

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIE: BASISPRINCIPES

LENTE 2024

Hoe sanitair warm water produceren ?

Inleiding tot de productie, opslag en verdeling van sanitair
warm water

Robin BAAR

écORce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



- ▶ De SWW-behoeften kunnen inschatten
- ▶ Kennismaken met de nettypes en materialen voor sanitaire warmwaterdistributie
- ▶ Inzicht hebben in de verschillende bereidingswijzen van SWW en hun toepassingsgebied(en)
- ▶ De voor- en nadelen kennen van een SWW-installatie in combinatie met of onafhankelijk van het verwarmingssysteem
- ▶ De voor- en nadelen kennen van een gecentraliseerde/gedecentraliseerde verwarmingsinstallatie
- ▶ De basisprincipes van een thermische zonne-installatie begrijpen



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG



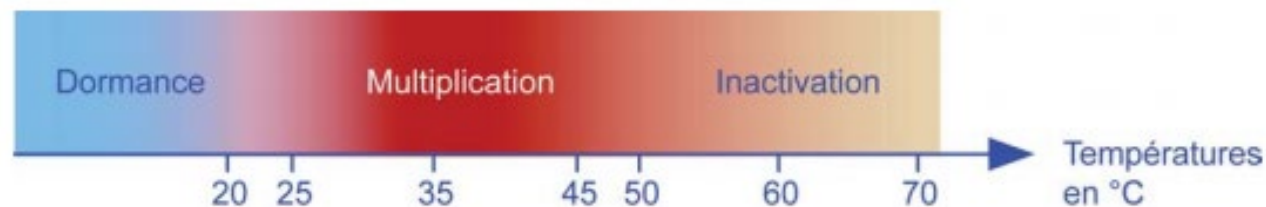
Definitie van de behoefte

- ▶ Het sanitair warm water moet in voldoende hoeveelheden *worden geproduceerd* of *aanwezig* zijn om aan de vraag te voldoen.

⇒ **Dit is het basisprincipe om het comfort te garanderen**

- ▶ Eisen op het vlak van hygiëne (legionellaproblematiek)
 - Temperatuur van het opgeslagen water
 - Stagnatie

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



Een comfortabele SWW-toevoer verzekeren = water leveren

- ▶ met de gewenste temperatuur
- ▶ met een voldoende debiet
- ▶ in voldoende hoeveelheden (l/dag)
- ▶ binnen een redelijke tijd

	Keuken- 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

- ▶ Om de berekeningen te vereenvoudigen, worden de watervolumes bij verschillende temperaturen allemaal omgezet naar het equivalente volume bij 60 °C:

$$\Rightarrow V_{60} = V_x * (T_x - 10 \text{ °C}) / (60 - 10 \text{ °C})$$



Bedenking over de wachttijd

- ▶ $\text{Wachttijd} = \text{Wachttijd toestel} + \text{wachttijd leiding}$

	Keuken- spoelbak	Wastafel	Bad	Douche
Max. wachttijd (DIN 1988-300)	5 tot 8 s	8 tot 10 s	15 tot 25 s	10 tot 15 s





Wachttijd van een toestel

- ▶ Wat is de maximale leidinglengte voor de voeding van een wastafel in minder dan 10 s als:
 - het tapdebiet 4 l/min bedraagt voor water van 60 °C
 - de temperatuur van het afgetapte water 45 °C bedraagt
 - de leiding een waterinhoud van 0,1 l/m heeft
 - de wachttijd van het toestel 3 s bedraagt

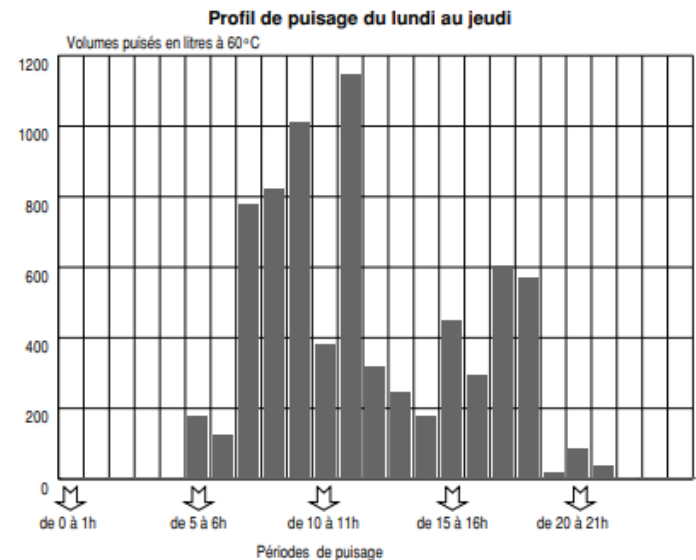
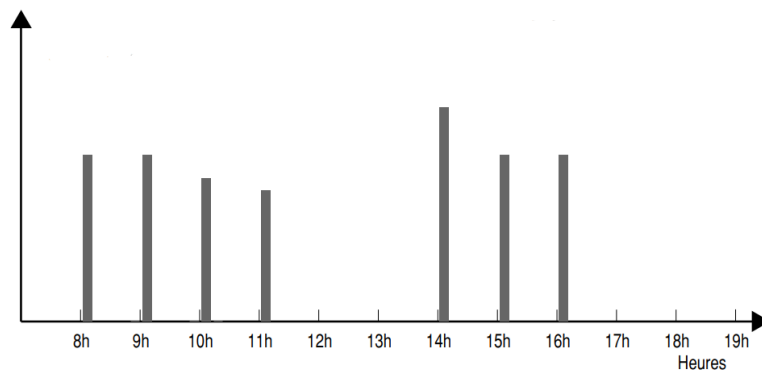


Tapprofiel

- ▶ De verbruikte hoeveelheid warm water hangt af van:
 - het type gebouw: woning, hotel, school, kantoor ...
 - het moment van de dag / week ...

Voorbeelden

- ▶ Tapprofiel voor een sporthal > < een ziekenhuis



Bron: Gids voor dimensionering SWW-productietoestellen, Ministerie van het Waals Gewest.



Schatting van de waterbehoeften in de residentiële sector

- ▶ Men bepaalt het vereiste dagelijkse volume op basis van de geïnstalleerde tappunten

Schatting van de waterbehoeften in de niet-residentiële sector

- ▶ Het is veel ingewikkelder om de waterbehoeften in te schatten op basis van de geïnstalleerde tappunten
- ▶ Men bepaalt het vereiste dagelijkse volume
 - Hetzij op basis van het reële verbruik,
 - Hetzij op basis van standaard tapprofielen.

