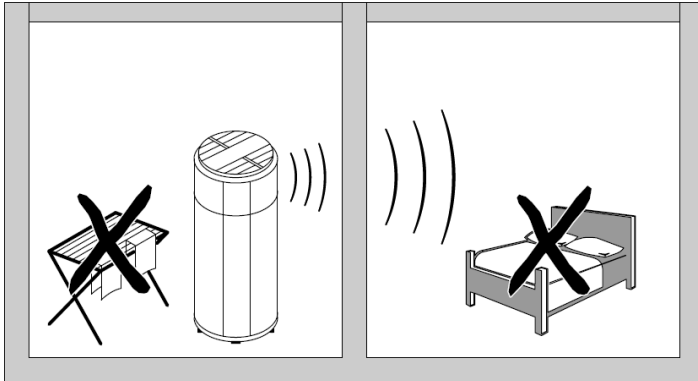
- ▶ Capaciteit varieert doorgaans tussen 200 en 300 liter (maar kan tot 1.000 liter gaan)
- ▶ Gering thermisch vermogen van 4 tot 6 W/liter
- ▶ Hun reservoir bevat vaak een elektrische weerstand of een tweede warmtewisselaar, waardoor een andere generator kan worden aangesloten
- ▶ Productie van water 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 η_{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



Geluidshinder vermijden

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

	Geluidsniveau L_w [dB (A)]								Totaal
	bij octaaf-middenfrequentie [Hz]								
	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



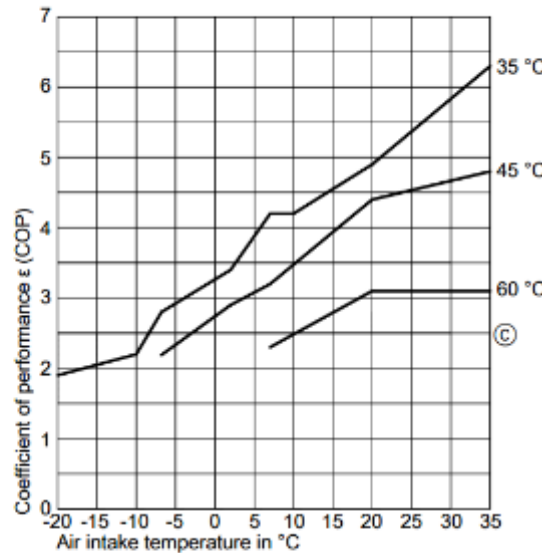
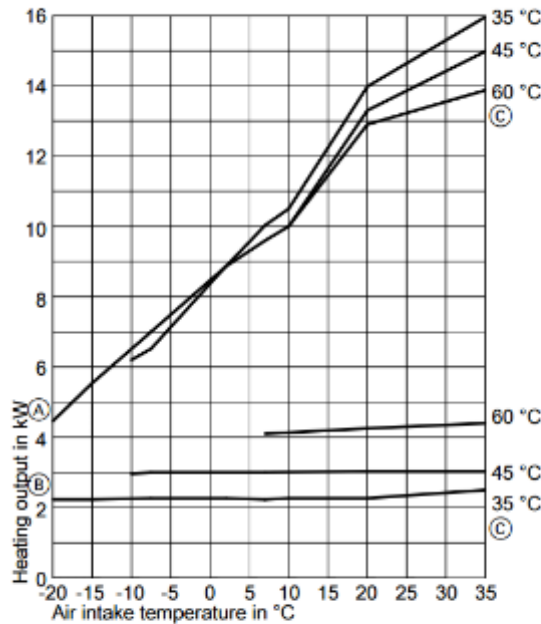
Source/Bron: Viessmann





