

13 Bepaling energieverbruik warm tapwater

13.1 Energiegebruik per systeem

13.1.1 Principe

13.1.1.1 Inleiding

In een woning, woongebouw of utiliteitsgebouw kan het warme tapwater door een of meer warmtapwatersystemen worden verzorgd.

Een warmtapwatersysteem bestaat uit de samenhangende onderdelen warmteafgifte, -distributie, -opslag en -opwekking.

Een warmtapwatersysteem valt niet altijd samen met een rekenzone: één systeem kan meer rekenzones omvatten en één rekenzone kan meer systemen bevatten.

Het energieverbruik per warmtapwatersysteem wordt per energiedrager berekend. In afwijking hiervan mag voor utiliteitsgebouwen de berekening per rekenzone worden beperkt tot het type tapwatersysteem waarop de meeste tappunten zijn aangesloten.

Het energieverbruik voor warm tapwater wordt per warmtapwatersysteem door de volgende elementen bepaald:

a) Nettowarmtebehoefte warm tapwater

Dit is de warmtebehoefte aan de tappunten bij een per tapping gegeven minimale nuttige taptemperatuur.

b) Afgifterendement warm tapwater

Dit rendement wordt bepaald door de distributieverliezen van uittapleidingen, waaronder:

- het warmteverlies aan het tappunt, zolang de watertemperatuur lager is dan de nuttige taptemperatuur;
- de warmteverliezen t.g.v. opwarming en afkoeling van alle uittapleidingen.

c) Bijdrage van douchewaterwarmteterugwinning (DWTW)

De bijdrage wordt bepaald door de eventuele warmteterugwinunit en de wijze van aansluiten hiervan.

d) Distributieverliezen warm tapwater

Dit verlies wordt bepaald door de distributieverliezen, waaronder:

- de warmteverliezen t.g.v. circulatieleidingen ten behoeve van warm tapwater in het gebouw;
- circulatieleidingen warmtedistributie binnen de perceelgrens (voor zover het verlies hiervan niet is meegenomen bij het verwarmingssysteem);
- individuele afleversets voor warmtedistributie.

e) Opslagverliezen warm tapwater

Dit verlies wordt bepaald door de verliezen van een eventueel voorraadvat. In sommige situaties maakt het voorraadvat deel uit van het opweksysteem en wordt daar dan in meegenomen.

f) Bijdrage van een zonne-energiesysteem

De bijdrage wordt bepaald door de zonnecollector, het voorraadvat en de verliezen van het leidingwerk.

g) Opwekkingsrendement en opwekverliezen warm tapwater

Dit rendement wordt bepaald door de verliezen van warmteopwekking en eventuele warmteopslag en kan bestaan uit:

- warmteopwekking, eventuele warmtewisseling, eventuele warmteopslag en verbindende waterleidingen;
- warmteopwekking en circulatieleidingen van de warmtedistributie buiten de perceelgrens en, bij centrale warmtapwaterbereiding, de centrale warmtewisseling en -opslag op basis van warmtedistributie.

h) Elektrische-hulpenergiegebruik

Het gebruik van elektrische hulpenergie kan bestaan uit hulpenergiegebruik voor:

- circulatiepompen;
- voorraadvaten;
- zonne-energiesystemen;
- warmteopwekking (gebruik voor elektronica, pomp, ventilator enz.).

i) Terugwinbare systeemverliezen

De terugwinbare systeemverliezen kunnen bestaan uit verliezen die ontstaan bij:

- het distributiesysteem inclusief uittapleidingen;
- eventuele voorraadvaten of zonne-energiesysteem;
- het opweksysteem;
- het hulpenergiegebruik van bovengenoemde onderdelen.

OPMERKING Deze aanpak is conform 6.4 van NEN-EN 15316-1:2017, waarbij in deze NTA de energieprestatie van een deel van de verschillende functies en componenten wordt gekarakteriseerd met een thermisch rendement in plaats van met een verliespost. Daarnaast is warmteterugwinning uit douchewater (DWTW) toegevoegd als techniek.

Indien de energieprestatie wordt bepaald van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectief gebouwssysteem voor de functie warm tapwater dat wordt gebruikt in meerdere gedeelten van het gebouw als geheel, dan worden de energieverliezen en de (hulp)energiegebruiken berekend op basis van de gebruiksoppervlakte die door het tapwatersysteem wordt bediend in het gedeelte van het gebouw waarvoor de energieprestatie wordt opgesteld.

13.1.1.2 Opwekking

Het distributiedeel kan door meerdere opwekkers worden gevoed. Elke opwekker wordt door één soort energiedrager gevoed.

De bijdrage van een eventueel zonne-energiesysteem wordt afgetrokken van het energiegebruik voor de warmtedistributie.

De bijdrage van een eventueel DWTW-systeem wordt afgetrokken van de benodigde warmte voor het afgiftesysteem voor warm tapwater.

Om de conversie te kunnen maken naar primaire energie worden de uitkomsten per energiedrager (gas, olie, elektriciteit enz.) verzameld.

13.1.1.3 Energiegebruik per service

Wanneer een opwekker of een opweksysteem wordt gebruikt voor meerdere services zoals verwarming en warm tapwater, kan er sprake zijn van zowel een alternerende als parallelle bedrijfswijze voor de verschillende services.

Een alternerende bedrijfswijze wordt bijvoorbeeld toegepast bij een individueel combitoestel dat zowel warmte levert voor warm tapwater als voor ruimteverwarming. Het toestel kan slechts aan één service leveren, waardoor beide services afhankelijk van het type regeling altemnerend worden uitgevoerd.

Wanneer er meerdere opwekkers worden ingezet voor het opwekken van warm tapwater, is er geen sprake van een parallelle bedrijfswijze van de services maar van een parallelle bedrijfswijze van de toestellen. Elk toestel levert een aandeel in de benodigde warmtebehoefte aan het opweksysteem.

In beide gevallen kan de output van de toestellen direct gerelateerd worden aan (de service) warm tapwater en is er geen sprake van een parallelle bedrijfswijze van services.

Een parallelle bedrijfswijze van de services verwarming en warm tapwater is alleen van toepassing bij (collectieve) verwarmingssystemen die tegelijkertijd worden ingezet voor verwarming en warm tapwater. Specifieke rekenregels voor deze bepaling van het energiegebruik voor warm tapwater en voor verwarming zijn gegeven in 13.8.4.9.3.

13.1.1.4 Hulpenergie

De bijbehorende (elektrische) hulpenergie van het gehele systeem exclusief opwekkers, voorraadvaten en zonneboilers wordt berekend voor het distributiedeel ($index_{ngen}$), eventuele opslag in voorraadvaten ($index_{sto}$), eventuele zonne-energiesystemen ($index_{sol}$) en voor de betrokken warmteopweksystemen ($index_{gen}$).

Naast het energiegebruik door de opwekkers wordt de bijbehorende (elektrische) hulpenergie berekend van een warmtapwatersysteem. Dit hulpenergiegebruik wordt apart bepaald voor de volgende onderdelen:

- a) distributiedeel (circulatiepompen, $ngen$);
- b) eventuele opslag in voorraadvaten (sto);
- c) eventuele zonne-energiesystemen (sol);
- d) warmteopwekking (gen).

Het hulpenergiegebruik voor verwarmingslint, sensoren en regelapparatuur, waaronder gebouwbeheersystemen, wordt buiten beschouwing gelaten, behoudens de hieronder expliciet uitgewerkte onderdelen.

OPMERKING Het hulpenergiegebruik voor sensoren en regelapparatuur wordt via ecodesign beperkt.

13.1.1.5 Terugwinbare systeemverliezen

Van alle in dit hoofdstuk berekende systeemverliezen wordt aangegeven in welke mate deze terugwinbaar zijn.

De warmteverliezen, waarmee al rekening wordt gehouden in de gerelateerde subsystemen (zoals terugwinbare verbrandingsverliezen bij de voorverwarming van verbrandingslucht), worden hier niet beschouwd.

Thermische systeemverliezen zijn niet terugwinbaar voor ruimteverwarming als deze niet in een verwarmde ruimte plaatsvinden of als deze buiten het verwarmingsseizoen plaatsvinden.

In deze NTA worden de terugwinbare systeemverliezen voor alle services en subsystemen, $Q_{X,ls;rb}$ ($X=H, W, C$ enz.), opgeteld per rekenzone.

Eerst worden alle terugwinbare systeemverliezen die optreden in rekenzones die bekend zijn, bij elkaar opgeteld. Vervolgens worden alle terugwinbare systeemverliezen waarvan niet bekend is in welke rekenzone ze optreden, toegerekend naar een specifieke rekenzone naar rato van de gebruiksoppervlakte.

13.1.2 Rekenregels

13.1.2.1 Energiegebruik per energiedrager

Bepaal per maand de benodigde energie-input voor de opwekking van warm tapwater in een gebouw als volgt:

- bepaal per energiedrager ci de som voor alle betrokken warmtapwatersystemen si ;
- bepaal per warmtapwatersysteem si de som voor alle opwekkers gi .

$$E_{W;ci,mi} = \sum_{si} \sum_{gi} E_{W;si,gi,ci,mi} \quad (13.1)$$

waarin:

$E_{W;ci,mi}$ is de hoeveelheid gebruikte energie van energiedrager ci ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$E_{W;si,gi,ci,mi}$ is de hoeveelheid gebruikte energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in systeem si en van dit systeem de opwekker gi die energie van energiedrager ci betreft, bepaald volgens formule (13.3), in kWh.