⇒ **DIN 1988-300:2012 sluit best aan bij de metingen voor de dimensionering van leidingen en doorstroomtoestellen (Buildwise)**





Oefening

- Bereken de SWW-behoefte [kWh] voor een 5 minuten durende douche met een watertemperatuur van 35 °C en een debiet van 8 l/min.

$$\Rightarrow E \text{ [kWh]} = c * V \text{ [m}^3\text{]} * (T_c - T_f) \quad \text{waarbij } c = 1,16 \text{ kWh/(m}^3\text{K)}$$

- Bereken de overeenkomstige jaarlijkse behoefte (voor 1 douche/dag).
- En voor een douche met een debiet begrensd op 6 l/min?



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

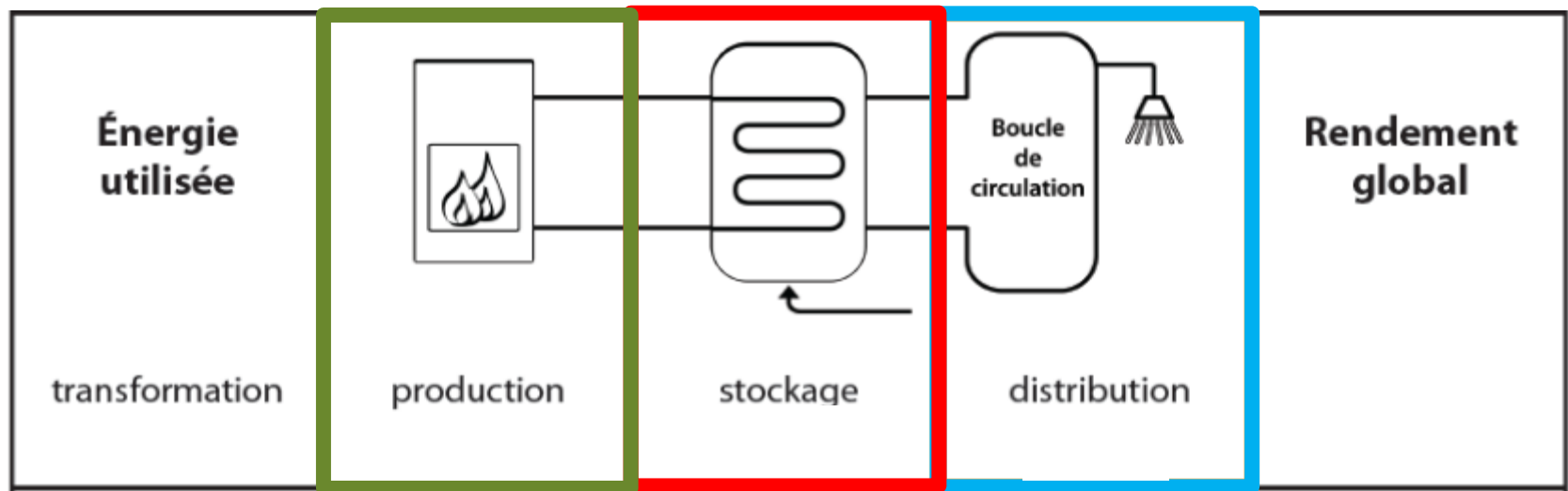
PRODUCTIE EN OPSLAG



14 OVERZICHT VAN EEN WARMWATERSYSTEEM

Een sanitaire installatie bestaat uit:

- ▶ tappunten
- ▶ een distributienet
- ▶ een productietoestel
- ▶ ... en eventueel een opslagsysteem



$$\Rightarrow \eta_{\text{totaal SWW}} = \eta_{\text{productie,SWW}} \times \eta_{\text{opslag SWW}} \times \eta_{\text{distributie SWW}}$$



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG



Tweegreepsmengkranen >< Eengreepsmengkranen

- ▶ Tweegreepsmengkraan: twee onderscheiden bedieningselementen
- ▶ Eengreepsmengkraan: **een enkel bedieningselement** dat **debiet en temperatuur** regelt
 - Thermostatische mengkraan: deze handhaaft een stabiele watertemperatuur door de aanvoer van warm en koud water te regelen



**Tweegreeps-
mengkraan**
Bron: Grohe



**Thermostatische
mengkraan**
Bron: Micra



**Gecentraliseerde
thermostatische
mengkraan**
Bron: Presto

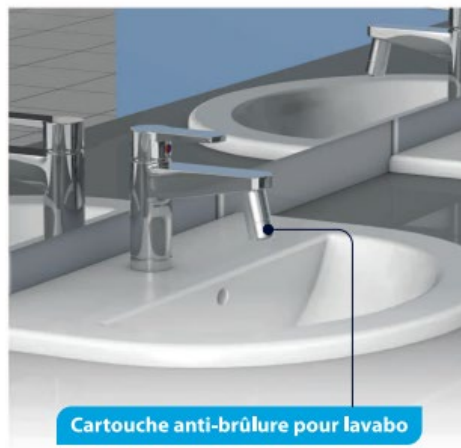
Gecentraliseerde thermostatische mengkraan

- ▶ Laat toe de gebruiker te beletten de temperatuur te wijzigen
- ▶ Nuttig in collectiviteiten (mag niet worden gebruikt bij hoog legionellarisico)
- ▶ Leiding voor gemengd water: lengte < 15 m en volume < 3 l



Verbrandingsbeveiliging

- ▶ Ter hoogte van het kraanwerk geplaatst
- ▶ Maakt het mogelijk het risico van brandwonden te vermijden
 - Onderbreekt de uitstroom onmiddellijk bij een watertemperatuur $> 48\text{ °C}$



Bron: Watts



Bron: Watts

Enkele regels van goede praktijk

- ▶ De tappunten bijeenbrengen
- ▶ Geen weinig gebruikte tappunten aan de uiteinden van lange leidingen plaatsen
- ▶ Koud water rechts (blauw) - warm water links (rood)
- ▶ Te bereiken minimumdruk en -debiet
 - Voorschrift van de fabrikanten
 - DIN 1988-300 (2012)

Type tappunt	Pmin [bar]	Debiet [l/s]
Douche	0,10	0,15
Badkuip	0,10	0,15
Keukenspoelbak	0,10	0,07
Wastafel	0,10	0,07
Bidet	0,10	0,07
Huishoudelijke wasmachine	0,05	0,15
Huishoudelijke vaatwasser	0,05	0,07
WC en urinoirs	0,05	0,13
Kraan met debietregelaar	0,10	0,15
Kraan zonder debietregelaar	0,50	0,30



Druk

- ▶ De druk in de installatie is afhankelijk van

- de hoogte van het tappunt
- de drukverliezen van het net
- de druk van het distributienet

⇒ **De druk van het distributienet varieert volgens tijd en plaats**

- ▶ Bij ontoereikende druk,

⇒ **ontoereikend debiet >> gebrek aan comfort**

- ▶ Bij overmatige druk,

⇒ **te groot debiet >> water- en energieverspilling + voortijdige veroudering van de installaties**



