

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

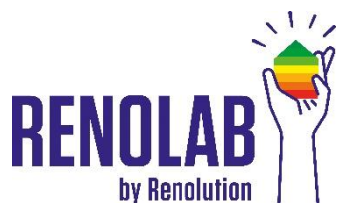
WARMTEPOMPEN IN RENOLAB.B-PROJECTEN

LENTE 2026

Combinatie met de productie van sanitair warm water

Opslagvolume, vermogen, rendement

Juliette DEMBOUR





- ▶ Identificeren van de meest geschikte **warmtepomptypes en -technologieën** op basis van de context
- ▶ Begrijpen van de **keuzecriteria**:
 - Prestaties, benodigde ruimte, temperatuurregime, afstemming op de bestaande afgiftelichamen
- ▶ Begrijpen van de **dimensioneringscriteria** en de wisselwerkingen met de afgiftelichamen en de productie van sanitair warm water
- ▶ Identificeren van de **akoestische eisen** in verband met de installatie en leren kennen van de tools, normen en oplossingen om eraan te voldoen
- ▶ Benutten van concrete **opgedane ervaringen** om het ontwerp, de uitvoering en de dialoog met de andere bij het project betrokken partijen te optimaliseren





- ▶ Zich bewust worden van de gezondheids- of comfortgerelateerde **eisen** van SWW
- ▶ Leren **beoordelen van de behoefte(n)** inzake SWW
- ▶ Leren kennen van de verschillende **productiewijzen** voor SWW evenals hun toepassingsdomein
- ▶ Begrijpen van de basisprincipes van **SWW-productie** via warmtepompen
- ▶ **Dimensioneren** en beoordelen van de **rendementen** en de **benodigde ruimte** voor de verschillende oplossingen



VERMOGEN/BEHOEFTE

WARMTEPOMPTYPES VOOR SWW

- ▶ Thermodynamische boiler
- ▶ Toegewezen (aerothermische of geothermische) hogetemperatuurwarmtepomp
- ▶ Gemengde warmtepomp voor verwarming/SWW

DIMENSIONERING



Sanitair warm water wordt gebruikt voor hygiënische en gezondheidsgerelateerde behoeften. Het moet aan de volgende eisen voldoen:

- ▶ Comforteisen
 - Sanitair warm water moet, zowel qua **hoeveelheid** als qua **temperatuur**, in voldoende mate *geproduceerd* of *aanwezig* zijn om aan de vraag te voldoen
- ▶ Gezondheidsgerelateerde eisen (drinkbaarheid): **legionellaproblematiek**
 - Temperatuur van het opgeslagen water
 - Stilstaand water

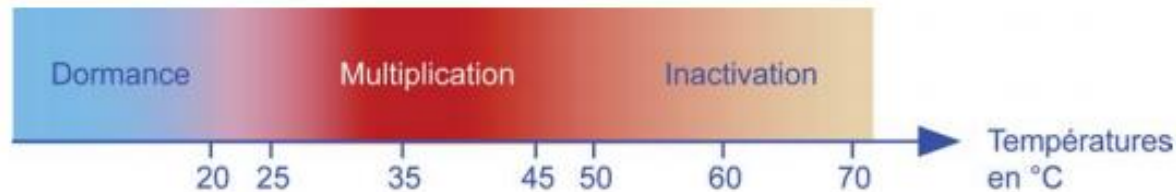


6 GEZONDHEIDSGERELATEERDE EISEN

Legionellaproblematiek

- ▶ Legionella in het drinkwater in zeer lage concentraties
- ▶ Proliferatiefactor:
 - Watertemperatuur: proliferatie bij $20\text{ °C} < T < 55\text{ °C}$

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

- Stilstaand water: aanwezigheid van nutriënten / biofilm (aminozuren, mangaan, magnesium, ijzer, enz.) op de binnenwanden van de sanitaire leidingen en voorzieningen.
 - ⇒ **De ontwikkeling van biofilm is afhankelijk van het type materiaal en van de snelheid van het water in de leidingen.**



7 GEZONDHEIDSGERELATEERDE EISEN

Legionellaproblematiek

- ▶ Watertemperatuur: proliferatie bij $20\text{ °C} < T < 55\text{ °C}$

⇒ **Warmtepompen presteren minder performant bij 60 °C**

- ▶ Mogelijkheid om de prestaties te verbeteren door:

- de tijd dat de temperatuur op 60 °C wordt gehouden te beperken **en/of door:**

de opslagtemperatuur te verlagen

het water te behandelen om bacteriën te elimineren:

⇒ Thermische desinfectie (schokbehandeling): Opwarmen tot 65-70 °C

⇒ Chemische desinfectie (elektrolytische behandeling)

⇒ UV-behandeling



Verzekeren van een comfortabele SWW-voorziening betekent water

- ▶ op de gewenste temperatuur
- ▶ met een voldoende debiet
- ▶ in voldoende hoeveelheid (l/dag)
- ▶ binnen een redelijke tijdspanne

	Spoelbak	Wastafel	Bad	Douche
Taptemperatuur (NBN 345)	55 °C	40 °C	40 °C	40 °C
Tapdebiet (DIN 1988-300)	4,2 l/min	4,2 l/min	9 l/min	9 l/min
Gemiddelde tapduur (Recknagel)	5 min	1 tot 3 min	15 tot 20 min	6 min
Equivalent tapvolume bij 60 °C door gebruik (l)	19 l	2,5 tot 7,5 l	80 tot 110 l	32,5 l