Technische gegevens

Vitocal 300-A, 230 V



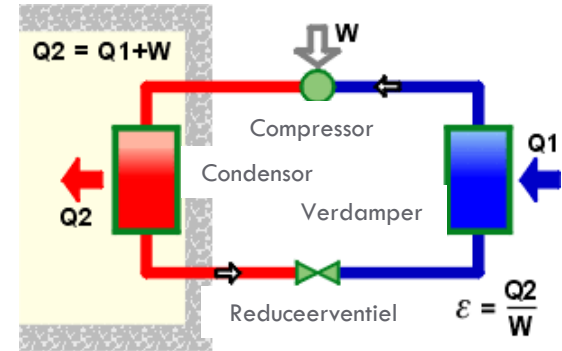
- (A) Heating output
- (B) Power consumption
- (C) Heating water flow temperatures T_{1W}

Heating output data

Operating point	W A	°C °C	35						45						60				
			-20	-15	-7	2	7	10	20	35	-10	-7	2	7	20	35	7	20	35
Heating output		kW	4.6	5.4	7.0	8.6	10.1	10.6	13.9	15.8	6.2	6.7	8.6	9.6	13.3	14.9	9.6	12.9	13.7
Power consumption		kW	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.6	2.5	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	4.1	4.2	4.4
Coefficient of performance ε (COP)			1.9	2.2	2.8	3.4	4.2	4.2	5.4	6.3	2.1	2.2	2.9	3.2	4.4	4.8	2.3	3.1	3.1

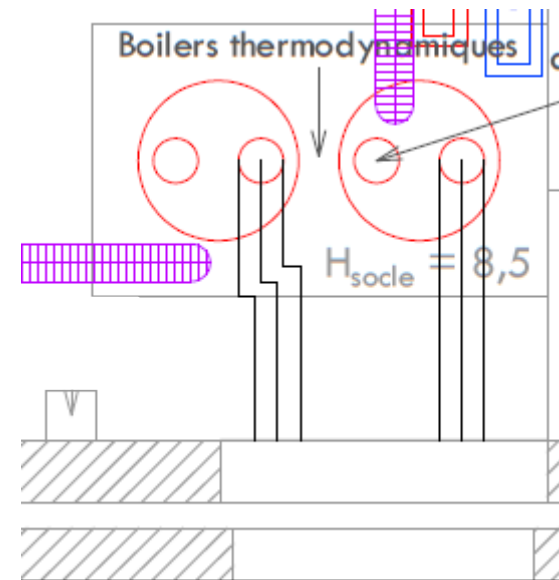
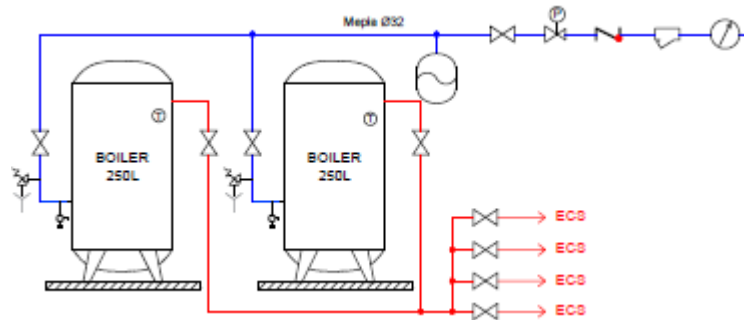
Cooling capacity data

Operating point	W A	°C °C	18			7	
			35	27	35	27	
Cooling capacity		kW	9.4	10.4	7.4	8.6	
Power consumption		kW	3.4	3.0	3.3	2.8	
Performance factor EER			2.7	3.5	2.3	3.1	



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 aftappunten om sanitaire lus te elimineren.