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

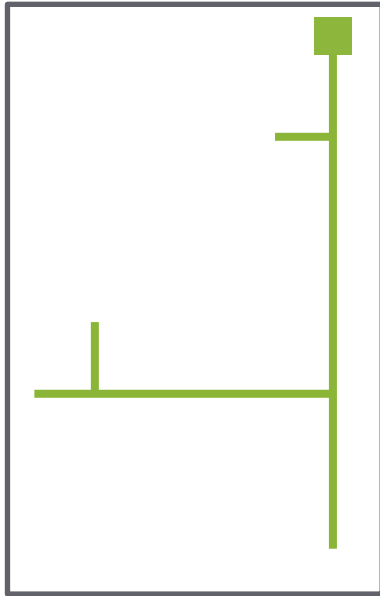
- ▶ **Distributienet**
- ▶ Energieverliezen bij distributie

PRODUCTIE EN OPSLAG



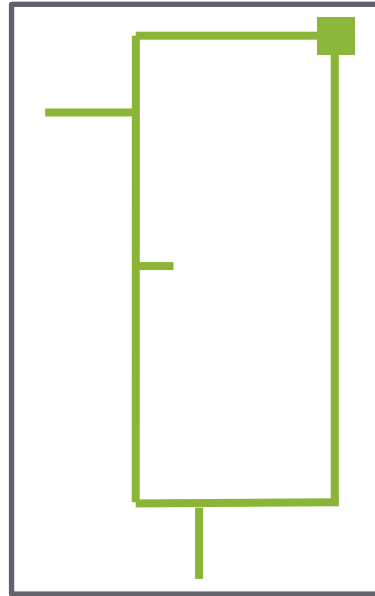
VERSCHILLENDE SOORTEN DISTRIBUTIENETTEN

VERTAKKINGEN



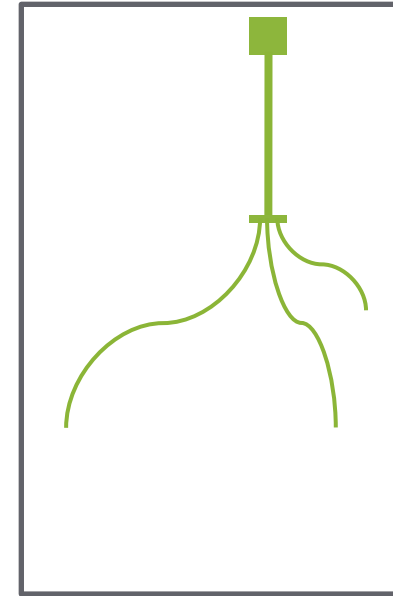
- + Beperkte leidinglengte
- Lange wachttijd
- Gezondheidsrisico
- Interferentie tussen verschillende tappunten

CIRCULATIELUS



- + Zeer korte wachttijd
- + Beperkte gezondheidsrisico's
- Aanzienlijk energieverbruik

COLLECTOREN



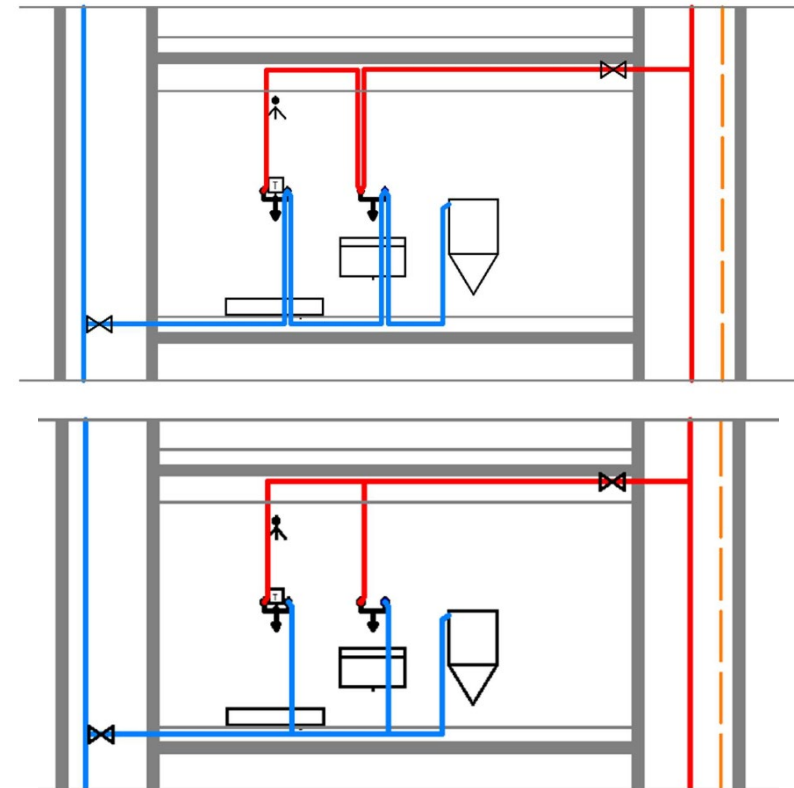
- + Uniforme drukverliezen
- + Kleinere diameter
- + Geen interferentie tussen tappunten
- Grotere leidinglengte

⚠ voor dode armen in het net!



Enkele regels van goede praktijk

- ▶ Alleen horizontaal / verticaal tracé
- ▶ Bij ingewerkte leidingen >> Koker vereist
⚠ Geen ingewerkte koppelingen
- ▶ Om vorstrisico te vermijden ...
 - bovengrondse tracés buiten, tracés in onverwarmde zones e.d. vermijden; anders
 - isolatie voorzien en leiding ledigen voor de winter / elektrische tracing voorzien,
- ▶ Rekening houden met de interacties met de koudwaterdistributie
 - De KW- en SWW-distributienetten van elkaar scheiden (min. 15 cm)
- ▶ Aan de coherentie tussen de aan- en afvoernetten denken ...



Bron: Buildwise:



Wanneer dient er een SWW-lus voorzien te worden?