In eengezinswoningen

- Het vereiste dagelijkse volume wordt bepaald op basis van de geïnstalleerde tappunten

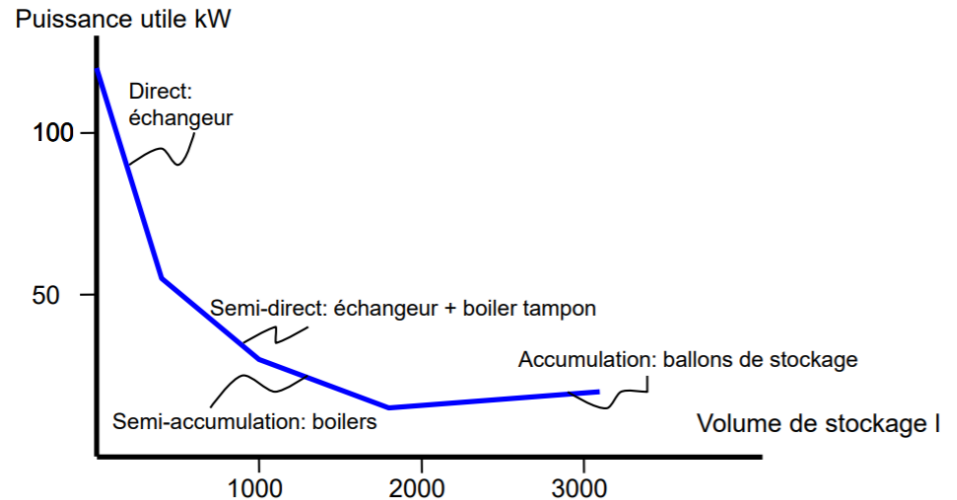
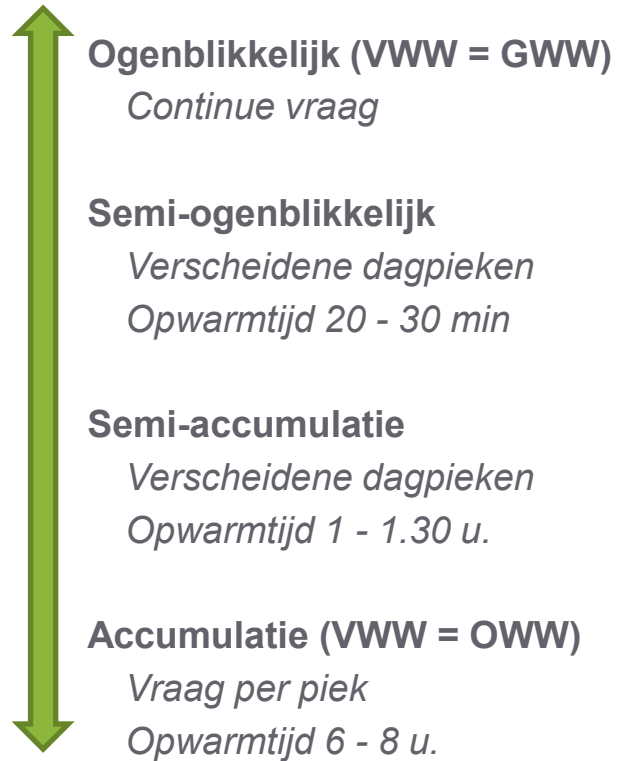
Tableau 11 Caractéristiques des appareils sanitaires cités au tableau 12.

Appareil sanitaire	Volume d'eau nécessaire par pulsage $V_{w,t}$ en litres	Consommation d'énergie par pulsage $Q_{w,t}$ en Wh (*)
Petite baignoire	120	4890
Baignoire de taille normale	140	5820
Grande baignoire	200	8720
Douche ordinaire	40	1630
Pommeau de douche de luxe	75	3020
Jet d'hydromassage latéral	30	1220
Lavabo	17	700
Bidet	20	810
Evier	30	1160
(*) Cette consommation est calculée pour la durée, le débit et la température de puisage spécifiques de l'appareil considéré.		

Bron: Dimensioneringsmethode 14 - Buildwise



***Verbruikt Warm Water (VWW) ≤ Opgeslagen Warm Water (OWW)
+ Geproduceerd Warm Water (GWW)***



Hoe de productiewijze kiezen?

- ▶ Ogenblikkelijke productie
 - + Beperkte benodigde ruimte
 - + Geen opslagverliezen
 - + Goede gezondheidsgerelateerde prestaties
 - Hoog vermogen van generator en circulatiepompen
 - Schommeling in de watertemperatuur
 - Werking van het productiesysteem in korte cyclus (lager rendement)
 - Risico van interferentie met verwarming (bij gemengde productie)

⇒ **Vereist een hoog vermogen**

- ▶ Te voorziene vermogen in kW

⇒ **$P \text{ [kW]} = Q \text{ [m}^3\text{/h]} \times c \times (\theta_c - \theta_f)$** **waarbij $c = 1,16 \text{ kWh / (m}^3\text{K)}$**



Hoe de productiewijze kiezen?