OPMERKING 1 Deze bepalingswijze is conform 6.7.3 van NEN-EN 15316-1:2017.

OPMERKING 2 In dit hoofdstuk worden vrijwel alle berekeningen per maand uitgevoerd. In veel gevallen zullen de getalswaarden afkomstig zijn van gegevens op jaarbasis, omdat gegevens op maandbasis een schijnnaauwkeurigheid op zouden leveren. In die gevallen geldt voor elke maand dezelfde getalswaarde. De reden om de berekening desondanks op maandbasis uit te voeren is om in voorkomende gevallen ook uitkomsten te kunnen genereren voor een van 12 maanden afwijkende rekenperiode. Bijvoorbeeld ter vergelijking met meterstanden.

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectief gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater dat wordt gebruikt in meerdere gedeelten van het gebouw als geheel, geldt:

$$f_{\text{gebouw};si;W} = \frac{A_{g;si;W}}{A_{g;\text{gebouw};W}} \quad (13.1a)$$

In alle andere gevallen geldt:

$$f_{\text{gebouw};si;W} = 1$$

waarin:

$f_{\text{gebouw};si;W}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater;

$A_{g;si;W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens formules (13.19b) of (13.20a), in m²;

$A_{g;\text{gebouw};W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, bepaald volgens 6.6.7, in m².

OPMERKING 3 In een gebouw kunnen meerdere collectieve systemen si voorkomen waarvoor separaat $A_{g;\text{gebouw};W}$ bepaald moet worden.

13.1.2.2 Hulpenergie

Het totale hulpenergiegebruik voor warm tapwater in een gebouw per maand wordt als volgt bepaald:

- bepaal per maand mi de som voor alle betrokken warmtapwatersystemen si (exclusief de hulpenergie ten behoeve van de warmteopwekking; index $ngen$);
- bepaal per warmtapwatersysteem si de som voor alle betrokken voorraadvaten sto , opwekkers gi (index gen) en zonneboilers sol .

$$W_{W;aux;mi} = \sum_{si} (W_{W;aux;ngen;si,mi} + \sum_{sto} W_{W;aux;sto;si,mi} + \sum_{gi} W_{W;aux;gen;si,gi,mi} + \sum_{sol} W_{W;aux;sol;tot;si,mi}) \quad (13.2)$$

waarin:

$W_{W;aux;mi}$ is de hoeveelheid gebruikte elektrische hulpenergie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$W_{W;aux;ngen;si,mi}$ is de hoeveelheid gebruikte elektrische hulpenergie van het distributiesysteem ten behoeve van warm tapwater, in systeem si , in maand mi , bepaald volgens 13.4.4, in kWh;

$W_{W;aux;sto;si,mi}$	is het elektrische-hulpenergiegebruik voor eventueel aanwezige circulatiepompen in het oplaadcircuit van voorraadvat <i>stoi</i> in systeem <i>si</i> , in maand <i>mi</i> , bepaald volgens 13.6.4 in kWh;
$W_{W;aux;gen;si,gi,mi}$	is de hoeveelheid gebruikte elektrische hulpenergie ten behoeve van warm tapwater, voor maand <i>mi</i> , systeem <i>si</i> en van dit systeem de opwekker <i>gi</i> , bepaald volgens 13.1 in kWh;
$W_{W;aux;soli;tot;si,mi}$	is de totale hoeveelheid op het eigen perceel afgenomen elektrische hulpenergie van zonne-energiesysteem <i>soli</i> ten behoeve van ruimteverwarming en warm tapwater in systeem <i>si</i> , in maand <i>mi</i> , bepaald volgens 13.7.2, in kWh.

OPMERKING 1 Het hulpenergiegebruik van zonne-energiesystemen omvat hier zowel de bijdrage voor verwarming als warm tapwater, omdat deze bijdragen moeilijk te scheiden zijn.

OPMERKING 2 De bepaling van het hulpenergiegebruik is conform 6.9 van NEN-EN 15316-1:2017. Hulpenergie voor distributie is gekenmerkt als 'ngen'. Zonneboilers maken deel uit van het 'generation subsystem'. Voor het afgifte- dan wel uittapsysteem 'em' is er geen hulpenergiegebruik.

Bij het hulpenergiegebruik van opwektoestellen ($W_{W;aux;gen}$) en eventuele zonneboilers ($W_{W;aux;soli}$) of voorraadvaten ($W_{W;aux;sto}$) behoort rekening te worden gehouden met het werkelijke aantal toestellen.

OPMERKING 3 In sommige gevallen, bijvoorbeeld bij een woongebouw, wordt een systeem met meerdere individuele opwektoestellen (met dezelfde opwekkers van hetzelfde merk, type en vermogen en dezelfde energiedragers) omwille van de eenvoud gemodelleerd als één (fictief) tapwatersysteem. In werkelijkheid bestaat dat systeem uit meerdere identieke fysieke tapwatersystemen.

13.1.2.3 Warmteopwekking

Bepaal het energiegebruik voor de opwekking van warm tapwater per systeem, opwekker en energiedrager per maand:

$$E_{W;si,gi,ci,mi} = \frac{Q_{W;dis;nren;si,mi} \times F_{W;gen;si,gi,mi}}{\eta_{W;gen;prac;si,gi,mi}} \quad (13.3)$$

waarin:

$E_{W;si,gi,ci,mi}$	is de hoeveelheid gebruikte energie ten behoeve van warm tapwater, in maand <i>mi</i> , in systeem <i>si</i> en van dit systeem de opwekker <i>gi</i> die energie van energiedrager <i>ci</i> betreft, in kWh;
$Q_{W;dis;nren;si,mi}$	is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand <i>mi</i> , door de niet-duurzame opwekkers (n_{ren}) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem <i>si</i> , in kWh;
$F_{W;gen;si,gi,mi}$	is de dimensieloze energetische bijdrage voor warm tapwater, in maand <i>mi</i> , die opwekker <i>gi</i> levert aan het systeem <i>si</i> , bepaald volgens 13.8.2;
$\eta_{W;gen;prac;si,gi,mi}$	is het dimensieloze opwekkingsrendement onder praktijkomstandigheden voor warm tapwater, in maand <i>mi</i> , van opwekker <i>gi</i> in het systeem <i>si</i> , bepaald volgens 13.8.3.

OPMERKING Deze bepalingwijze is conform 6.7.3 van NEN-EN 15316-1:2017.

13.1.2.4 Niet-duurzame en duurzame warmteopwekking

Bepaal de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, voor maand mi , door de niet-duurzame opwekkers ($_{nren}$) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si :

$$Q_{W;dis;nren;si,mi} = Q_{W;dis;si,mi} - Q_{W;ren;soli,prac;si,mi} \quad (13.4)$$

$$Q_{W;ren;soli,prac;si,mi} = MIN[Q_{W;dis;si,mi} ; \sum_{soli} Q_{W;ren;prac;si,soli,mi}] \quad (13.4a)$$

$$Q_{W;dis;nren;si,an} = \sum_{mi} Q_{W;dis;nren;si,mi} \quad (13.6)$$

waarin:

- $Q_{W;dis;nren;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , door de niet-duurzame opwekkers ($_{nren}$) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , in kWh;
- $Q_{W;dis;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , in kWh;
- $Q_{W;ren;soli,prac;si,mi}$ is de onder praktijkomstandigheden aangeleverde maandelijkse hoeveelheid hernieuwbare energie ten behoeve van warm tapwater door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie van de op systeem si aangesloten zonne-energiesystemen, in kWh;
- $Q_{W;ren;prac;si,soli,mi}$ is de onder praktijkomstandigheden aangeleverde hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie door zonne-energiesysteem $soli$, ten behoeve van systeem si , bepaald volgens 13.7.2, in kWh;
- $Q_{W;dis;nren;si,an}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater per jaar door de niet-duurzame opwekkers ($_{nren}$) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , in kWh.

OPMERKING 1 De opbrengst van een zonne-energieopweksysteem wordt altijd preferent benut.

OPMERKING 2 De door het opweksysteem te leveren energie kan nooit kleiner dan 0 zijn. De opbrengst van de aangesloten zonneboilers is nooit groter dan de te distribueren energie.