- ▶ In het algemeen bij een lengte > 15 m of een volume > 3 l >> water op 60 °C handhaven
- ▶ Als het waterverlies aanzienlijk is t.o.v. het gegenereerde oververbruik:
 - Een verlies van 3 l water voor
 - de voeding van een badkuip van 140 l >> verlies van 2,1 %
 - de voeding van een keukenspoelbak van 5 l >> verlies van 60 %
- ▶ Bij hoge comforteisen (wachtijd)



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

- Distributienet
- **Energieverliezen bij distributie**

PRODUCTIE EN OPSLAG



Energieverliezen bij distributie

- ▶ Energieverliezen door aanwezigheid van een sanitaire lus
 - $T_{\text{water}} = 60\text{ °C} - T_{\text{omg}} = 20\text{ °C} - \text{DN } 25 - 24/24 \text{ u: } \sim 260 \text{ kWh/m/jaar}$
+ isolatie (34 mm, $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$): $\sim 50 \text{ kWh/m/jaar}$ (↓ 80 %)
 - $T_{\text{water}} = 60\text{ °C} - T_{\text{omg}} = 10\text{ °C} - \text{DN } 25 - 24/24 \text{ u: } \sim 340 \text{ kWh/m/jaar}$
+ isolatie (34 mm, $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$): $\sim 70 \text{ kWh/m/jaar}$ (↓ 80 %)
- ▶ Energieverliezen verbonden aan afkoeling armen
 - $T_{\text{water}} = 60\text{ °C} - T_{\text{omg}} = 20\text{ °C} - \text{DN } 25 - \text{Nafname/jaar} = 3300: \sim 120 \text{ kWh/m/jaar}$
 - $T_{\text{water}} = 60\text{ °C} - T_{\text{omg}} = 10\text{ °C} - \text{DN } 25 - \text{Nafname/jaar} = 3300: \sim 150 \text{ kWh/m/jaar}$



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

DISTRIBUTIE

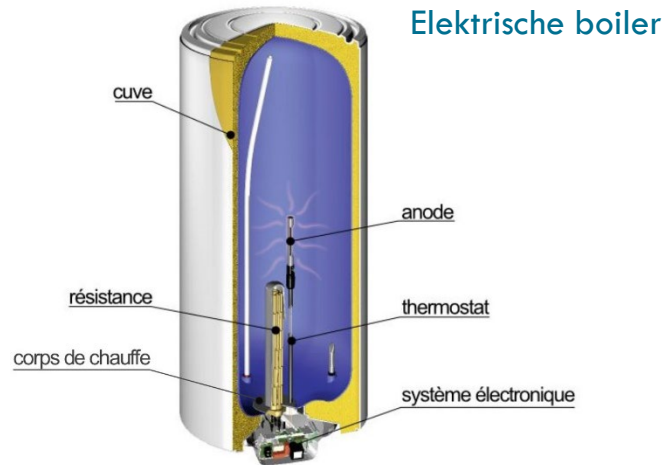
PRODUCTIE EN OPSLAG

► **Bereidingswijze**

- Onafhankelijke productie of gecombineerd met verwarming?
- Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?
- Zonne-installatie

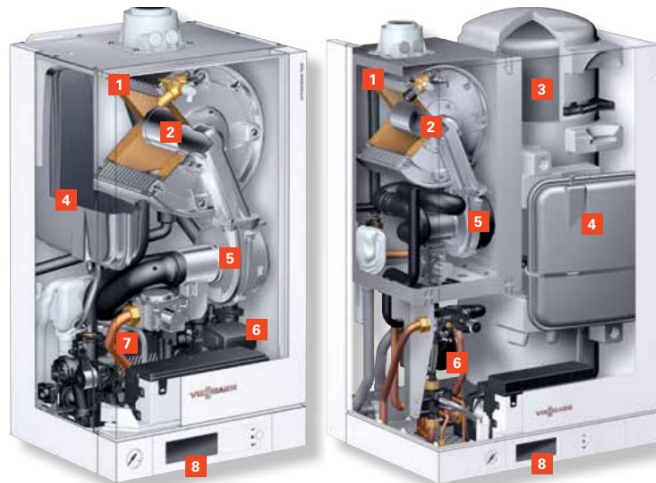


Productietoestellen



Plaatwarmtewisselaar

Bron: Energie +



Gasketel

Bron: Viessmann

- 1 Surface d'échange Inox-radial en acier inoxydable – pour une fiabilité élevée de fonctionnement et une longévité accrue, ainsi qu'une grande puissance thermique dans un espace réduit au minimum
- 2 Brûleur cylindrique modulant en acier inoxydable
- 3 Réservoir de stockage en acier inoxydable de 46 litres (Vitodens 111-W)
- 4 Vase d'expansion intégré
- 5 Ventilateur d'air de combustion à réglage de vitesse pour un fonctionnement silencieux et économe en énergie
- 6 Pompe à haut rendement
- 7 Echangeur de chaleur à plaques pour une production d'eau chaude sanitaire confortable (pour chaudière à double service)
- 8 Ecran tactile LCD rétroéclairé



Thermodynamische boiler

Bron: Viessmann

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

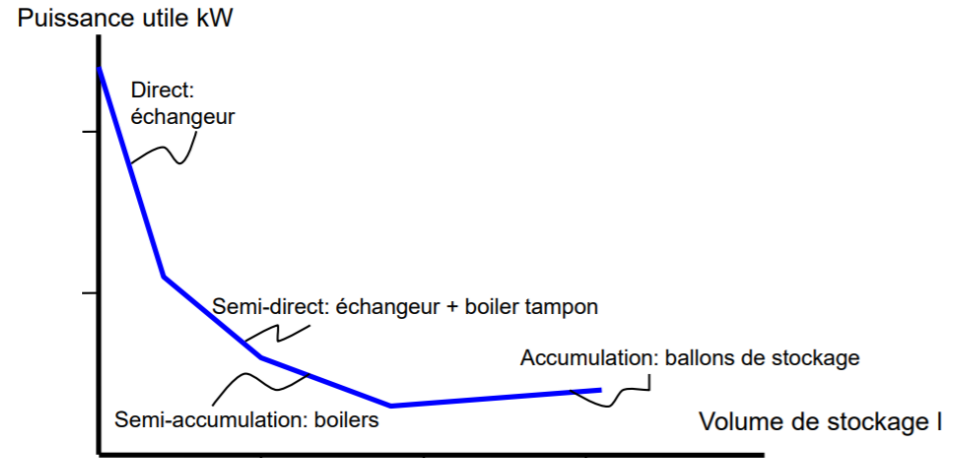
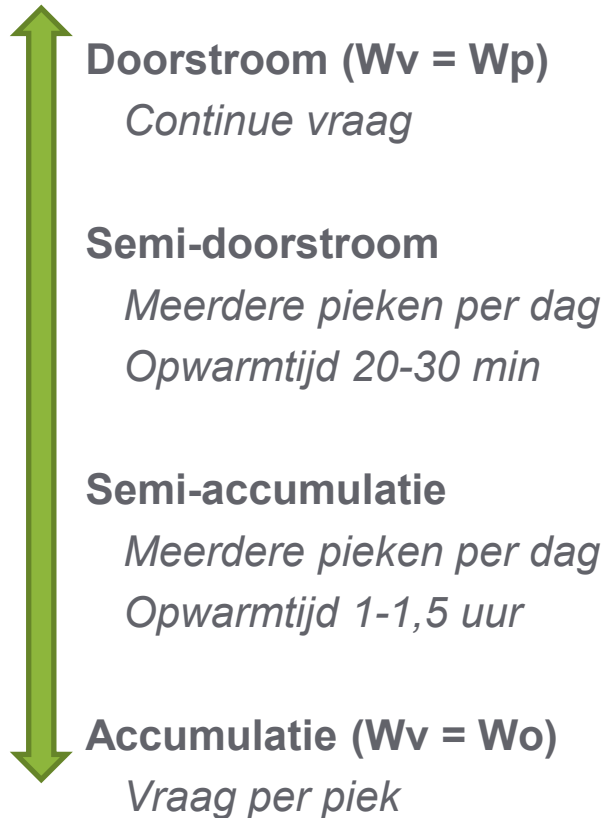