- ▶ Productie door accumulatie

- + Zeer korte responstijd
- + Stabiele watertemperatuur
- + Lager systeemvermogen
- + Goede prestaties van het productiesysteem
- Opslagverlies
- Grotere benodigde ruimte

⇒ **Vereist een “rustperiode” om het opslagvolume op te warmen (6-8 uur)**

- ▶ Te voorziene vermogen in kW

⇒ **$P \text{ [kW]} = V \text{ [m}^3\text{]} / T \text{ [h]} \times c \times (\theta_c - \theta_f)$ waarbij $c = 1,16 \text{ kWh / (m}^3\text{K)}$**

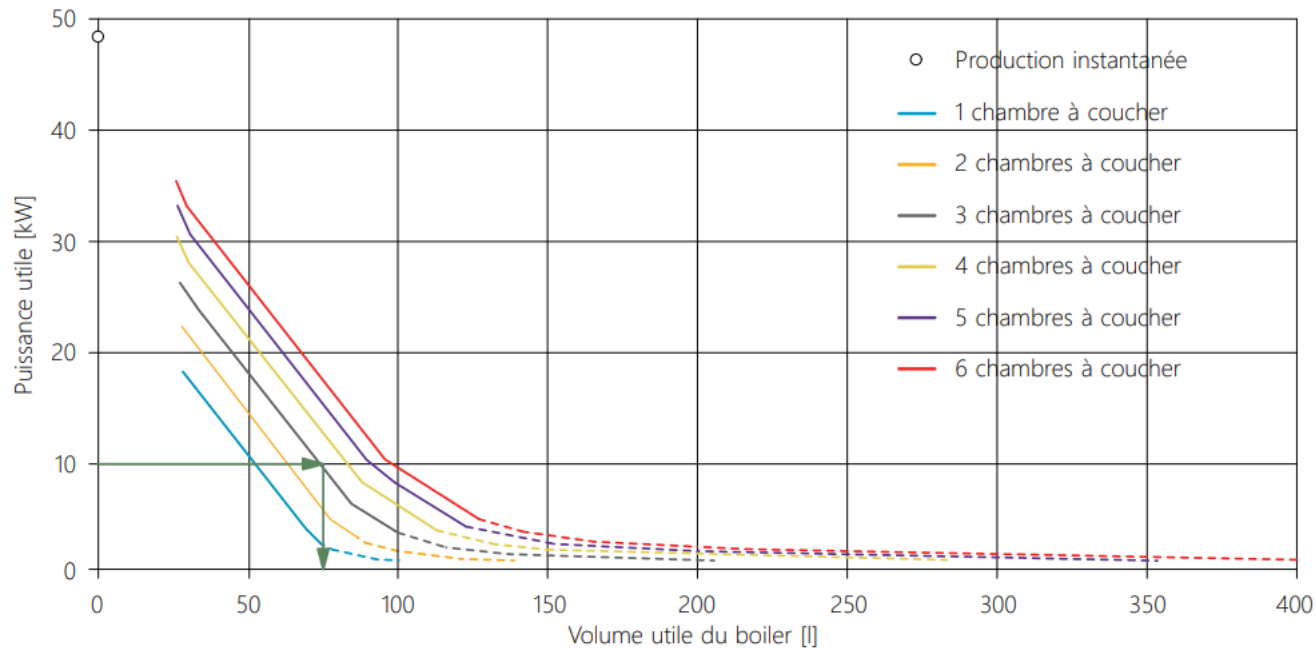


Verband tussen vermogen en volume

- PV-curves (vermogen-volume) voor eengezinswoningen



- Voor een enkele badkamer



Courbes PV (puissance-volume) pour une habitation unifamiliale équipée d'une seule salle de bain et pour de l'eau à 60 °C.

Bron: Buildwise

- PV-curves (vermogen-volume) voor meergezinswoningen

- WaterDim-tool (Buildwise)





- ▶ Wat is het vereiste vermogen om een douche te voorzien (debiet 9 l/min) van water met een temperatuur van 40 °C? We gaan ervan uit dat het koude water een temperatuur 10 °C heeft.

- ▶ Wat is het vereiste vermogen om een opslagvolume van 200 l op te warmen in een tijdspanne van 6 uur? En in een tijdspanne van 8 uur?





- ▶ Wat is het vereiste vermogen om een douche te voorzien (debiet 9 l/min) van water met een temperatuur van 40 °C? We gaan ervan uit dat het koude water een temperatuur 10 °C heeft.

- $P = Q \times c \times (\theta_c - \theta_f)$

- $P = 9 \times 60 \text{ [L/s]} / 1000 \times 1,16 \times (40-10) = 18,8 \text{ kW}$

- ▶ Wat is het vereiste vermogen om een opslagvolume van 200 l op te warmen in een tijdspanne van 6 uur? En in een tijdspanne van 8 uur?

- $P = V / T \times c \times (\theta_c - \theta_f)$

- $P = 0,2 \text{ [m}^3\text{]} / 6 \text{ [h]} \times 1,16 \times (60-10) = 1,9 \text{ kW}$

- $P = 0,2 \text{ [m}^3\text{]} / 8 \text{ [h]} \times 1,16 \times (60-10) = 1,45 \text{ kW}$



ONAFHANKELIJKE OF GEMENGDE PRODUCTIE (COMBINATIE MET VERWARMING)?