13.1.2.5 Warmtedistributie en -opslag

Bepaal de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, voor maand mi , die door het opweksysteem wordt aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si :

$$Q_{W;dis;si,mi} = \frac{Q_{W;em;si,mi}}{\eta_{W;dis;si,mi}} + Q_{W;sto;ls;tot;si,mi} + Q_{W;dis;conv;ls;mi} \quad (13.7)$$

$$Q_{W;sto;ls;tot;si,mi} = \sum_{stoi} Q_{W;sto;ls;si,mi} + \sum_{soli} Q_{W;bu;sto;ls;soli,mi} \times f_{gebouw;si,W} \quad (13.8)$$

waarin:

- $Q_{W;dis;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , in kWh;
- $Q_{W;em;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd aan het afgiftedeel van systeem si , in kWh;
- $\eta_{W;dis;si,mi}$ is het dimensieloze distributierendement voor warm tapwater, in maand mi , van systeem si , bepaald volgens 13.4.3;
- $Q_{W;sto;ls;tot;si,mi}$ is de totale hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij alle voorraadvaten en naverwarmerdelen van zonneboileropslagvaten ten behoeve van warm tapwater in systeem si , in maand mi , in kWh;
- $Q_{W;dis;conv;ls;si,mi}$ zijn de warmteverliezen van alle toegepaste individuele afleversets voor warm tapwater in systeem si , in maand mi , bepaald volgens 13.4.2, in kWh;
- $Q_{W;sto;ls;si,mi}$ is de hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel voorraadvat $stoi$ ten behoeve van warm tapwater van systeem si , in maand mi , bepaald volgens 13.6.2 in kWh;
- $Q_{W;bu;sto;ls;sol;mi}$ is de hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel naverwarmerdeel van een zonneboileropslagvat sol ten behoeve van warm tapwater van systeem si , in maand mi , bepaald volgens 13.7.2.2.4 of 13.7.2.3, in kWh;
- $f_{gebouw;si,W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2.

13.1.2.6 Warmteafgifte

Bepaal de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, voor maand mi , aangeleverd aan het afgiftedeel van systeem si

voor de categorie woningbouw:

$$Q_{W;em;si,mi} = \sum_{zi} \left(\frac{F_{W;si} \times Q_{W;nd;zi,mi}}{\eta_{W;em;si,mi}} \right) - Q_{W;rcd;d;si,mi} \quad (13.9)$$

voor de categorie utiliteitsbouw:

$$Q_{W;em;si,mi} = \sum_{zi} \left(\frac{F_{W;zi,si} \times Q_{W;nd;zi,mi}}{\eta_{W;em;si,mi}} \right) - Q_{W;rcd;u;si,mi} \quad (13.9a)$$

waarin:

- $Q_{W;em;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd aan het afgiftedeel van systeem si , in kWh;

- $F_{W;si}$ is het deel van de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater in het gebouw of gebouwdeel die door het beschouwde systeem si wordt geleverd, bepaald volgens 13.2.4;
- $F_{W;zi,si}$ is het deel van de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater van rekenzone zi die door het beschouwde systeem si wordt geleverd, bepaald volgens 13.2.4;
- $Q_{W;nd;zi,mi}$ is de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , van elke rekenzone zi die (mede) door het beschouwde systeem si wordt bediend, bepaald volgens 13.2.2, in kWh;
- $\eta_{W;em;si,mi}$ is het dimensieloze afgifterendement voor warm tapwater, in maand mi , van warmtapwatersysteem si , bepaald volgens 13.3.2;
- $Q_{W;rcd;d;si,mi}$ is de hoeveelheid teruggewonnen thermische energie ten behoeve van warm tapwater, aangeleverd door warmteterugwinning uit de afvoer van warm tapwater, voor de categorie woningbouw, in maand mi , van systeem si , bepaald volgens 13.5.2 in kWh;
- $Q_{W;rcd;u;si,mi}$ is de hoeveelheid teruggewonnen thermische energie ten behoeve van warm tapwater, aangeleverd door warmteterugwinning uit de afvoer van warm tapwater, voor utiliteit, in maand mi , van systeem si , bepaald volgens 13.5.2, in kWh.

OPMERKING 1 Bedoeld is hier douchewaterwarmteterugwinning (DWTW).

OPMERKING 2 Het afgifterendement kan per zone verschillend zijn.

OPMERKING 3 In het geval van een berekening voor utiliteitsbouw of woningbouw zal $Q_{W;rcd;d;si,mi}$ respectievelijk $Q_{W;rcd;u;si,mi}$ nul bedragen.

13.1.2.7 Nettowarmtebehoefte

Bepaal voor de categorie utiliteitsbouw de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, voor maand mi , van het warmtapwatersysteem si :

$$Q_{W;nd;si,mi} = \sum_{zi} (F_{W;zi,si} \times Q_{W;nd;zi,mi}) \quad (13.10)$$

waarbij:

$Q_{W;nd;si,mi}$ is de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , van systeem si , in kWh;

$F_{W;zi,si}$ is het deel van de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater van rekenzone zi die door het beschouwde systeem si wordt geleverd, bepaald volgens 13.2.4;

$Q_{W;nd;zi,mi}$ is de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , van elke rekenzone zi die (mede) door het beschouwde systeem si wordt bediend, bepaald volgens 13.2.2, in kWh.

Bepaal de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater in de categorie woningbouw, voor maand mi , van het warmtapwatersysteem si , door sommatie over alle zones zi van de categorie woningbouw, volgens:

$$Q_{W;nd;d;si,mi} = F_{W;si} \times \sum_{zi} Q_{W;nd;zi,mi} \quad (13.11)$$

waarin:

- $Q_{W;nd;d;si,mi}$ is de nettowarmtebehoefte van een gebouw of gedeelte van een gebouw in de categorie woningbouw ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh;
- $F_{W;si}$ is het deel van de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater in het gebouw of gebouwdeel die door het beschouwde systeem si wordt geleverd, bepaald volgens 13.2.4;
- $Q_{W;nd;zi,mi}$ is de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , van elke rekenzone zi die (mede) door het beschouwde systeem si wordt bediend, bepaald volgens 13.2.2, in kWh.

Bepaal de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater voor de categorie utiliteitsbouw voor maand mi , van het warmtapwatersysteem si , door sommatie over de zones zi met een gebruiksfunctie utiliteit, volgens:

$$Q_{W;nd;u;si,mi} = \sum_{zi} (F_{W;zi,si} \times Q_{W;nd;zi,mi}) \quad (13.12)$$

waarin:

- $Q_{W;nd;u;si,mi}$ is de nettowarmtebehoefte voor utiliteit ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , van systeem si , in kWh;
- $F_{W;zi,si}$ is het deel van de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater van rekenzone zi die door het beschouwde systeem si wordt geleverd, bepaald volgens 13.2.4;
- $Q_{W;nd;zi,mi}$ is de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , van elke rekenzone zi die (mede) door het beschouwde systeem si wordt bediend, bepaald volgens 13.2.2, in kWh.

OPMERKING De afzonderlijke warmtebehoefte voor woningen en utiliteit wordt gebruikt in de bepaling van teruggewonnen thermische energie door warmteterugwinning uit de afvoer van warm tapwater.

13.1.2.8 Terugwinbare systeemverliezen

Bepaal per rekenzone de maandelijkse terugwinbare verliezen per warmtapwatersysteem si als volgt:

$$Q_{W;ls;rb;si,zi,mi} = Q_{W;dis;ls;rb;zi,mi} + \sum_{stoi} (Q_{W;sto;ls;rb;env;zi,mi} + Q_{W;sto;aux;rb;zi,mi}) + \sum_{gi} Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi} + \sum_{soli} Q_{W;soli;ls;rb;tot;mi} \quad (13.13)$$

waarin:

- $Q_{W;ls;rb;si,zi,mi}$ is het terugwinbare verlies van warmtapwatersysteem si in rekenzone zi , in maand mi , in kWh;
- $Q_{W;dis;ls;rb;zi,mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare thermische systeemverlies van het verwante distributiesubstelsysteem voor warm tapwater in rekenzone zi , in maand mi , bepaald volgens formule (13.14);

$Q_{W;sto;ls;rb;env;zi,mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare thermische systeemverlies van het verwante opslagsubstelsysteem *stoi* voor warm tapwater in rekenzone *zi*, in maand *mi*, bepaald volgens 13.6.5, in kWh;

$Q_{W;sto;aux;rb;zi,mi}$ is de voor ruimteverwarming terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen voor het oplaadcircuit van voorraadvat *stoi*, in rekenzone *zi*, in maand *mi*, bepaald volgens 13.6.5, in kWh;

$Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare thermische systeemverlies van de verwante opwekkers *gi* voor warm tapwater in rekenzone *zi*, in maand *mi*, volgens 13.8, in kWh;

$Q_{W;soli;ls;rb;tot;mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare verlies van het verwante zonne-energiesysteem *soli* voor ruimteverwarming en/of warm tapwater, in maand *mi*, bepaald volgens 13.7.2, in kWh.

Indien de totale gebruiksoppervlakte van het gebouw ($A_{g;gebouw}$) groter is dan 500 m², dan geldt:

$$Q_{W;sto;ls;rb;env;zi,mi} = 0, Q_{W;sto;aux;rb;zi,mi} = 0, Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi} = 0, Q_{W;soli;ls;rb;tot;mi} = 0.$$

Dit geldt niet voor systemen die zijn opgebouwd uit meerdere individuele toestellen die afzonderlijk in de opwekking van het warm tapwater voorzien (zoals bij keukenboilers, doorstroomtoestellen, boosterwarmtepompen en individuele zonneboilers) voor een deel van het gebouw dat kleiner is dan 500 m².