Elektrische doorstroomverwarmer

Bron: Junkers



*Verbruikt warm water (W_v) $\leq$ Opgeslagen warm water (W_o)
+ Geproduceerd warm water (W_p)*



Hoe de bereidingswijze kiezen

- ▶ Onmiddellijke productie
 - + Beperkte plaatsinname
 - + Geen verliezen door opslag
 - + Goede hygiënische prestaties
 - Hoog vermogen van de generator en de circulatiepompen
 - Schommeling van de watertemperatuur
 - Branderwerking in korte cyclus (lager rendement)
 - Risico van interferentie met de verwarming (bij gecombineerde productie)

⇒ **Vereist een hoog vermogen**

- ▶ Te voorzien 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 bereidingswijze kiezen?

- ▶ Bereiding door accumulatie
 - + Zeer korte reactietijd
 - + Stabiele watertemperatuur
 - + Beperkt vermogen van de toestellen
 - + Goede prestaties van het productietoestel
 - Verliezen door opslag
 - Neemt meer plaats in

⇒ **Vereist een 'kalme' periode om opgeslagen volume opnieuw te verwarmen**

- ▶ Te voorzien vermogen in kW (om het watervolume in x uur te verwarmen)

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



- ▶ Wat zou het vereiste vermogen zijn 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 van 10 °C heeft.

- ▶ Wat is het vereiste vermogen om een opslagvolume van 200 l opnieuw te verwarmen in 6 uur tijd? En in 8 uur tijd?



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

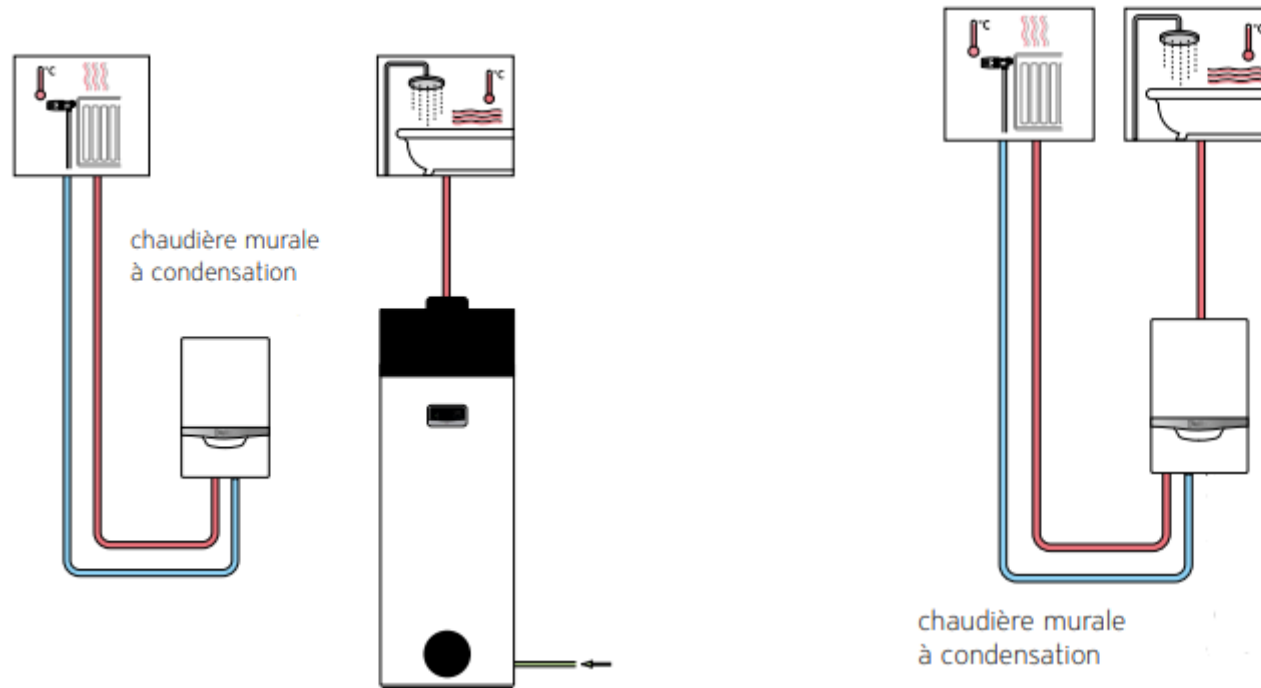
DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG

- ▶ Bereidingswijze
- ▶ **Onafhankelijke productie of gecombineerd met verwarming?**
- ▶ Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?
- ▶ Zonne-installatie



Onafhankelijke productie Productie gecombineerd met verwarming

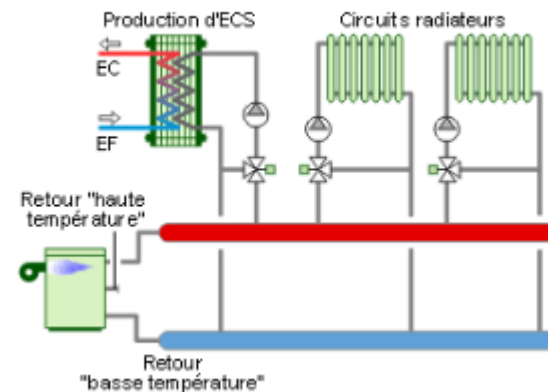
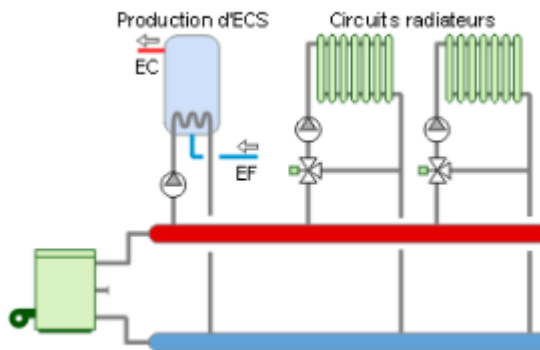