Individuele installaties

- Evolutie van de vermogens vereist voor warmteproductie

Oud huis



Gemengd
systeem

Nieuw of gerenoveerd huis



80-120 W/m²
20-30 kW

Afhankelijk van het tapvolume
Min. 25 kW (ogenblikkelijk)

10-40 W/m²
3-10 kW

Afhankelijk van het tapvolume
Min. 25 kW (ogenblikkelijk)

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



ONAFHANKELIJKE OF GEMENGDE PRODUCTIE (COMBINATIE MET VERWARMING)?

Gemengde productie

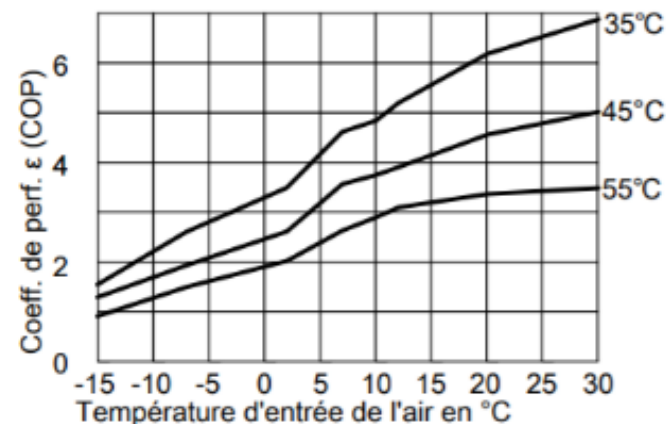
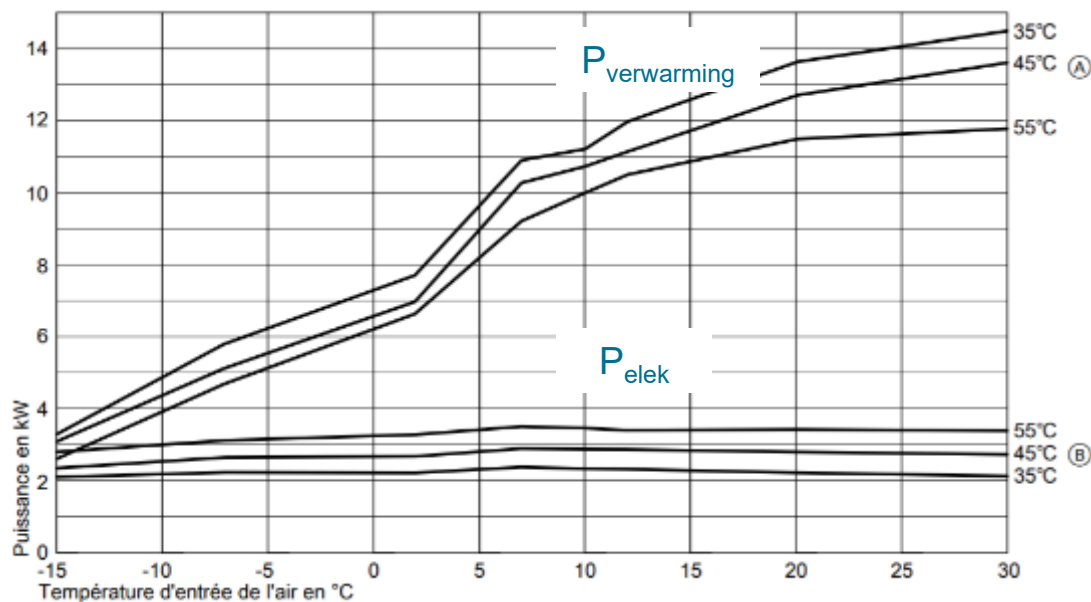
- + Potentieel lagere investerings- en onderhoudskosten
- Warmteproductiesysteem moet het hele jaar door in bedrijf blijven (verliezen bij uitschakeling)
- Bij ogenblikkelijke SWW-productie bestaat het risico van overdimensionering om SWW te bereiden
- Verschillende temperatuurregimes bij lagetemperatuurverwarming
- Risico van interferentie tussen SWW en verwarming

Onafhankelijke productie

- + Mogelijkheid om gebruik te maken van verschillende energievectoren
- + Geoptimaliseerd ontwerp
- Potentieel hogere investerings- en onderhoudskosten
- Potentieel grotere benodigde ruimte



Impact van het temperatuurregime op de prestaties van een warmtepomp



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



VERMOGEN/BEHOEFTE

WARMTEPOMPTYPES VOOR SWW

- ▶ **Thermodynamische boiler**
- ▶ **Toegewezen (aerothermische/geothermische) hogetemperatuurwarmtepomp**
- ▶ **Gemengde warmtepomp voor verwarming/SWW**

DIMENSIONERING



Productiesystemen



Vitocal 060-A

- 1 Pompe à chaleur
- 2 Module de commande
- 3 Ballon d'eau chaude sanitaire de 254 litres à émailage Ceraprotect
- 4 Résistance électrique stéatite avec une anode 100 % magnésium (la résistance électrique est en accessoire sur la version WWKS)
- 5 Échangeur hydraulique à serpentin (uniquement sur la version WWKS)
- 6 Condenseur extérieur à la cuve
- 7 Isolation de 50 à 70 mm en mousse de polyuréthane à forte densité
- 8 Sondes Profil de soutirage eau chaude sanitaire L et XL 2 doigts de gant