OPMERKING 1 Voor systemen in gebouwen met een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m² wordt ervan uitgegaan dat de opwekkers en eventuele voorraadvaten in een aparte zone zijn opgenomen waardoor de optredende warmteverliezen niet terugwinbaar zijn voor de overige rekenzones.

De distributieverliezen van circulatiesystemen die toebehoren aan externe warmtelevering en die optreden vóór het overdrachtpunt (meestal de afleverset of warmwatermeter), worden niet meegenomen als terugwinbare verliezen.

OPMERKING 2 De leidinglengte van circulatiesystemen die toebehoren aan externe warmtelevering, worden bij de berekening van het energiegebruik op gebouwniveau niet meegenomen. De verliezen worden op basis van generieke gegevens meegenomen bij de bepaling van het energieverlies binnen systemen voor externe warmte- of koudelevering. Deze aanpak is gevolgd om onnodige opname van leidingen op gebouwniveau te voorkomen.

De terugwinbare verliezen van afgifte- en distributiesystemen worden niet bepaald per rekenzone maar volgens formule (13.14), verdeeld naar rato van de gebruiksoppervlakte over de rekenzones in het gebouw of gebouwdeel.

OPMERKING 3 Met deze aanpak wordt een zeer uitgebreide invoer ten behoeve van een verliesberekening van de leidingdelen per rekenzone vermeden.

$$Q_{W;dis;ls;rb;zi} = \sum_{si} (Q_{W;dis;rb;mi} + Q_{W;dis;aux;rb;mi}) \times \frac{A_{g;zi}}{A_{g;tot}} \quad (13.14)$$

waarin:

$Q_{W;dis;ls;rb;zi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare thermische systeemverlies van het verwante distributiesubstelsysteem voor warm tapwater in maand *mi*, in rekenzone *zi*;

$Q_{W;dis;rb;mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare thermische systeemverlies van de verwante distributiesystemen voor warm tapwater, in maand *mi*, bepaald volgens 13.4.5;

- $Q_{W;dis;aux;rbl;mi}$ is de voor ruimteverwarming terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen, in maand mi , bepaald volgens 13.4.5, in kWh;
- $A_{g;zi}$ is de gebruiksoppervlakte van rekenzone zi van het desbetreffende gebouw of gebouwdeel, bepaald volgens 6.6, in m²;
- $A_{g;tot}$ is de gebruiksoppervlakte van het totaal aan rekenzones van het desbetreffende gebouw of gebouwdeel, bepaald volgens 6.6, in m².

13.2 Nettowarmtebehoefte en tappatronen

13.2.1 Principe

De nettowarmtebehoefte voor warm tapwater wordt voor de categorie woningbouw bepaald op basis van een opgelegde behoefte per bewoner in kWh per jaar, waarbij het aantal bewoners afhankelijk is van de gebruiksoppervlakte. Voor de categorie utiliteitsbouw wordt de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater bepaald door een per rekenzone opgelegde behoefte in kWh per m² gebruiksoppervlakte per jaar.

Bij toepassing van één warmtapwatersysteem voor de gehele woning of het gehele gebouw wordt de nettowarmtebehoefte voor alle rekenzones bepaald en samengenomen.

Bij meer warmtapwatersystemen moet de warmtebehoefte per warmtapwatersysteem worden vastgesteld. Afhankelijk van de gebruiksfunctie en de samenhang tussen rekenzones en warmtapwatersystemen is een van de volgende benaderingen van toepassing:

- a) Indien in een woning afzonderlijke warmtapwatersystemen worden toegepast voor de keuken en de badruimte, dan wordt de totale nettowarmtebehoefte van de gehele woning volgens een gegeven verhouding verdeeld in de nettowarmtebehoefte in keuken en badruimte.
- b) Indien in een woongebouw de verschillende woningen van een zelfstandig warmtapwatersysteem zijn voorzien, wordt de warmtebehoefte per warmtapwatersysteem bepaald door de gebruiksoppervlakte van die woning. Indien in een dergelijke woning afzonderlijke warmtapwatersystemen worden toegepast voor de keuken en de badruimte, wordt de onder a) gegeven verdeling van de warmtebehoefte toegepast. Hierbij mag ter wille van de eenvoud de gemiddelde gebruiksoppervlakte per woning worden gebruikt, bepaald volgens 6.6.5 of 6.6.6.
- c) Indien in een woongebouw de verschillende woningen zijn aangesloten op een collectief circulatiesysteem voor warm tapwater, dan wordt de warmtebehoefte, inclusief de verliezen van de uittapleidingen en voorraadvaten, van deze woningen gesommeerd en worden op basis daarvan het gemiddelde distributieverlies en het opwekkingsrendement bepaald. Het opwekkingsrendement is vervolgens op al deze woningen van toepassing.
- d) Indien in een woongebouw de verschillende woningen via een warmtewisselaar (afleverset) zijn aangesloten op een collectief warmtedistributiesysteem (externe warmtelevering of een collectief gebouwsysteem voor verwarming), dan wordt de warmtebehoefte van deze woningen, inclusief de verliezen van de uittapleidingen, eventuele voorraadvaten en afleverset, gesommeerd en worden het distributieverlies van een eventueel circulatiesysteem voor warm tapwater en het opwekkingsrendement bepaald. Het opwekkingsrendement is vervolgens op al deze woningen van toepassing.
- e) Voor utiliteitsgebouwen met meer warmtapwatersystemen in één rekenzone wordt de warmtebehoefte verdeeld op basis van de gebruiksoppervlakte die per warmtapwatersysteem wordt bediend.

- f) Voor rekenzones met meer gebruiksfuncties wordt de nettowarmtebehoefte per gebruiksfunctie bepaald door de gebruiksoppervlakte en de specifieke warmtebehoefte per gebruiksfunctie, waarna deze worden opgeteld.
- g) Indien binnen één woonfunctie meerdere tapwatersystemen worden toegepast die zijn aangesloten op verschillende badkamers, moet de warmtebehoefte over de tapwatersystemen worden verdeeld op basis van het aantal badkamers. Ook wanneer er binnen één woonfunctie meerdere tapwatersystemen worden toegepast die zijn aangesloten op verschillende keukens, moet de warmtebehoefte over de tapwatersystemen worden verdeeld op basis van het aantal keukens. Indien er afzonderlijke warmtapwatersystemen worden toegepast voor de keuken en de badruimte, wordt de onder a) genoemde gegeven verdeling van de warmtebehoefte toegepast.

Alle rekenzones in een gebouw moeten worden toegewezen aan een tapwatersysteem, ook wanneer er in werkelijkheid geen warmtapwatersysteem of tappunt in de rekenzone aanwezig is.

Naast de nettowarmtebehoefte is voor de categorie woningbouw een gedetailleerd 24 uurstappatroon vereist. Dit is o.a. nodig voor het bepalen van het leidingrendement van uittapleidingen en het rendement van de douchewaterwarmteterugwinning (DWTW). Dit tappatroon is gegeven in bijlage T.

Voor het bepalen van het energieverbruik van warmteopwekkers voor warm tapwater wordt gebruikgemaakt van de Europese capaciteitsprofielen (tappatronen) zoals vastgelegd in CDR 811/2013, 813/2013 en 814/2013. Deze profielen zijn overgenomen in NEN-EN 13203-2 voor ketels en in NEN-EN 16147 voor warmtepompen. Deze capaciteitsprofielen wijken af van het tappatroon in bijlage T doordat rekening gehouden wordt met gebruik van een vaatwasser en (gedeeltelijk) gebruik van een bad. In een beperkt aantal gevallen wordt echter nog gebruikgemaakt van de tappatronen in bijlage T.

OPMERKING De bepaling van de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater is overeenkomstig de methode in 6.5.3 van NEN-EN 12831-3:2017. In aanvulling hierop wordt voor woningbouw uitgegaan van een vaste minimale warmtebehoefte per persoon. Voor utiliteitsbouw behoort dit nog nader ingevuld te worden maar is ook rekening gehouden met een eventuele minimale warmtebehoefte per gebouw.