Bron: Vaillant



Productie gecombineerd met verwarming

- ▶ Gemeenschappelijke warmteproductie voor verwarming en sanitair warm water
- ▶ Het verwarmingswater in de kring verwarmt het sanitaire water



Bron: Energie +



Evolutie van de vereiste vermogens voor de warmteproductie

Oude woning



80-120 W/m² Afhankelijk van tapvolume
Min. 25 kW (doorstroom)



Combi-
toestel

Nieuwe of gerenoveerde woning



10-40
W/m²



Afhankelijk van tapvolume
Min. 25 kW (doorstroom)

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



Gecombineerde productie

- + Mogelijk lagere investerings- en onderhoudskosten
- Warmteproductiesysteem moet het hele jaar in werking blijven (verliezen bij stilstand)
- Bij onmiddellijke SWW-productie, risico van overdimensionering voor de SWW-productie
- Verschillende temperatuurregimes bij lage temperatuurverwarming
- Risico van interferentie tussen SWW en verwarming

Onafhankelijke productie

- + Mogelijkheid om verschillende energievectoren te gebruiken
- + Geoptimaliseerd ontwerp
- Mogelijk hogere investerings- en onderhoudskosten
- Potentieel grotere plaatsinname



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

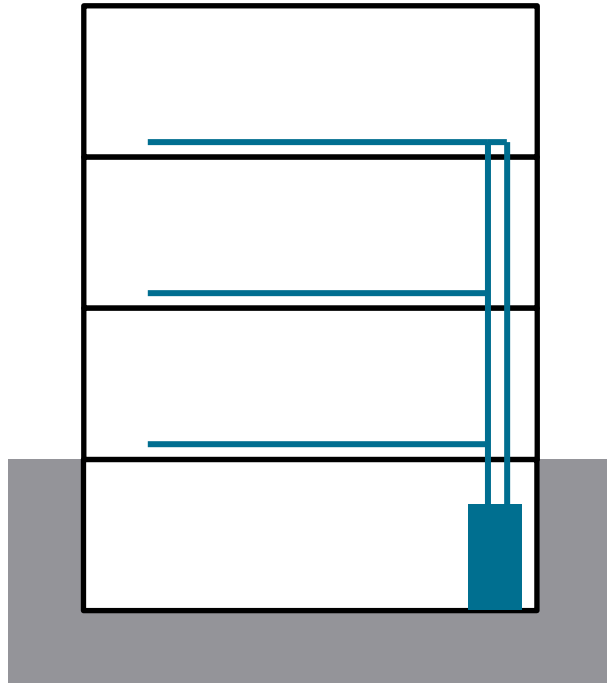
DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG

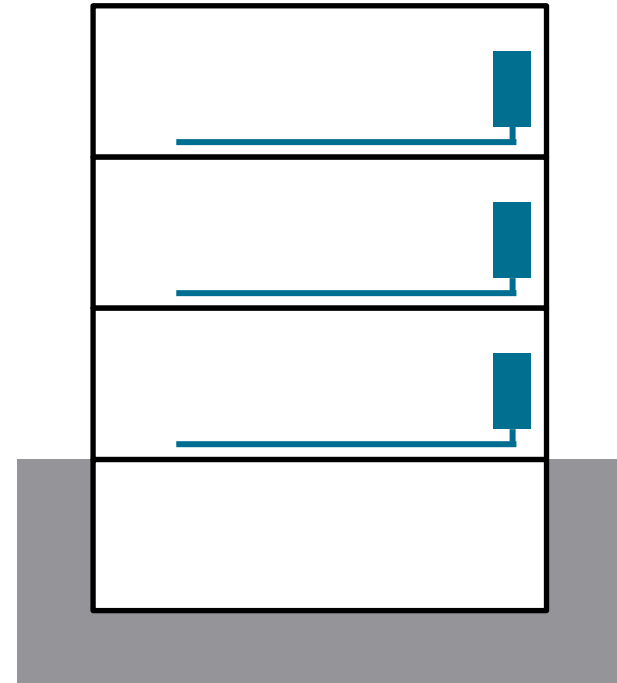
- ▶ Bereidingswijze
- ▶ Onafhankelijke productie of gecombineerd met verwarming?
- ▶ **Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?**
- ▶ Zonne-installatie



Gecentraliseerde installatie



Gedecentraliseerde installaties



GECENTRALISEERD OF GEDECENTRALISEERD?

Gecentraliseerde installatie

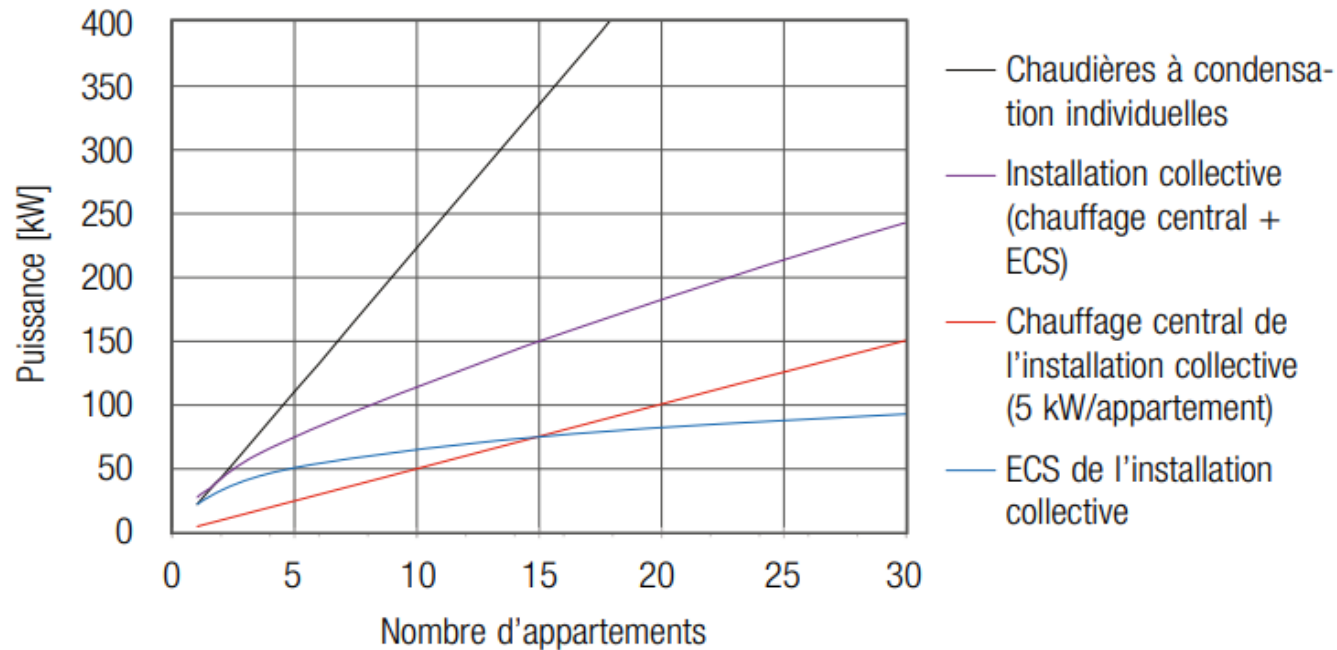
- + Lagere installatiekosten
- + Lagere onderhoudskosten
- + Neemt minder plaats in
- + Hoger productierendement
- + Minder vermogen en volume (gelijktijdigheid van behoeften)
- Lager distributierendement
- Moeilijkheid om het verbruik te verdelen volgens gebruikers