Thermodynamische boiler

Bron: Viessmann



Gemengde warmtepomp + opslagvat

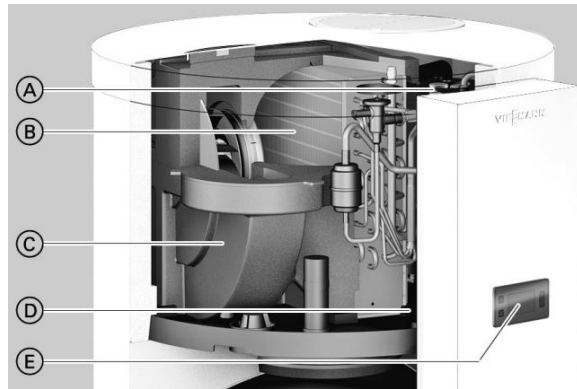


Toegewezen hogetemperatuurwarmtepomp

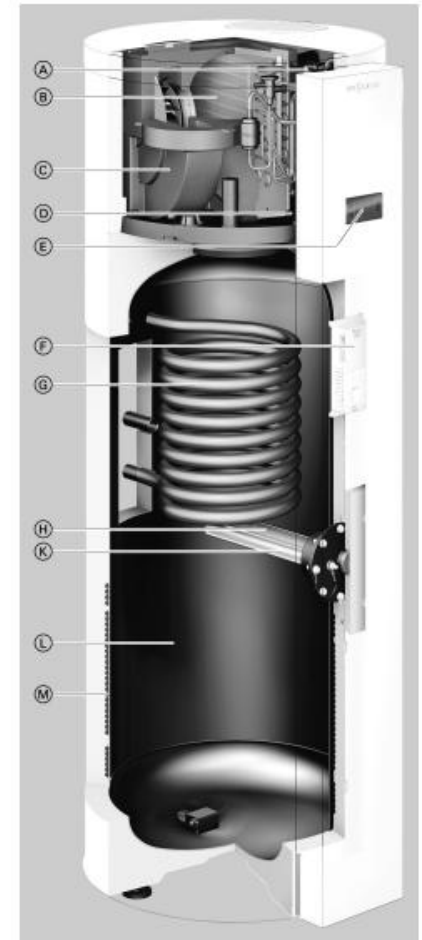


Principe

- ▶ Combinatie van een kleine, toegewezen warmtepomp met een opslagvolume
 - Compact systeem
 - Beperkt vermogen: [1-2] kW
 - Opwarmtijd van het opslagvat: [6-8 u]



- (A) Compresseur
- (B) Evaporateur
- (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



Koudebron

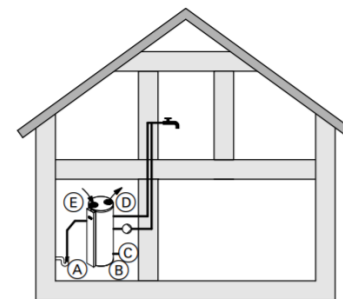
► Omgevingslucht van een onverwarmde ruimte:

- Haalt 's winters voordeel uit hogere temperaturen t.o.v. werking op buitenlucht
- MAAR onttrekt een deel van de energie uit het verwarmde volume (aangezien de AOR onrechtstreeks door het aangrenzende volume wordt verwarmd)

► Extractielucht van de ventilatie:

- Hangt samen met de ventilatie → kleiner luchtdebiet dan voor de andere types toestellen (200 m³/u tot 350 m³/u)
- Hogere gemiddelde temperatuur van de koudebron

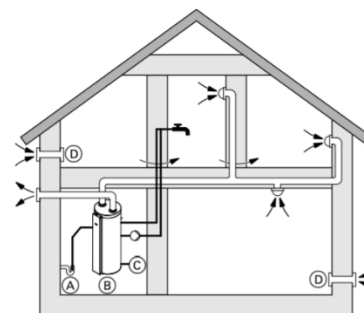
Représentation système pour une utilisation sur air ambiant



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



Koudebron

► Buitenlucht:

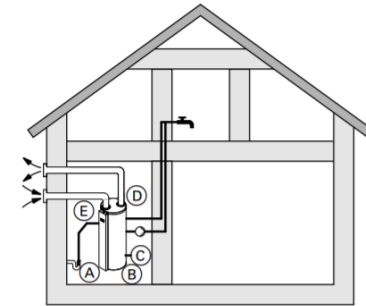
- Onbeperkt luchtdebiet
- Lagere gemiddelde temperatuur van de koudebron in de winter (mindere prestaties)
- Geen effect op de omgeving van het gebouw