13.2.2 Rekenregels

13.2.2.1 Categorie woningbouw

Bepaal de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater per rekenzone z_i , in maand m_i , volgens:

$$Q_{W;nd;z_i,m_i} = Q_{W;nd;spec;p} \times N_{woon;z_i} \times N_{P;woon;z_i} \times \frac{t_{m_i}}{t_{an}} \quad (13.15)$$

Bepaal het aantal bewoners per woonfunctie per rekenzone $N_{P;woon;z_i}$ aan de hand van de gemiddelde gebruiksoppervlakte per woonfunctie per rekenzone als volgt:

Indien:

$$A_{g,z_i}/N_{woon;z_i} \leq 30 \text{ m}^2:$$

$$N_{P;woon;z_i} = 1 \quad (13.16)$$

$$30 \text{ m}^2 < A_{g,z_i}/N_{woon;z_i} \leq 100 \text{ m}^2:$$

$$N_{P;woon;z_i} = 2,28 - \frac{1,28}{70} \times \left(100 - \frac{A_{g,z_i}}{N_{woon;z_i}} \right) \quad (13.17)$$

$A_{g,zi}/N_{\text{woon};zi} > 100 \text{ m}^2$:

$$N_{P;\text{woon};zi} = 1,28 + 0,01 \times \frac{A_{g,zi}}{N_{\text{woon};zi}} \quad (13.18)$$

waarin:

$Q_{W;\text{nd};zi,mi}$ is de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , van elke rekenzone zi die (mede) door het beschouwde systeem si wordt bediend, in kWh;

$Q_{W;\text{nd};\text{spec};p}$ is de specifieke nettowarmtebehoefte voor warm tapwater per bewoner per jaar, bepaald volgens 13.2.3.1, in kWh/bewoner per jaar;

$N_{\text{woon};zi}$ is het aantal woonfuncties in rekenzone zi , bepaald volgens 6.6.6;

$N_{P;\text{woon};zi}$ is het gemiddeld aantal bewoners per woonfunctie per rekenzone;

$A_{g,zi}$ is de gebruiksoppervlakte van de beschouwde rekenzone zi , bepaald volgens 6.6.3, in m^2 ;

t_{mi} is de lengte van maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;

t_{an} is de lengte van het jaar, bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING Formules (13.16) t/m (13.18) bepalen het aantal bewoners in een (deel van een) woning of een woongebouw op grond van landelijke gemiddelden voor het aantal bewoners per woning, rekening houdend met de distributie van woninggrootten.

13.2.2.2 Categorie utiliteitsbouw

Bepaal de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater van rekenzone zi , in maand mi , als volgt:

$$Q_{W;\text{nd};zi,mi} = Q_{W;\text{nd};\text{spec};usi} \times A_{g,zi} \times \frac{t_{mi}}{t_{\text{an}}} \quad (13.19)$$

waarin:

$Q_{W;\text{nd};zi,mi}$ is de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater, voor maand mi , van elke rekenzone zi , in kWh;

$Q_{W;\text{nd};\text{spec};usi}$ is de specifieke nettowarmtebehoefte voor warm tapwater, gewogen naar de gebruiksoppervlakte van de gebruiksfuncties usi in de beschouwde rekenzone, bepaald volgens 13.2.3.2, in kWh/ m^2 per jaar;

$A_{g,zi}$ is de gebruiksoppervlakte van rekenzone zi , bepaald volgens 6.6, in m^2 ;

t_{mi} is de lengte van maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;

t_{an} is de lengte van het jaar, bepaald volgens 17.2, in h.

13.2.3 Rekenwaarden

13.2.3.1 Categorie woningbouw

De specifieke warmtebehoefte voor warm tapwater, $Q_{W;\text{nd};\text{spec};p}$, bedraagt voor woonfuncties: 856 kWh per jaar per persoon.

OPMERKING 1 Het specifieke gebruik van warm tapwater in liters water van 60 °C voor warm tapwater bedraagt 40,29 l per dag per persoon.

OPMERKING 2 De waarden in bijlage B van NEN-EN 12831-3:2017 zijn in Nederland niet van toepassing.

De rekenwaarden voor de verdeling van de warmtebehoefte tussen keuken en badruimte zijn:

a) keuken: $C_{W;nd;k} = 0,2$ (vaste waarde);

b) badruimte $C_{W;nd;b} = 0,8$ (vaste waarde).

waarin:

$C_{W;nd;k}$ is het relatieve aandeel van de keuken in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater per woning;

$C_{W;nd;b}$ is het relatieve aandeel van de badruimte in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater per woning.

13.2.3.2 Categorie utiliteitsbouw

De rekenwaarde van $Q_{W;nd;spec}$ per eenheid van gebruiksoppervlakte voor utiliteitsgebouwen wordt gegeven in tabel 13.1.

Tabel 13.1 — De jaarlijkse specifieke nettowarmtebehoefte voor warm tapwater, $Q_{W;nd;spec}$, (vaste waarden) per gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	$Q_{W;nd;spec}$ kWh/m ² per jaar	$V_{W;nd;spec;day}$ l/m ² per dag
Bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	2,8	0,131
Bijeenkomstfunctie overig	2,8	0,131
Celfunctie	4,2	0,196
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	15,3	0,719
Gezondheidszorgfunctie anders dan met bedgebied	2,8	0,131
Kantoorfunctie	1,4	0,065
Logiesfunctie	12,5	0,588
Onderwijsfunctie	1,4	0,065
Sportfunctie	12,5	0,588
Winkelfunctie	1,4	0,065

OPMERKING Het specifieke gebruik van warm tapwater $V_{W;nd;spec;day}$ in liters water van 60 °C per m² per dag is eveneens gegeven in tabel 13.1.

13.2.4 Fractie per rekenzone en systeem

13.2.4.1 Categorie woningbouw

Indien in de categorie woningbouw één warmtapwatersysteem wordt aangehouden dat is aangesloten op alle badruimten en keukens, dan geldt voor het deel van de nettowarmtebehoefte die door dat systeem wordt geleverd: $F_{W;si} = 1$. Voor de overige warmtapwatersystemen geldt: $F_{W;si} = 0$.

Indien er sprake is van meerdere warmtapwatersystemen si die het warm tapwater aan een of meerdere keukens en badruimten leveren, dan wordt het deel van de nettowarmtebehoefte die per systeem wordt geleverd, als volgt bepaald:

$$F_{W;si} = \frac{n_{b;si} \times C_{W;nd;b}}{\sum_{si} n_{b;si}} + \frac{n_{k;si} \times C_{W;nd;k}}{\sum_{si} n_{k;si}} \quad (13.19a)$$

Voor de verdeling van de warmteverliezen over verschillende rekenzones gelden bovendien de volgende bepalingen voor de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel, $A_{g;si;W}$, dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem en voor de gebruiksoppervlakte van de rekenzone, $A_{g;zi;si}$, die door het systeem wordt bediend:

$$A_{g;si;W} = A_{g;tot} \quad (13.19b)$$

$$A_{g;zi;si} = A_{g;zi} \quad (13.19c)$$

waarin:

- $F_{W;si}$ is het deel van de nettowarmtebehoefte ten behoeve van warm tapwater in het gebouw of gebouwdeel die door het beschouwde systeem si wordt geleverd;
- $n_{b;si}$ is het aantal badruimten in het gebouw of gebouwdeel dat is aangesloten op het warmtapwatersysteem si ;
- $C_{W;nd;b}$ is het relatieve aandeel van de badruimte in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater per woning, volgens 13.2.3.1;
- $n_{k;si}$ is het aantal keukens in het gebouw of gebouwdeel dat is aangesloten op het warmtapwatersysteem si ;
- $C_{W;nd;k}$ is het relatieve aandeel van de keuken in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater per woning, volgens 13.2.3.1;
- $A_{g;si;W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, in m^2 ;
- $A_{g;tot}$ is de gebruiksoppervlakte van het totaal aan rekenzones van het desbetreffende gebouw of gebouwdeel, bepaald volgens 6.6, in m^2 ;
- $A_{g;zi;si}$ is de gebruiksoppervlakte in zone zi die door systeem si wordt bediend, in m^2 ;
- $A_{g;zi}$ is de gebruiksoppervlakte van de beschouwde rekenzone zi , bepaald volgens 6.6.3, in m^2 .

Voor de overige warmtapwatersystemen geldt $F_{W;si} = 0$.

13.2.4.2 Categorie utiliteitsbouw

Indien in de categorie utiliteitsbouw één warmtapwatersysteem si in rekenzone zi wordt aangehouden, bedraagt de waarde hiervoor $F_{W;zi,si} = 1$. Voor de overige warmtapwatersystemen geldt $F_{W;zi,si} = 0$.

Indien meer warmtapwatersystemen si in rekenzone zi worden aangehouden, bedraagt de waarde hiervoor:

$$F_{W;zi,si} = A_{g;zi,si} / A_{g;zi} \quad (13.20)$$

$$A_{g;si;W} = \sum_{zi} A_{g;zi,si} \quad (13.20a)$$

waarin:

$A_{g;zi,si}$ is de gebruiksoppervlakte in zone zi die door systeem si wordt bediend, in m²;

$A_{g;zi}$ is de gebruiksoppervlakte van de beschouwde rekenzone zi , bepaald volgens 6.6.3, in m²;

$A_{g;si;W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, in m².

Voor de overige warmtapwatersystemen geldt $F_{W;zi,si} = 0$.

OPMERKING Bovenstaande aanpak is in lijn met de vereenvoudigde aanpak in 6.4.1.2 van NEN-EN 15316 1:2017.

13.3 Afgifteverliezen

13.3.1 Principe

Het afgifteverlies van een warmtapwatersysteem wordt bepaald door de volgende verliezen:

- de warmteverliezen aan het tappunt, zolang de watertemperatuur onder de nuttige taptemperatuur is;
- de warmteverliezen t.g.v. opwarming en afkoeling van alle uittapleidingen.

Deze verliezen worden uitgedrukt in een afgifterendement. De verliezen worden, voor zover terugwinbaar, meegenomen in de warmte-koudebalans per rekenzone.

Voor de categorieën woningbouw en utiliteitsbouw worden verschillende methoden gevolgd. Daarom worden deze hieronder afzonderlijk gegeven.