Gedecentraliseerde installaties

- + Hoger distributierendement
- + Gemakkelijke opsplitsing van gebruikskosten
- + Autonomie van de eindgebruikers
- Maximaal geïnstalleerd vermogen
- Installatie van meerdere toestellen (hogere installatie- en onderhoudskosten)



Collectieve voorzieningen



- 1 | Comparaison entre la puissance totale requise pour le chauffage et l'ECS dans un immeuble à appartements équipé soit de chaudières à condensation individuelles (courbe noire) soit d'une installation collective (courbe violette) en fonction du nombre d'appartements.

Bron: Buildwise:



BEHOEFTE EN EISEN

OVERZICHT VAN EEN SWW-INSTALLATIE

TAPPUNTEN

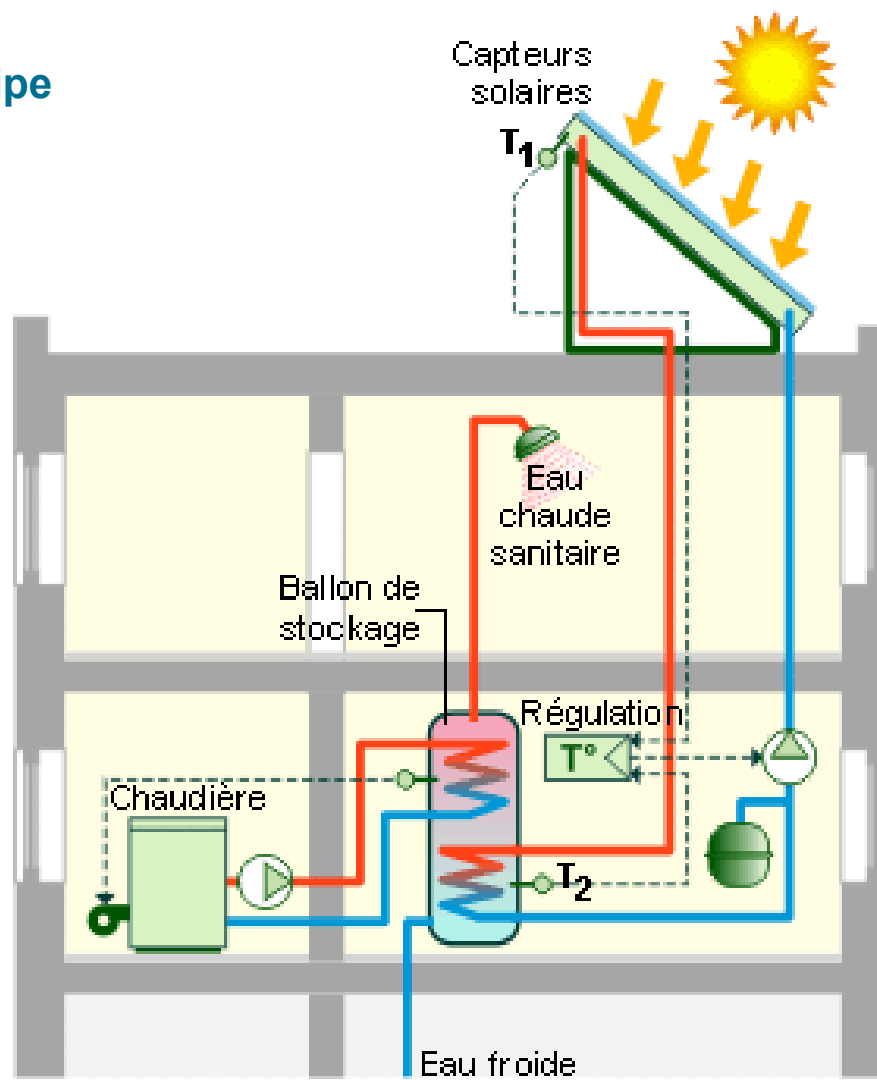
DISTRIBUTIE

PRODUCTIE EN OPSLAG

- ▶ Bereidingswijze
- ▶ Onafhankelijke productie of gecombineerd met verwarming?
- ▶ Gecentraliseerde of gedecentraliseerde productie?
- ▶ **Zonne-installatie**



Weringsprincipe



Bron: Energie +



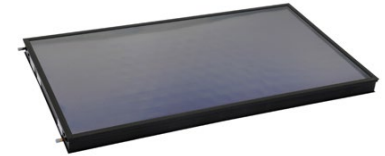
Componenten van een zonne-installatie

► Collectoren:

- verschillende types: opake of glazen vlakke collectoren, vacuümbuiscollectoren ...
- Het rendement van de collectoren hangt af van:
 - het type collector
 - de oriëntatie van de collectoren
 - hun hellingshoek
 - het werkingstemperatuurbereik

► Primaire kring:

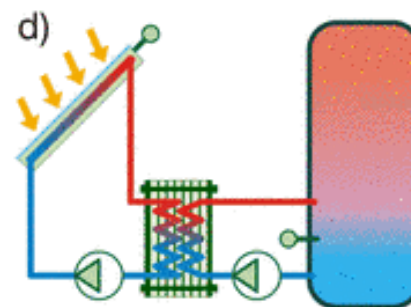
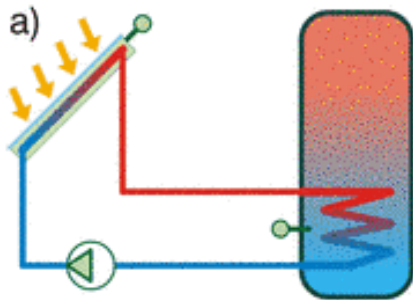
- Gesloten kring die de collectoren verbindt met het opslagvat
- Warmtedragende vloeistof: water + glycol
- Aanzienlijke temperatuurschommelingen



Componenten van een zonne-installatie

► Opslagvat

- Compenseert de discontinuïteit van de zonne-energie en het niet-samenvallen van de productie en de behoeften
- De energie wordt via het water opgeslagen in een verticale en geïsoleerde boiler
- Het water in het reservoir wordt opgewarmd middel van een warmtewisselaar