► Voorverwarmd of gematigd water, kan worden aangesloten

- op lagetemperatuurverwarming
- op geothermische sondes

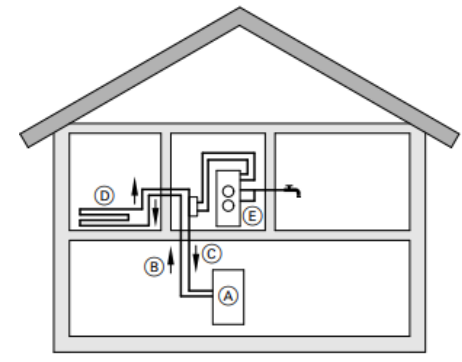
⇒ **“Boosterboiler”**

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



- (A) Générateur de chaleur
- (B) Départ circuit plancher chauffant



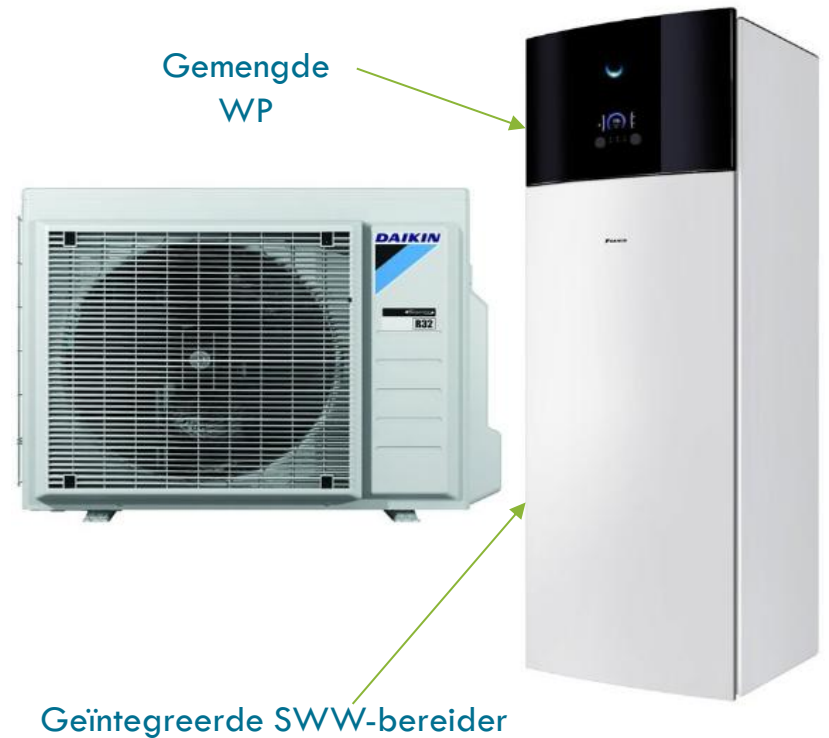
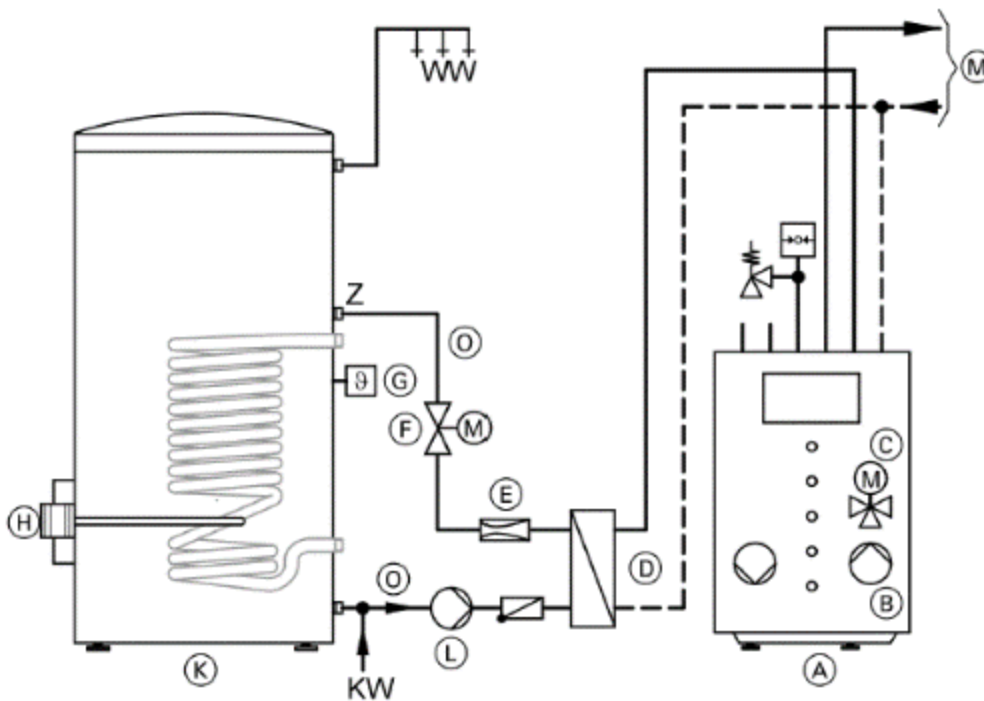
Principe

- ▶ Lucht/water-warmtepomp of glycolwater/water-warmtepomp uitsluitend voor SWW
 - Hogere temperaturen
 - Groter vermogen / kleiner opslagvolume



Principe

- ▶ Voornamelijk op basis van lucht/water of (glycol)water/water
- ▶ In combinatie met een opslagvat met spiraalvormige warmtewisselaar voor SWW-productie (verschillend van een eventueel buffervat voor verwarming)
- ▶ Geïntegreerd of afzonderlijk opslagvat



Aandachtspunten

- ▶ Onmogelijk om de woning te verwarmen terwijl het opslagvat wordt opgewarmd.
 - Omwille van comfortredenen mag deze stap dus niet al te lang duren.
 - Kiezen voor een warmtepomp met een hoger vermogen en een opslagvat met een kleiner volume (volgens de PV-curve) kan de opwarmtijd inkorten
- ▶ Verzekeren dat de warmtewisselaar in het opslagvat voldoende vermogen kan leveren bij de temperaturen van het WP-regime
- ▶ Het vermogen van de WP is afhankelijk van het temperatuurregime: bij hogere streeftemperaturen neemt het vermogen af.
 - Het beschikbare vermogen voor de productie van SWW is doorgaans lager dan het vermogen beschikbaar voor verwarming.

