



Buildwise



WaterDim

Aannames gebruikt voor PV-curves

1 Doel van het document

Het doel van dit document is om **de aannames te presenteren die gemaakt zijn bij het opbouwen van de PV-curves**.

Deze curven werden geconstrueerd in het kader van het prenormatieve onderzoeksproject OptiDim (gesteund door de FOD Economie - Federaal) en uitgebreid in het kader van het project COOCK SWW2.0 (gesteund door Vlaio - Vlaanderen).

Sommige van deze aannames variëren afhankelijk van de hydraulische configuratie die wordt bekeken.

De verschillende bestudeerde configuraties staan in de tabel hieronder:

ID	Type
T10	Ogenblikkelijk productiesysteem met platenwarmtewisselaar
T21	Productiesysteem met interne wisselaar in een boiler
T22	Productiesysteem met interne warmtewisselaar in een buffer
T23	Productiesysteem met interne warmtewisselaar in 2 boilers in serie
T24	Productiesysteem met interne warmtewisselaar in 2 parallelle boilers
T31	Productiesysteem met externe wisselaar en boiler
T32	Productiesysteem met externe warmtewisselaar en buffer
T33	Productiesysteem met externe warmtewisselaar en 2 boilers in serie
T34	Productiesysteem met externe warmtewisselaar en 2 parallelle boilers
T40	Zuiver accumulatiesysteem met interne warmtewisselaar

2 Berekeningsmethode

2.1 Software

Om de PV-curves te definiëren, werd de thermische belasting bepaald met **dynamische simulatiesoftware** (TRNSYS).

2.2 Tijdstap

De tijdstap die in de simulaties wordt gebruikt is **één minuut**. De tijdstap is de duur waarvoor elke parameter en fysische grootte van de installatie opnieuw wordt geëvalueerd door de simulatiesoftware.

Deze duur van een minuut laat toe om:

- af te stemmen op de tijdstap die wordt aanbevolen in NBN EN 12831-3 "Energieprestatie van gebouwen - Methode voor de berekening van de thermische ontwerpbelasting - Deel 3: Thermische belasting van huishoudelijke warmwatersystemen en karakterisering van eisen";
- kort genoeg te zijn om rekening te houden met kortstondige pieken in de vraag en een eventueel gebrek aan reactievermogen van de productiesystemen.

2.3 Simulatieduur

De simulatie wordt uitgevoerd op een **typische dag**. Het is niet nodig om de installatie over meerdere dagen te simuleren, aangezien het typisch tapprofiel een tijdschaal van één dag heeft.

2.4 Vraag voor sanitair warm water

De vraagprofielen voor sanitair warm water zijn gedefinieerd in het onderzoeksproject OptiDim.

Deze profielen zijn opgesteld op basis van **meetcampagnes die** het onderzoeksteam **sinds 2011 uitvoert** in collectieve woningen in België.

3 Vereisten

Elke PV-curve in de software voldoet aan de 4 vereisten in de onderstaande tabel.

Deze vereisten zijn vastgesteld om een installatie te ontwerpen die voldoet aan een drievoudige doelstelling:

1. een **comfortabele** installatie: zorgen voor voldoende warm water op de juiste temperatuur en met een redelijke wachttijd;
2. een **gezonde** installatie: zorg voor regelmatige waterverversing en controleer de ontwikkeling van legionella ;
3. Een **energie-efficiënte** installatie: een installatie ontwerpen die ervoor zorgt dat de warmteopwekker op piekrendement werkt en korte aan-uitcycli vermijdt.

Maat	Voorwaarden waaraan moet worden voldaan
Vertrektemperatuur productie lager dan 60°C	De temperatuur van het water dat de productie-eenheid verlaat, mag op een normale dag niet langer dan 10 minuten onder 60°C zakken.
Vertrektemperatuur productie lager dan 45°C	De temperatuur van het water dat de productie-eenheid verlaat, mag nooit lager zijn dan 45°C.
Bedrijfstijd warmteopwekker	De warmteopwekker moet overdag minstens één keer worden uitgeschakeld .
Aantal starts van de warmteopwekker	De warmteopwekker kan maximaal 96 keer per dag worden ingeschakeld, wat neerkomt op verwarmingsperiodes van minstens 15 minuten.

4 Koud water

De koudwatertemperatuur bij de inlaat van het systeem voor de productie van sanitair warm water is **10°C**.

Wanneer dit koude water rechtstreeks in warmwatertanks stroomt, wordt aangenomen dat er een deflector aanwezig is om **de stroomsnelheid** in de tank te **verlagen**.