Bron: Energie +

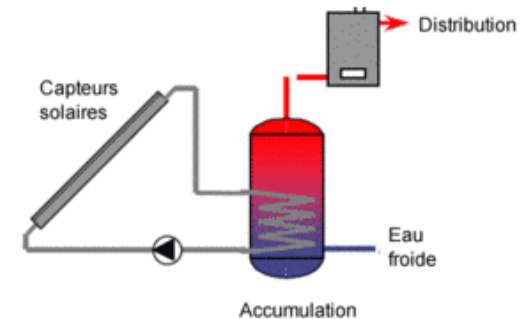
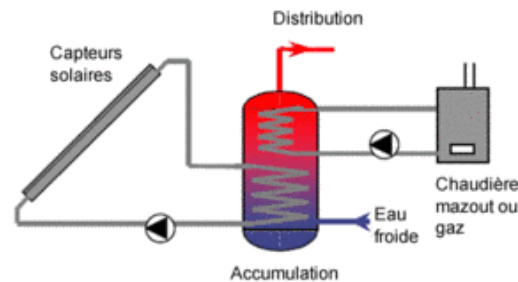
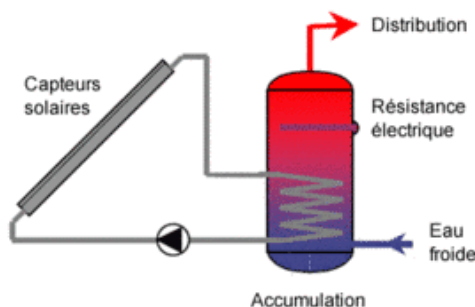
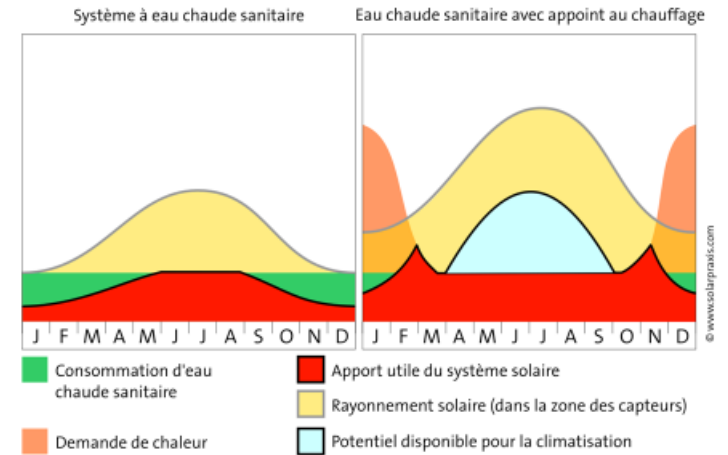
► Regeling

- Zorgt voor in- en uitschakeling van de installatie
- Steunt op de opslagtemperatuur en die van de collectoren



Componenten van een zonne-installatie

- Naverwarmingssysteem
 - Elektrische naverwarming
 - In de boiler geïntegreerd
 - In serie geschakeld

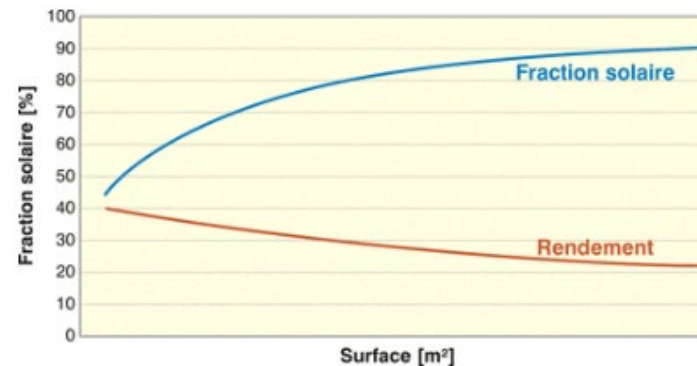
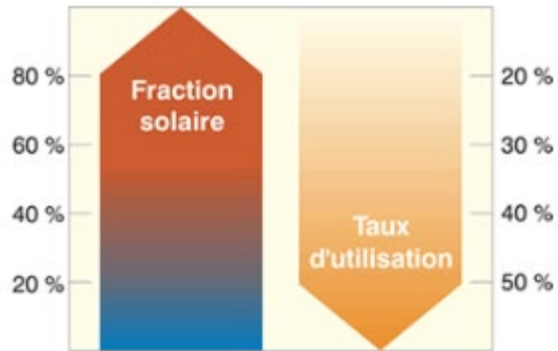


Bron: Energie +



Zonnefractie

- ▶ Dekt 30 tot 50 % van de behoeften.
- ▶ Niet-constante energiebron die aangevuld moet worden met een andere hulpbrandstof



Andere aandachtspunten

- ▶ Niet-constante verwarmingstemperatuur
 - ⇒ **risico van ontwikkeling van legionella (behandeling te voorzien)**
- ▶ Het opslagvolume is beperkt
 - ⇒ **Als de boiler vol is, is er geen opslag meer mogelijk!**





- ▶ De sanitaire warmwaterbehoeften variëren heel weinig in de loop van het jaar.
- ▶ De sanitaire warmwaterproductie moet aangepast worden aan het tapprofiel
- ▶ Het opslagvat en de distributieleidingen isoleren maakt energiebesparingen mogelijk
- ▶ Een thermische zonne-installatie laat niet toe om autonoom te zijn voor sanitair warm water





Gids duurzame gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- THEMA ENERGIE

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

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

Voorziening | [Legionella](#)

Voorziening | [Zonneboiler](#)

Voorziening | [Leidingen en hulpstukken isoleren](#)



Websites

- Energie +

<https://energieplus-lesite.be>

- Buildwise

<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/bouwgebreken/38/>

Twintig legionella-risicopunten in sanitaire installaties





Publicaties

- Buildwise, 1983, TV 145: *Aanbevelingen voor het gebruik van verzinkt stalen buizen voor de distributie van sanitair warm en koud water*
- Buildwise, 2012, TV 245: *Aanbevelingen voor het gebruik van koperen buizen voor de distributie van sanitair koud en warm water*
- Buildwise, 1998, TV 207: *Kunststofbuissystemen voor de distributie van warm en koud water onder druk in gebouwen*
- Buildwise, 2013, *Rapport 14: Ontwerp en dimensionering van centrale-verwarmingsinstallaties met warm water*
- Buildwise, 2008, nr. 4/2008 – Katern 8, *Thermische isolatie van leidingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*



Opleidingen en seminars

- Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen <https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>
Verwarming en sanitair warm water: Ontwerp
- Raadpleeg gratis alle documentatie!



Robin BAAR

Projectingenieur

écorce nv

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