Dimensionering? → Zie volgende dia's



Concreet geval

- Glycolwater/water-warmtepomp (13 kW) met buffervat + SWW-productiesysteem

Productiesysteem voor
verwarming



Afzonderlijk
SWW-opslagvat



Gemengde warmtepomp



VERMOGEN/BEHOEFTE

WARMTEPOMPTYPES VOOR SWW

- ▶ Thermodynamische boiler
- ▶ Toegewezen (aerothermische/geothermische) hogetemperatuurwarmtepomp
- ▶ Gemengde warmtepomp voor verwarming/SWW

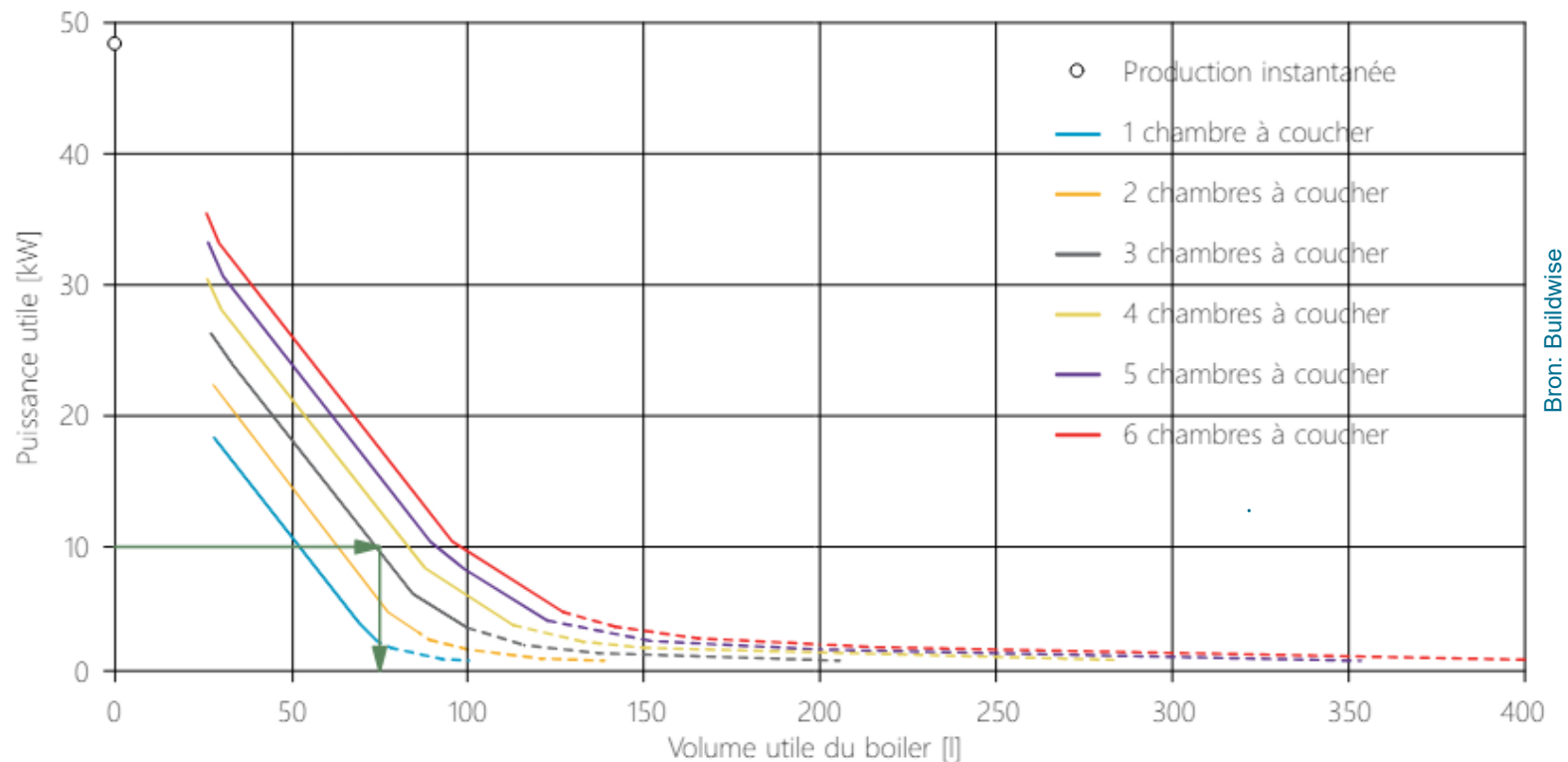
DIMENSIONERING



29 HOE SANITAIR WARM WATER PRODUCEREN?

 3. Het vereiste vermogen voor de productie van SWW

- Bepalen van het vermogen en het nuttige volume van het opslagvat



Courbes PV (puissance-volume) pour une habitation unifamiliale équipée d'une seule salle de bain et pour de l'eau à 60 °C.