Bij de bepaling van het afgifterendement voor de categorie woningbouw worden uitsluitend de aansluitpunten voor douche of bad in badruimten en boven aanrechten beschouwd. Eventuele overige warmwatertappunten worden in de berekening buiten beschouwing gelaten.

Bij de toepassing van een 'hotfill'-voorraadtoestel dat in serie is opgesteld met een ander warmtapwatertoestel moet, in afwijking van hetgeen hierboven is gesteld, bij de bepaling van de bijdrage aan het afgifterendement door de leiding naar het aansluitpunt uitgegaan worden van het totaal van de kortste afstand tussen het eerste en het tweede toestel en tussen het tweede toestel en het aansluitpunt.

Alleen in het geval van een hotfill-elektroboiler die is geplaatst in de nabijheid van het aansluitpunt van een keuken of kitchenette en die in serie is opgesteld met een ander warmtapwatertoestel mag bij het bepalen van de kortste afstand de leidinglengte tussen de elektroboiler en het aansluitpunt worden verwaarloosd. Er wordt dan alleen uitgegaan van de kortste afstand tussen de in serie opgestelde elektroboiler en het eerste toestel.

OPMERKING 1 Met een in de nabijheid geplaatst toestel wordt een toestel bedoeld waarbij de kortst gemeten afstand tussen toestel en aansluitpunt maximaal 1 m bedraagt.

Bij de bepaling van het afgifterendement voor utiliteit worden alle aansluitpunten van een warmtapwatersysteem als gelijkwaardig beschouwd.

OPMERKING 2 Zoals uit de omschrijving blijkt, omvat het afgifterendement niet uitsluitend de verliezen aan tappunten, maar tevens de verliezen van alle uittapleidingen. Deze worden dus buiten de berekening van de verliezen van het distributiesysteem gehouden.

13.3.2 Rekenregels

13.3.2.1 Algemeen

Deze paragraaf geeft de rekenregels voor het afgifterendement van een warmtapwatersysteem, $\eta_{W;em;si,mi}$, voor een gegeven maand mi , van een gegeven systeem si . De indexen voor maand mi en voor systeem si worden omwille van de leesbaarheid weggelaten.

De gegeven getalswaarden voor $\eta_{W;em}$ gelden feitelijk voor een jaarrendement; bij de berekening per maand wordt daarom voor elke maand dezelfde getalswaarde berekend.

OPMERKING Een berekening met maandaafhankelijke getalswaarden zou tot een schijnnaauwkeurigheid leiden omdat veel daartoe relevante gegevens niet op voldoende detailniveau beschikbaar zijn.

13.3.2.2 Woningbouw

Indien in de categorie woningbouw afzonderlijke warmtapwatersystemen worden toegepast voor de keukens en de badruimte, gelden de volgende rekenregels voor het afgifterendement.

Indien alleen de badruimte door warmtapwatersysteem si van warm tapwater wordt voorzien, geldt:

$$\eta_{W;em} = \eta_{W;em;b} \quad (13.21)$$

Indien alleen de keuken door warmtapwatersysteem si van warm tapwater wordt voorzien, geldt:

$$\eta_{W;em} = \eta_{W;em;k} \quad (13.22)$$

In een gebouw of gedeelte van een gebouw behorende tot de categorie woningbouw met één warmtapwatersysteem voor zowel de keuken(s) als de badruimte(n) geldt de volgende rekenregel voor het afgifterendement:

$$\eta_{W;em} = \frac{1}{\left(\frac{C_{W;nd;b}}{\eta_{W;em;b}} + \frac{C_{W;nd;k}}{\eta_{W;em;k}} \right)} \quad (13.23)$$

waarin:

$\eta_{W;em}$ is het dimensieloze afgifterendement t.g.v. de warmteverliezen aan het tappunt, zolang de watertemperatuur onder de nuttige taptemperatuur is, en de warmteverliezen t.g.v. opwarming en afkoeling van en in de uittapleidingen;

$C_{W;nd;b}$ is het dimensieloze relatieve aandeel van de badruimte(n) in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater in de categorie woningbouw, bepaald volgens 13.2.3.1;

$\eta_{W;em;b}$ is het dimensieloze afgifterendement van de badruimte t.g.v. de warmteverliezen aan het tappunt, zolang de watertemperatuur onder de nuttige taptemperatuur is, en de warmteverliezen t.g.v. de uittapleidingen, bepaald volgens 13.3.3.1;

$C_{W;nd;k}$ is het dimensieloze relatieve aandeel van de keuken(s) in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater in de categorie woningbouw, bepaald volgens 13.2.3.1;

$\eta_{W;em;k}$ is het dimensieloze afgifterendement van de keuken t.g.v. de warmteverliezen aan het tappunt, zolang de watertemperatuur onder de nuttige taptemperatuur is, en de warmteverliezen t.g.v. opwarming en afkoeling van en in de uittapleidingen, bepaald volgens 13.3.3.1.

13.3.2.3 Utiliteitsbouw

Bij de bepaling van het afgifterendement voor utiliteitsgebouwen worden alle aansluitpunten in een rekenzone en/of warmtapwatersysteem als gelijkwaardig beschouwd.

OPMERKING In tegenstelling tot de methode voor de categorie woningbouw.

De rekenwaarden voor het afgifterendement in utiliteitsgebouwen worden gegeven in 13.3.3.2.

13.3.3 Rekenwaarden

13.3.3.1 Rekenwaarden afgifterendement woningbouw

Voor de bepaling van de bijdrage aan het afgifterendement door de leiding naar badruimte en aanrecht voor warmtapwatersysteem *si* moeten de bijdragen $\eta_{W;em;b}$ en $\eta_{W;em;k}$ worden bepaald volgens tabel 13.2.

Tabel 13.2 — Bijdrage aan het afgifterendement van warmtapwatersysteem *i* door leidingverliezen naar de tappunten, $\eta_{W;em;k}$ en $\eta_{W;em;b}$

Lengte uittapleiding l_k m	Van 0 tot 2	Van 2 tot 4	Van 4 tot 6	Van 6 tot 8	Van 8 tot 10	Van 10 tot 12	Van 12 tot 14	14 of meer
$\eta_{W;em;k}$	1,00	0,69	0,53	0,43	0,36	0,31	0,27	0,24
Lengte uittapleiding l_b m	Van 0 tot 2	Van 2 tot 4	Van 4 tot 6	Van 6 tot 8	Van 8 tot 10	Van 10 tot 12	Van 12 tot 14	14 of meer
$\eta_{W;em;b}$	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78	0,75	0,72

waarin:

d_{in} is de inwendige diameter van de leiding, in mm;

l_k is de afstand tussen het aansluitpunt bij de opstelplaats van warmwatertoestel, voorraadvat, warmtewisselaar of circulatieleiding en het aansluitpunt boven het aanrecht, in m; bij meer dan één aanrecht aangesloten op installatie *i* geldt het gemiddelde van de afstanden voor elk aanrecht;

l_b	is de afstand tussen het aansluitpunt bij de opstelplaats van warmwatertoestel, voorraadvat, warmtewisselaar of circulatieleiding en het aansluitpunt voor douche of bad in de badruimte, in m; bij meer dan één badruimte aangesloten op installatie i geldt het gemiddelde van de afstanden voor elke badruimte;
$\eta_{W;em;k}$	is het afgifiterendement van de keuken t.g.v. de warmteverliezen aan het tappunt, zolang de watertemperatuur onder de nuttige taptemperatuur is, en de warmteverliezen van de uittapleidingen;
$\eta_{W;em;b}$	is het afgifiterendement van de badruimte t.g.v. de warmteverliezen aan het tappunt, zolang de watertemperatuur onder de nuttige taptemperatuur is, en de warmteverliezen van de uittapleidingen;
i	is het ranggetal van het desbetreffende warmtapwatersysteem.

Voor de bepaling van de afstand moet worden uitgegaan van de kortste afstand horizontaal gemeten, vermeerderd met de kortste afstand verticaal gemeten, waarbij geen rekening hoeft te worden gehouden met eventuele wanden of vloeren.

Met de gehanteerde definitie van de kortste afstand wordt beoogd voldoende recht te doen aan de werkelijke situatie, maar tegelijkertijd de hoeveelheid rekenwerk te beperken. Zo mag de horizontale afstand diagonaal door ruimten worden gemeten.

Bij een woning met meerdere tappunten in de (verschillende) keuken(s) of meerdere aansluitpunten voor douche of bad in de (verschillende) badruimte(n) moet voor het afgifiterendement uitgegaan worden van de gemiddelde waarde voor de verschillende uittapleidingen mits deze zijn aangesloten op hetzelfde tapwatersysteem.

13.3.3.2 Rekenwaarden afgifiterendement utiliteitsbouw

Bepaal per warmtapwatersysteem de gemiddelde lengte van de uittapleidingen van dat systeem. De lengte van een uittapleiding is de afstand tussen een tappunt en het opwekkingstoestel, de afleverset of het circulatiesysteem.

Bepaal het afgifiterendement per warmtapwatersysteem op basis van de gemiddelde lengte van de uittapleidingen van dat systeem.

De rekenwaarden voor het afgifiterendement zijn in tabel 13.3 gegeven.