5 SWW circulatiesysteem

5.1 Aanwezigheid van een circulatiesysteem

Een SWW circulatiesysteem wordt altijd geacht aanwezig te zijn in het gebouw. In feite is het voor gebouwen met meer dan 5 appartementen zeer zeldzaam om zonder dit systeem te kunnen voldoen aan de vereisten in het hoofdstuk "Vereisten".

5.2 Circulatiedebiet

Deze parameter moet worden bepaald door de gebruiker van het programma, omdat hij een **grote invloed heeft op de resultaten**.

Meer informatie over het berekenen van het debiet van de circulatieleiding is te vinden in de informatie bij de hydraulische schema's (**zie resultaten**).

5.3 In evenwicht brengen van en retourtemperatuur

Er wordt aangenomen dat het circulatiesysteem correct is uitgebalanceerd en dat de retourtemperatuur van de lus **55°C** is.

6 Warmteopwekker

6.1 Type opwekker en temperatuur primaire belasting

Er is niet specifiek gekeken naar het type generator. Er is simpelweg aangenomen dat een warmtebron in staat is om een bepaalde hoeveelheid warm water te leveren bij een bepaalde temperatuur en op het gewenste tijdstip.

In sommige configuraties wordt deze temperatuur in het formulier gevraagd, omdat dit de resultaten aanzienlijk kan beïnvloeden.

6.2 Reactiviteit van productie

Reactiviteit wordt gedefinieerd als de tijd tussen de vraag en de capaciteit van de warmteopwekker om het waterdebiet van de primaire belasting op de gewenste temperatuur en debiet te leveren.

In principe wordt een reactiviteit van 2 minuten beschouwd in elke configuratie.

Opmerking: in de onderzoeksprojecten werden andere looptijden onderzocht (4 of 6 minuten):

- In installaties met interne warmtewisselaars hebben deze tijden relatief weinig invloed op de resultaten van de PV-curves.
- In installaties met een externe warmtewisselaar kunnen langere perioden daarentegen een invloed hebben op de PV-curves.

7 Opslagtank

7.1 Minimale en maximale volumes

De PV-curves zijn begrensd tussen een minimum- en maximumvolume:

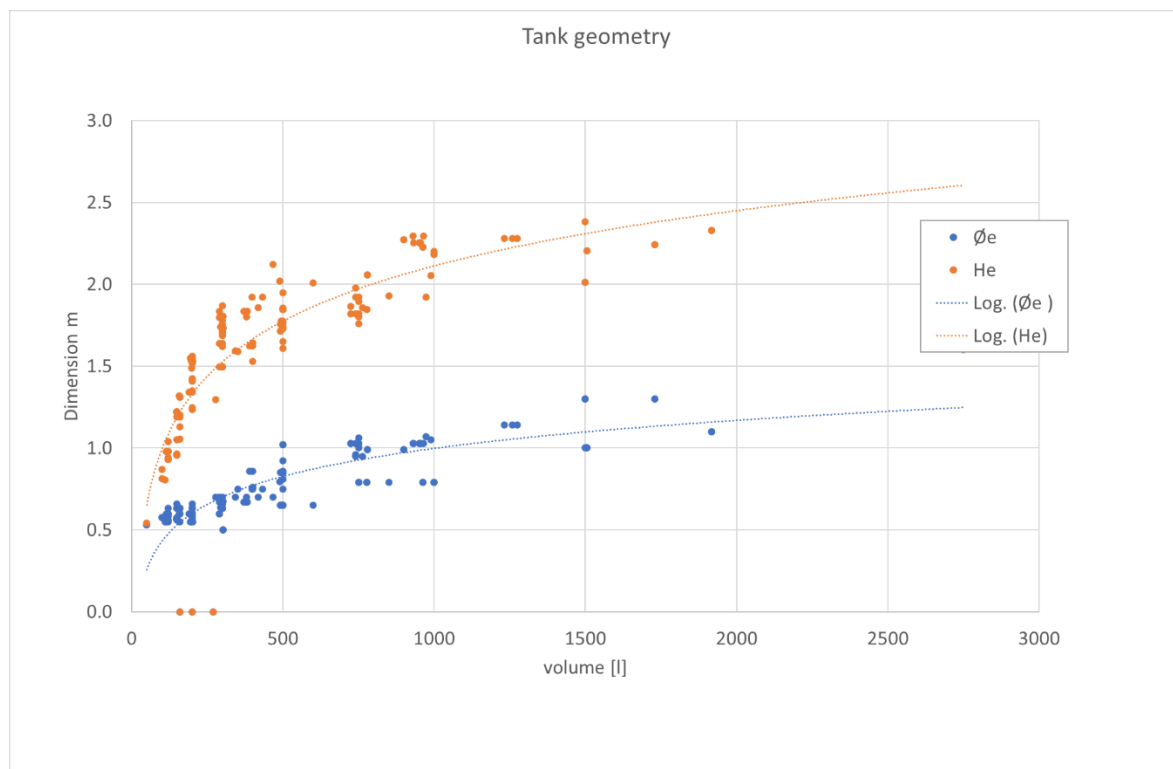
- aan de ene kant is er een volume waaronder het systeem niet meer kan voldoen aan de vereisten in het hoofdstuk "Vereisten" (onder andere omdat de laadpompen en de warmteopwekker niet onmiddellijk kunnen reageren op de vraag);
- Aan de andere kant heeft het geen zin om te grote opslagvolumes te kiezen. Dit zou onnodig hoge kosten en ruimtevereisten met zich meebrengen. Er bestaat ook een risico op verslechtering van de waterkwaliteit als het opgeslagen water niet voldoende wordt ververs.