30 HOE SANITAIR WARM WATER PRODUCEREN?

3. Het vereiste vermogen voor de productie van SWW

- Bepalen van het maximale dagelijkse vermogen voor de productie van SWW $P_{DHW, \max}$ (~0,25 kW/persoon)

Nombre de chambres	Nombre d'occupants	Puissance journalière maximale pour l'ECS $P_{DHW, day, max}$ [kW]
1	2	0,5
2	2,7	0,7
3	3,5	0,8
4	4,3	1,0
5	5	1,2
6	5,6	1,4

Bron: Buildwise

- Bepalen van het gecombineerde vermogen

⇒ $P_{gen} = \max (P_{DHW}; (P_{HL} + P_{DHW, max})) [*]$



[*] uitsluitend voor een eengezinswoning, uitgerust met een WP, met SWW-prioriteit, zonder SWW-lus

Voorbeeld:

- P_{HL} (vermogen verwarming) = 8 kW
- $P_{DHW, \max} = 1$ kW
- $P_{DHW} = ?? \rightarrow$ Afhankelijk van beschikbaar opslagvolume / beschikbare ruimte / gewenste opwarmtijd



KEUZE VAN HET SYSTEEM



	Thermodynamische boiler	Gemengde WP + geïntegreerd opslagvat	Gemengde WP + afzonderlijk opslagvat
Capaciteit [l]	100-350 l	180-230 l	> 100 l
Thermisch vermogen [kW]	4 tot 6 W/liter → 0,4 tot 2,1 kW	4-15 kW → 22 tot 65 W/liter	> 4 kW
Opwarmtijd [u]	> 6 u.	mogelijk < 1 u.	mogelijk < 1 u.
Benodigde ruimte	Ø 50-65 cm en H 120-200 cm	Gemengde WP: Ø 50-65 cm en H 200 cm vs WP voor verw.: Ø 35-45 cm en H 90-100 cm	Opslagvat: Ø 50-65 cm en H 120-170 cm
Opties	Bijverwarmingsweerstand Secundaire warmtewisselaar (koppeling met verwarmingsketel, thermische zonnepanelen, ...) Smartgrid Ready		
Prijs	€ 2.000-3.000	Meerkost = uitsluitend opslagvat ~€ 1.000-3.000	Meerkost = uitsluitend opslagvat ~€ 2.000



Bijzondere kenmerken



- ▶ Thermodynamische boiler
 - Elektrische aansluiting vergelijkbaar met die van een elektrisch waterverwarmingstoestel
 - Productie van water bij temp. van $\sim 55\text{-}60\text{ }^{\circ}\text{C}$:

bepaalde modellen gebruiken de elektrische weerstand gebruikt om de temp. van $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ naar $60\text{-}65\text{ }^{\circ}\text{C}$ te verhogen
 - Voorzien van een afvoer van de condensaten naar buiten
- ▶ Gemengde WP
 - Bij afzonderlijk opslagvat: geen beperking qua volume, sterk moduleerbaar systeem
 - Beperkt verschil tussen vertrek-/retourtemperatuur

/!\ Akoestiek! Vermogen van spiraalvormige warmtewisselaar in opslagvat

Grotere oppervlakte warmtewisselaar

- Geïntegreerde elektrische weerstand in het opslagvat (voor legionellabestrijding)
 - Mogelijkheid tot koppeling met verwarmingsketel (hybride WP)
 - Uitschakeling van verwarming tijdens SWW-productie
- strategie voor regeling van systemen om het risico van een gebrek aan comfort tegen te gaan





- ▶ Het sanitair warm water moet aan bepaalde gezondheidsvoorschriften voldoen
- ▶ De behoefte aan sanitair warm water varieert nauwelijks gedurende het jaar
- ▶ Het comfort van een SWW-installatie is afhankelijk van de temperatuur, het beschikbare watervolume, en het debiet en de druk van het water
- ▶ Een correcte beoordeling van de SWW-behoefte is van cruciaal belang
- ▶ De keuze voor de combinatie van het productie-/opslagsysteem resulteert uit de eisen met betrekking tot de benodigde ruimte binnen/buiten
- ▶ Met het oog op het realiseren van besparingen is er geen kant-en-klare oplossing, maar moet men aan de slag met de installatie ...





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Thema ENERGIE

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

[Dossier | Legionella](#)



Websites

- Opleidingen Duurzame Gebouwen

<https://leefmilieu.brussels/pro/diensten-en-aanvragen/advies-en-begeleiding/opleidingen-en-seminaries-duurzame-gebouwen-van-leefmilieu-brussel>

- Energie +: Excel-bestand: *ConsommationECS* (partie 1)

- ADEME, *Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif*

<https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/2360-besoins-d-eau-chaude-sanitaire-en-habitat-individuel-et-collectif-les.html>

- Waals Gewest, *Guide au Dimensionner des appareils de production d'eau chaude sanitaire*,

https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/Appareils_de_produc.PDF?IDR=400

- Buildwise:

https://www.buildwise.be/media/tipkplpv/buildwise_magazine-89-4-23-nl.pdf

[Hoe dimensioneer ik mijn sanitairwarmwaterproductie-installatie?](#)



Opleidingen en seminars

- Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen

<https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>

Raadpleeg [gratis](#) alle documentatie!



Juliette DEMBOUR

Projectingenieur

☎ 04 226 91 60

✉ info@ecorce.be

écorce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