Tabel 13.3 — Rekenwaarden afgifiterendement voor utiliteitsbouw

Specificatie lengte uittapleidingen	$\eta_{W;em}$
Indien de gemiddelde lengte van de uittapleidingen van het warmtapwatersysteem maximaal 3 m bedraagt	1,0
Indien de gemiddelde lengte van de uittapleidingen van het warmtapwatersysteem meer dan 3 m bedraagt	0,8

13.4 Distributieverliezen

13.4.1 Principe

De distributieverliezen van een warmtapwatersysteem worden bepaald door de warmteverliezen (conversieverliezen) van eventuele afleversets en door de warmteverliezen van een eventuele circulatieleiding.

De warmteverliezen van een eventuele circulatieleiding worden uitgedrukt in het distributierendement $\eta_{W,dis}$. Het distributierendement geeft de verhouding tussen de door het distributiesysteem aan het afgiftedeel of aan de opwekzijde van eventuele individuele afleversets geleverde warmte en de door de opwekkingsinstallatie(s) aan het distributiesysteem geleverde warmte.

Het conversieverlies van eventuele afleversets wordt apart bepaald zodat rekening wordt gehouden met de warmteverliezen en -winsten op gebouwniveau van een eventueel zonne-energiesysteem, douchewaterwarmteteterugwinning en/of eventuele voorraadvaten.

Voor het bepalen van het warmteverlies van een (individuele) afleverset voor warmtapwaterbereiding geven NEN-EN 15316-3 en NEN-EN 15316-4-5 geen methode of getalswaarden. De in 13.4.2 gegeven aanpak moet worden gevolgd.

Het distributierendement van een warmtapwatersysteem wordt bepaald per warmtapwatersysteem en wordt, voor zover van toepassing, bepaald door de volgende verliezen:

- a) de warmteverliezen van circulatieleidingen voor warm tapwater binnen het gebouw;
- b) de warmteverliezen van circulatieleidingen voor warm tapwater buiten het gebouw, maar op het perceel; de delen van het distributiesysteem die op of buiten het perceel deel uitmaken van een collectief circulatiesysteem voor warm tapwater (externe warmtelevering of een separaat warmtapwaternet), worden hierbij buiten beschouwing gelaten; deze verliezen zijn om praktische redenen reeds verwerkt in het opwekkingsrendement voor externe warmtelevering;
- c) de warmteverliezen van het distributiesysteem voor verwarming binnen het gebouw, indien dat tevens wordt gebruikt voor de warmtelevering voor warmtapwaterbereiding met een individuele afleverset; deze verliezen worden verdisconteerd in 9.4.2;
- d) de warmteverliezen van het distributiesysteem voor verwarming buiten het gebouw, maar op het perceel, indien dat tevens wordt gebruikt voor de warmtelevering voor warmtapwaterbereiding met een afleverset; de delen van het distributiesysteem die deel uitmaken van een collectief warmtenet (externe warmtelevering), worden hierbij buiten beschouwing gelaten; deze verliezen zijn om praktische redenen reeds verwerkt in het opwekkingsrendement voor externe warmtelevering.

De warmteverliezen van een collectief circulatiesysteem voor warm tapwater (separaat warmtapwaternet) of een collectief warmtenet (externe warmtelevering) vormen geen onderdeel van het distributierendement. De grens tussen een collectief circulatiesysteem voor warm tapwater (separaat warmtapwaternet) of een collectief warmtenet (externe warmtelevering) en het distributiesysteem in het gebouw is gelegen bij de plaats van het telwerk/de afleverset. In woongebouwen ligt deze grens meestal bij de woningen maar kan incidenteel bij (de centrale opwekinstallatie voor) het gebouw/perceel liggen. Bij grondgebonden woningen en utiliteitsbouw ligt deze grens meestal bij het gebouw/perceel. Bij het bepalen van de energieprestatie moet worden vastgelegd waar deze grens ligt.

OPMERKING 1 De warmteverliezen van een collectief circulatiesysteem voor warm tapwater of een collectief warmtenet worden niet bepaald in deze NTA. Dit geldt eveneens indien de distributieleidingen zich deels op het perceel maar buiten het gebouw bevinden, zoals bij woningen waar de leidingen onder de woningen in de kruipruimte liggen. Deze verliezen zijn opgenomen in de vaste waarde van het opwekkingsrendement voor externe warmtelevering volgens 13.8.4.9.

De warmteverliezen van de uittapleidingen vormen geen onderdeel van het distributierendement.

OPMERKING 2 In NEN-EN 15316-3 worden de warmteverliezen bepaald van distributieleidingen en uittapleidingen. De verliezen uit uittapleidingen worden in NTA 8800 bepaald aan de hand van een afgifterendement zoals aangegeven in 13.3.

OPMERKING 3 De warmteverliezen van eventuele individuele afleversets worden niet meegenomen in het distributierendement maar separaat als conversieverlies in rekening gebracht.

Indien meer dan één warmtapwatersysteem wordt toegepast, wordt het distributierendement per warmtapwatersysteem vastgesteld op basis van de bijbehorende nettowarmtebehoefte.

13.4.2 Conversieverlies

13.4.2.1 Principe

Bij de overdracht van warmte uit een warmtedistributiesysteem naar warm tapwater met een afleverset treden warmteverliezen op.

Indien de aanvoertemperatuur van het verwarmingssysteem bij de afleverset lager is dan 60 °C, dan kan er met alleen een afleverset geen warm tapwater gemaakt worden.

OPMERKING Dit betekent dat de ontwerptemperatuurklasse van het verwarmingssysteem volgens tabel 9.14 70 °C/60 °C of hoger bedraagt.

13.4.2.2 Rekenregels

Indien geen warmtedistributiesysteem met individuele afleversets wordt toegepast, geldt

$$Q_{W;dis;conv;ls;si,mi} = 0.$$

OPMERKING De verliezen van een centrale afleverset of TSA die wordt ingezet voor de warmteoverdracht op gebouwniveau naar een circulatieleiding van warm tapwater of cv-water ten behoeve van de functie warm tapwater, worden buiten beschouwing gelaten.

Indien de afleverset direct (zonder warmtapwatercirculatieleiding) is aangesloten op het uittapsysteem voor meerdere woonfuncties, dan behoort deze beschouwd te worden als een individuele afleverset.

Bepaal voor de categorie woningbouw het conversieverlies per warmtapwatersysteem als volgt:

$$Q_{W;dis;conv;ls;si,mi} = \sum_{conv} P_{conv;stb} \times \frac{t_{mi}}{1000} \quad (13.24)$$

Bepaal voor de categorie utiliteitsbouw het conversieverlies per warmtapwatersysteem als volgt:

$$Q_{W;dis;conv;ls;si,mi} = \left(1 - \eta_{W;dis;conv}\right) \times \left(\frac{Q_{W;em;si,mi}}{\eta_{W;dis;si,mi}} + Q_{W;sto;ls;tot;si,mi} \right) \quad (13.24a)$$

waarin:

- $Q_{W;dis;conv;ls;si,mi}$ zijn de warmteverliezen van alle toegepaste afleversets voor warm tapwater in systeem si , in maand mi , in kWh;
- $P_{conv;stb}$ is het stand-byverlies van een individuele afleverset voor warm tapwater, met als vaste waarde $P_{conv;stb} = 30 \text{ W}$;
- $\eta_{W;dis;conv}$ is het dimensieloze conversierendement t.g.v. het warmteverlies van eventueel aanwezige (individuele) afleversets die zijn aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming of op externe warmtelevering, met als vaste waarde $\eta_{W;dis;conv} = 0,75$;
- $Q_{W;em;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd aan het afgiftedeel van systeem si , bepaald volgens formule (13.9), in kWh;
- $\eta_{W;dis;si,mi}$ is het dimensieloze distributierendement voor warm tapwater, in maand mi , van systeem si , bepaald volgens 13.4.3;
- $Q_{W;sto;ls;tot;si,mi}$ is de totale hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij alle voorraadvaten en naverwarmerdelen van zonneboileropslagvaten ten behoeve van warm tapwater in systeem si , in maand mi , bepaald volgens formule (13.8), in kWh.

13.4.3 Distributierendement

13.4.3.1 Principe

Het distributierendement $\eta_{W;dis}$ wordt bepaald door de verliezen van het distributiesysteem ten behoeve van warm tapwater in het gebouw en/of op het eigen perceel. Dit distributiesysteem kan twee vormen hebben.

- Een circulatiesysteem met warm tapwater.
In dit systeem circuleert warm tapwater gedurende het gehele jaar. Circulatiesystemen voor warm tapwater zijn in bedrijf als de circulatiepomp is ingeschakeld. Normaliter zijn deze systemen permanent in bedrijf. Hiervan wordt voor dit type systeem uitgegaan.
- Een circulatiesysteem met cv-water ten behoeve van collectieve gebouwverwarming of externe warmtelevering.
In dit systeem circuleert cv-water gedurende het gehele jaar. De verliezen tijdens het verwarmingsseizoen zijn reeds opgenomen in het distributierendement van de verwarming. De verliezen buiten het verwarmingsseizoen worden toegerekend aan de warmtapwaterlevering.