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



Concreet geval

Source/Bron: Écorce



BEHOEFTE EN EISEN

KOPPEL VERMOGEN-VOLUME

KEUZE VAN HET SYSTEEM

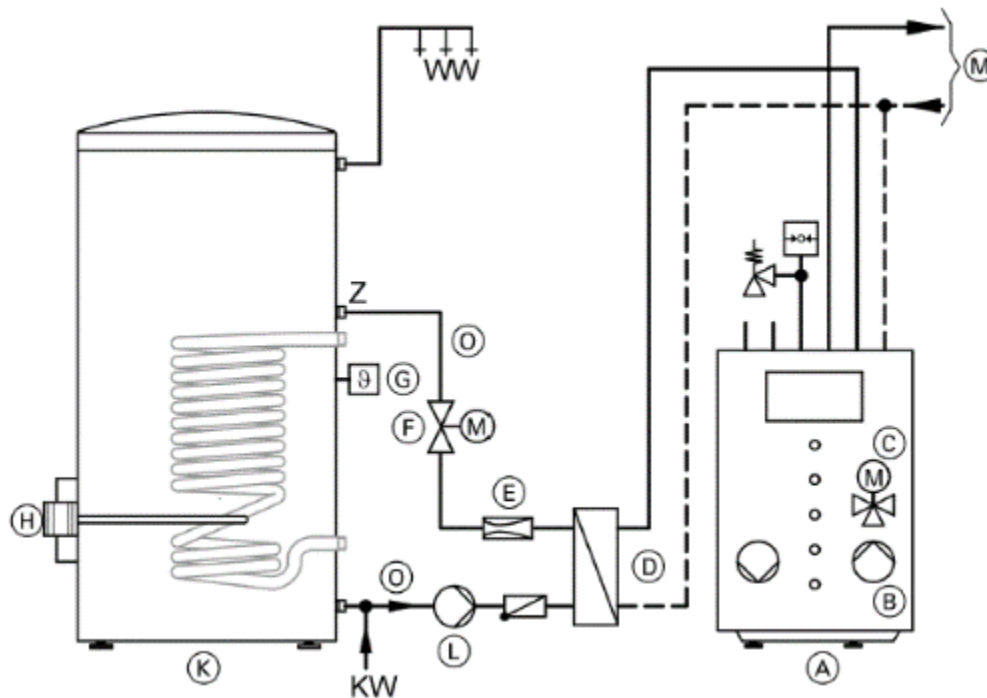
- ▶ Verwarming en SWW onafhankelijk van elkaar?
- ▶ Thermodynamische boiler
- ▶ **Gemengde warmtepomp**
- ▶ Combinatie met zonne-energie
- ▶ SWW collectieve woningen / tertiaire gebouwen



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)

Source/Bron: Vressmann



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



Verlaging van de 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



Concreet geval

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



Concreet geval

- ▶ Warmtepomp glycolwater/water uitsluitend SWW



WP SWW: 4,8 kW

WP verwarming:
9,7 kW



BEHOEFTE EN EISEN

KOPPEL VERMOGEN-VOLUME

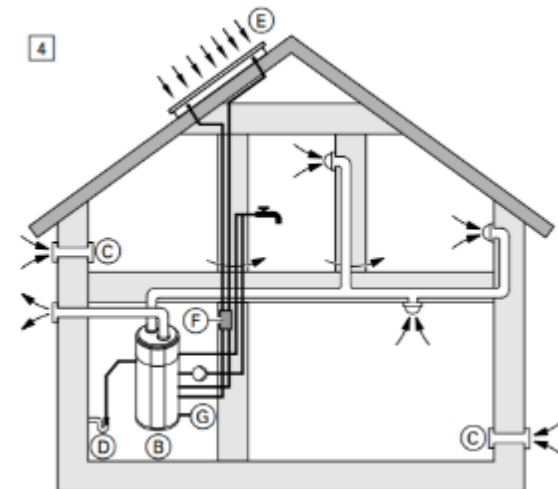
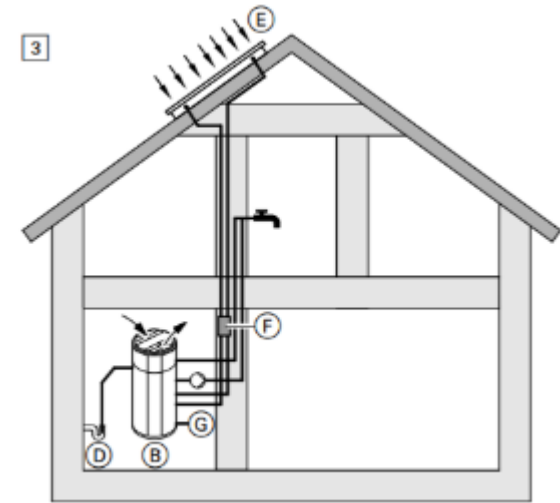
KEUZE VAN HET SYSTEEM