7.2 Geometrie van de opslagtanks

Er zijn tal van opslagtanks verkrijgbaar op de Belgische markt.

Daarom is er een formule opgesteld om de 'gemiddelde' geometrie van de tank (hoogte en diameter) te bepalen in functie van het volume water dat de tank bevat. Deze formule is gebaseerd op een analyse van meer dan 450 opslagtanks die beschikbaar zijn op de Belgische markt.

Uit deze analyse bleek dat de relatie tussen tankhoogte, -diameter en -volume relatief convergent was, ongeacht het merk opslagtank.



7.3 Warmteverlies van opslagtank naar technische ruimte

Als temperatuur van de ruimte waar het systeem voor de productie van SWW staat, werd **20°C** gekozen.

Er is een formule gedefinieerd om het verband te leggen tussen het "gemiddelde" warmteverlies van de opslagtank en het volume water dat hij bevat. Deze formule is gebaseerd op een analyse van meer dan 450 opslagtanks die beschikbaar zijn op de Belgische markt.

Net als bij de geometrie van de opslagtank is de relatie tussen warmteverlies en volume relatief identiek, ongeacht het merk van opslagtank.

Opmerking: grotere of kleinere isolatiediktes werden ook onderzocht in de onderzoeksprojecten. Deze hebben weinig invloed op de PV-curves, maar wel op het energieverbruik van het systeem.

8 Aannames specifiek voor systemen met opslagtank(s) met interne warmtewisselaar

8.1 Type warmtewisselaar

De interne warmtewisselaar is **spiraalvormig**.

8.2 Regeling van het laden

8.2.1 Aantal temperatuursensoren.

In de basisversie omvat de regeling van het opladen **een enkele sensor die halverwege** de opslagtank is **geplaatst**.

Opmerking: regelmodi met 2 temperatuursensoren zijn ook onderzocht in onderzoeksprojecten. Het installeren van 2 sensoren in plaats van één veroorzaakt geen grote verandering in de PV-curve.

8.2.2 Hysteresis

Om korte cycli bij het laden van de opslagtank te vermijden, wordt een aan-uitregeling aangenomen, met een **basishysteresis van 3K** boven de ingestelde temperatuur. Met andere woorden :

- het laden wordt ingeschakeld wanneer de temperatuursensor een waarde meet die lager is dan de ingestelde temperatuur;
- het laden wordt gestopt wanneer de temperatuursensor een waarde meet die 3K hoger is dan de ingestelde temperatuur.

Opmerking: waarden van 2 en 5K werden ook onderzocht in de onderzoeksprojecten; deze brachten geen grote veranderingen in de PV-curven met zich mee.

8.2.3 Opslagtemperatuur voor een buffer

Deze parameter moet worden bepaald door de gebruiker van het programma, omdat hij een **grote invloed heeft op de resultaten**.

Er werden twee streeftemperaturen bekeken:

- 65 °C
- 70 °C

8.2.4 Werking van de oplaadpomp

De laadpomp werkt **alleen als er vraag is naar lading**.

8.3 Positie van de retour van de circulatieleiding in de boiler

Behalve voor installaties waar technisch water opgeslagen wordt (buffers), moet deze parameter worden bepaald door de gebruiker van het programma, aangezien deze een **aanzienlijke invloed heeft op de resultaten**.