- ▶ Verwarming en SWW onafhankelijk van elkaar?
- ▶ Thermodynamische boiler
- ▶ Gemengde warmtepomp
- ▶ **Combinatie met zonne-energie**
- ▶ SWW collectieve woningen / tertiaire gebouwen



Thermisch zonne-energiesysteem

- ▶ Verscheidene combinaties mogelijk
- ▶ Mogelijkheid SWW te leveren zonder elektrische bijverwarming in gunstige omstandigheden
- ▶ Voorbeeld: 6 m² vlakke zonnecollectoren voor een volume van 300 liter



Source/Bron: Viessmann



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 nachtstroom 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.



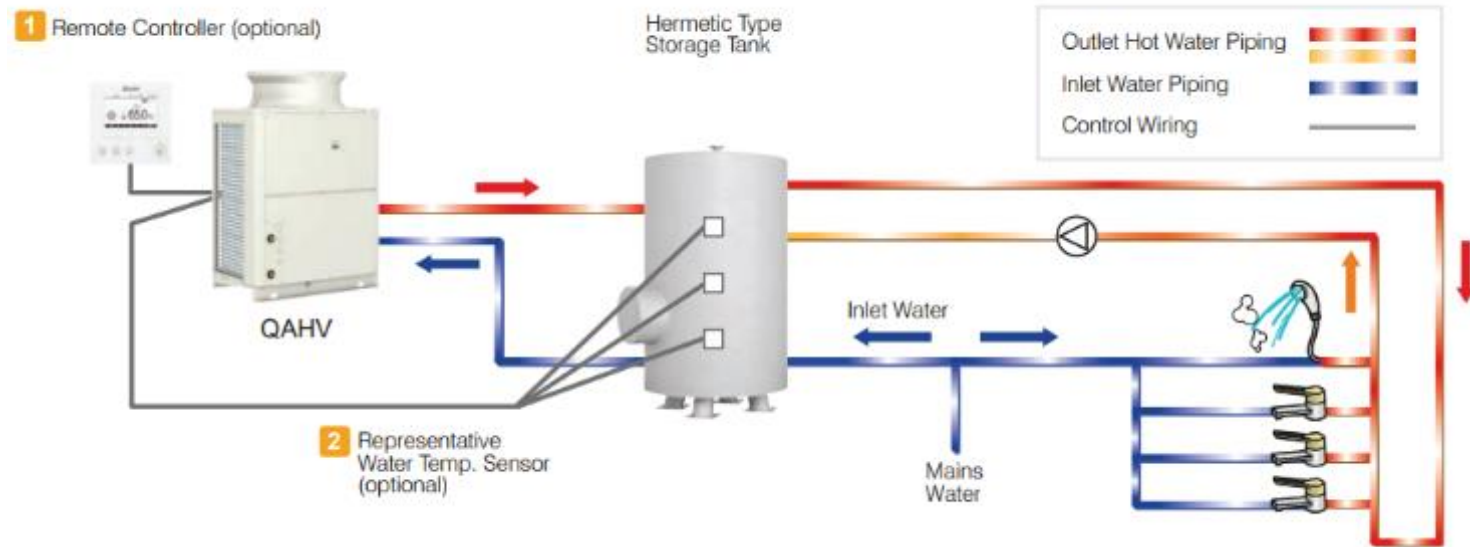
BEHOEFTE EN EISEN

KOPPEL VERMOGEN-VOLUME

KEUZE VAN HET SYSTEEM

- ▶ Verwarming en SWW onafhankelijk van elkaar?
- ▶ Thermodynamische boiler
- ▶ Gemengde warmtepomp
- ▶ Combinatie met zonne-energie
- ▶ **SWW collectieve woningen / tertiaire gebouwen**



CO₂ WP

Source/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.





- ▶ 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!





Gids Duurzame Gebouwen

- ▶ Thema ENERGIE

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

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

[Voorziening | Warmtepomp](#)





Danielle MAKAIRE

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