Twee aansluitingen van de retour werden bekeken:

- aan de onderkant van de boiler
- halverwege de boiler

Voor installaties met buffers, wordt de aansluiting aan de bodem van de opslagtank verondersteld.

8.4 Hoogte warmtewisselaar

De hoogte van de warmtewisselaar wordt uitgedrukt in verhouding tot de inwendige hoogte van de tank.

Behalve voor installaties waar het opgeslagen water van een technisch type is, moet deze parameter worden bepaald door de gebruiker van het programma, aangezien deze een **aanzienlijke invloed heeft op de resultaten**.

Twee hoogtes werden overwogen:

- één die overeenkomt met 50% van de hoogte van de ballon
- één die overeenkomt met 70% van de hoogte van de ballon

Bij installaties waar het opgeslagen water van het technische type is, strekt de warmtewisselaar zich uit over de volledige hoogte van de tank.

8.5 Positie inlaat aan primaire zijde de buffer

De inlaat is aan de bovenzijde van de buffer verondersteld, zodat deze volledig is opgeladen en de temperatuur aan de bovenkant zo hoog mogelijk is.

9 Aannames specifiek voor systemen met externe warmtewisselaar(s)

9.1 Type warmtewisselaar

De externe warmtewisselaar is van het **plaattype**.

9.2 Belastingregeling

9.2.1 Aantal temperatuursensoren.

De basislastregeling wordt geregeld door 2 **sensoren**.

Dankzij deze 2 sensoren is het mogelijk om **aan-uitcycli te verminderen** door de warmteopslag in de opslagtank te maximaliseren en het opladen pas te stoppen wanneer de tank zijn volledige temperatuur heeft bereikt. Dit komt omdat :

- de bovenste sensor (meestal de "ON sensor" genoemd) schakelt de belasting in zodra de watertemperatuur onder een eerste ingestelde temperatuur is gezakt. Deze sensor bevindt zich **halverwege de tank**.
- de onderste sensor (over het algemeen de "triggersensor" of "OFF-sensor" genoemd) stopt met laden zodra deze heeft gemeten dat de temperatuur op de **bodem van de opslagtank** een 2e ingestelde temperatuur heeft bereikt (wat met andere woorden betekent dat de opslagtank zijn volledige lading heeft bereikt).

Opmerking: een regelsysteem met één temperatuursensor is ook onderzocht. Dit type regeling brengt over het algemeen geen grote veranderingen in de vermogensvereisten met zich mee. Anderzijds kan het aantal opstarten veel groter worden (wat nadelig is voor de energie-efficiëntie en de levensduur van de warmteopwekker).

9.2.2 Verschil tussen insteltemperaturen

Het temperatuurverschil tussen de activerings- en de-activeringsdrempels moet worden bepaald om een correcte oplading van de opslagtank te garanderen en om te veel starts te vermijden.

Het veronderstelde temperatuurverschil is **2K**.

9.2.3 Primaire watertemperatuur

Behalve voor installaties met buffers, moet deze parameter worden bepaald door de gebruiker van het programma, aangezien deze een **aanzienlijke invloed heeft op de resultaten**.

Er werden 3 temperaturen bekeken:

- 63 °C
- 68 °C
- 73°C

Voor installaties met buffers, wordt het volgende verondersteld :

- een primaire watertemperatuur van 70°C
- een inlaatteratuur van de primaire warmtewisselaar van 65 K
- een temperatuurdaling van 25K aan de primaire zijde van de warmtewisselaar

9.2.4 Werking van laadpompen

De laadpompen werken **alleen als er laadvraag is**.

9.3 Positie van de retour van de circulatieleiding in de boiler

Behalve voor installaties met buffers, moet deze parameter worden bepaald door de gebruiker van het programma, aangezien deze een **aanzienlijke invloed heeft op de resultaten**.

Twee aansluitingen van de retour van het circulatiesysteem werden bekeken:

- één aan de onderkant van de boiler
- één halverwege de boiler

9.4 Positie van de inlaat primaire zijden voor de buffer

De inlaat is aan het bovenste derde deel van de buffer verondersteld. Een inlaat lager dan de bovenkant van de buffer stabiliseert de aanvoertemperatuur naar het circulatiesysteem (anders zou deze temperatuur worden beïnvloed door een gebrek aan reactiviteit bij de opwekking en overdracht van warmte via de externe wisselaar).

Opmerking: een inlaat aan de bovenkant van de buffer is ook overwogen. Hoewel de starttemperatuur van de circulatieleiding onstabiel is, kan deze aanpak interessant zijn voor kleine opslagtanks om het benodigde vermogen te verlagen.