De verliezen binnen het gebouw en buiten het gebouw op het eigen perceel worden in de rekenregels en rekenwaarden om praktische redenen samengenomen.

Eventueel terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik van pompen wordt in mindering gebracht op de distributieverliezen.

13.4.3.2 Rekenregels

Distributierendement

Indien geen circulatiesysteem wordt toegepast, geldt $\eta_{W;dis} = 1,0$.

Indien het circulatiesysteem deel uitmaakt van een collectief circulatiesysteem (separaat warmtapwaternet of externe warmtelevering) en de grens tussen het collectief circulatiesysteem en het distributiesysteem in het gebouw is gelegen bij de woningen (meestal bij de afleverset), dan heeft het interne distributierendement, $\eta_{W;dis}$, de waarde 1,0. Anders wordt de waarde bepaald volgens de onderstaande formules.

OPMERKING 1 Alleen bij één afleverset per woning heeft het distributierendement, $\eta_{W;dis}$, de waarde 1,0. Ook bij woongebouwen met één afleverset per woning is dit het geval.

Wanneer er echter sprake is van een centrale afleverset per gebouw of deel van het gebouw met meerdere woningen, dan behoort het distributierendement tussen de centrale afleverset en de woningen bepaald te worden indien er sprake is van een circulatiesysteem na de afleverset. Indien de uittapleidingen direct zijn aangesloten op de afleverset, dan is er geen sprake van een circulatiesysteem na de afleverset.

Bepaal het distributierendement, $\eta_{W;dis}$, per warmtapwatersysteem si per maand mi volgens:

$$\eta_{W;dis;si,mi} = \frac{Q_{W;em;si,mi}}{Q_{W;em;si,mi} + Q_{W;dis;ls;si,mi} - Q_{W;dis;aux,rvd;si,mi}} \quad (13.25)$$

waarin:

- $\eta_{W;dis;si,mi}$ is het dimensieloze distributierendement in maand mi , van een warmtapwatersysteem t.g.v. de warmteverliezen van eventueel aanwezige circulatieleidingen voor warm tapwater in het gebouw en/of op het eigen perceel of t.g.v. de warmteverliezen buiten het verwarmingsseizoen van een eventueel in het gebouw aanwezige distributiesysteem voor verwarming, indien dat tevens wordt gebruikt voor de warmtelevering voor warmtapwaterbereiding met een individuele afleverset;
- $Q_{W;em;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd aan het afgiftedeel van systeem si , bepaald volgens formule (13.9), in kWh;
- $Q_{W;dis;ls;si,mi}$ zijn de warmteverliezen van het circulatiesysteem voor warm tapwater in het gebouw en/of buiten het gebouw binnen de perceelgrens of de warmteverliezen buiten het verwarmingsseizoen van het in het gebouw aanwezige distributiesysteem voor verwarming, in systeem si , in maand mi , bepaald volgens formule (13.26), in kWh;
- $Q_{W;dis;aux;rvd;si,mi}$ is de voor warm tapwater teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen in systeem si , in maand mi , bepaald volgens 13.4.5, in kWh.

OPMERKING 2 De teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van een eventuele circulatiepomp van een oplaadcircuit van een voorraadvat (volgens 13.4.5) zou net als de teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen meegenomen moeten worden. De teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van een circulatiepomp van een oplaadcircuit is echter standaard op nul gesteld.

De berekening van het warmteverlies van een distributiesysteem is gebaseerd op de gemiddelde wateraanvoertemperatuur, de omgevingstemperatuur in een ruimte, de warmtedoorgangscoefficiënt van de leidingen, de lengte van de leidingen en de bedrijfstijd.

Het warmteverlies van een distributiesysteem $Q_{W;dis;ls;si,mi}$ met een circulatiecircuit in een rekenzone wordt berekend door:

$$Q_{W;dis;ls;si,mi} = f_{gebouw;si,W} \times \frac{t_{W;circ;mi}}{1000} \times \sum_{zi} \sum_j \psi_j \times (\vartheta_{W;mean} - \vartheta_{W;amb;zi,mi}) \times (L + L_{equi})_j \quad [\text{kWh}] \quad (13.26)$$

waarin:

- $Q_{W;dis;ls;si,mi}$ zijn de warmteverliezen van het circulatiesysteem voor warm tapwater in het gebouw en/of buiten het gebouw binnen de perceelgrens of de warmteverliezen buiten het verwarmingsseizoen van het in het gebouw aanwezige distributiesysteem voor verwarming, in systeem si , in maand mi , in kWh;
- $f_{gebouw;si,W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;
- ψ is de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van een leidingdeel, in systeem si , volgens formule (13.27), (13.28), (13.29) of bepaald volgens 13.4.3.3, in $\text{W/m}\cdot\text{K}$;
- j is het subscript voor leidingdeel;
- $\vartheta_{W;amb;zi,mi}$ is de omgevingstemperatuur in rekenzone zi , in maand mi , in $^{\circ}\text{C}$; zoals onderstaand bepaald voor verwarmde en onverwarmde zones;
- L is de leidinglengte van leidingdeel j van het circulatiesysteem si , bepaald volgens 13.4.3.3 en verdeeld over de rekenzones zi naar rato van de gebruiksoppervlakte van de rekenzones in systeem si , in m.
Wanneer niet bekend is welke leidingdelen zich in onverwarmde ruimten bevinden, moet hiervoor forfaitair 15 % van de totale leidinglengte L_{si} aangehouden worden. De totale leidinglengte L_{si} in verwarmde zones kan dan verminderd worden met 15 %.
Wanneer meerdere onverwarmde ruimten zijn gedefinieerd (ingevoerd), moet de forfaitaire leidinglengte door de verschillende onverwarmde ruimten in gelijke delen verdeeld worden over de verschillende onverwarmde ruimten. Leidingen die lopen door een AOR, AOS, kruipruimte, niet-geïsoleerde buitenmuur of in een niet-geïsoleerde vloer (die onderdeel is van de thermische schil), buitenlucht of water, moeten alle beschouwd worden als leidingen die lopen door een onverwarmde ruimte. Indien er sprake is van een circulatiesysteem voor warm tapwater en verwarming samen, dan geldt $L = 0$;
- L_{equi} is de equivalente lengte van de leiding in de rekenzone voor kleppen, beugels, enz. volgens formule (13.26a), in m;

$t_{W;circ;mi}$ is de tijd dat het circulatiesysteem in bedrijf is voor de distributie van warmte ten behoeve van alleen warm water, in maand mi , in h.
Indien er sprake is van een circulatiesysteem voor warm tapwater, dan geldt $t_{W;circ;mi} = t_{mi}$. Indien er sprake is van een circulatiesysteem voor warm tapwater en verwarming samen, dan geldt $t_{W;circ;mi} = 0$;

t_{mi} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING 3 Het warmteverlies van een distributiesysteem kan bepaald worden aan de hand van alle specifieke leidingdelen j of aan de hand van de forfaitaire leidinglengte per rekenzone.

Voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van de leidingdelen in die rekenzones mag uitgegaan worden van de meest voorkomende leidingdiameter en isolatiedikte.

OPMERKING 4 Bij circulatieleidingen voor warm tapwater is er over het algemeen sprake van dezelfde leidingdiameter over de totale lengte van de doorgaande circulatieleiding. In de meeste gevallen is ook de isolatiedikte gelijk en komen er alleen verschillen voor tussen verwarmde en niet-verwarmde zones.

De gemiddelde watertemperatuur in het distributiesysteem $\vartheta_{W;mean}$ voor warm tapwater is:

— bij een circulatiesysteem voor warm tapwater: 62,5 °C;

OPMERKING 5 De gemiddelde temperatuur van het circulatiesysteem ligt bij een verschil van 5 °C tussen de aanvoer- en retourtemperatuur van het circulatiesysteem 2,5 °C boven de retourtemperatuur.

Voor verwarmde zones geldt voor de omgevingstemperatuur: $\vartheta_{W;amb;j} = \vartheta_{int;set;H;zi;mi}$ bepaald in 7.9.4. Voor onverwarmde zones is de omgevingstemperatuur afhankelijk van de benaderingswijze van de onverwarmde ruimte(n). Indien de (omgevings)temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimten $\vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ (bepaald volgens formule (7.82)) bekend is (er is een aangrenzende onverwarmde ruimte ingevoerd), dan geldt: $\vartheta_{W;amb;j} = \vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ volgens 7.9.7. Indien de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimten niet bekend is (er is niet één aangrenzende onverwarmde ruimte ingevoerd), dan geldt voor de bepaling van het leidingverlies in de aangrenzende onverwarmde ruimten voor de functie verwarming een temperatuur $\vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ van 13 °C.

De equivalente lengte (L_{equi}) van de leiding in de rekenzone voor kleppen, beugels, enz. wordt als volgt bepaald:

$$L_{equi;j} = \frac{c_{ls;kb}}{\psi_j} \times L \quad (13.26a)$$

waarin:

$c_{ls;kb}$ is de voor het warmteverlies van de leiding gecorrigeerde verliesfactor voor het verlies van kleppen, beugels enz. per leidingdeel in systeem si , in m·K/W.
Voor geïsoleerde kleppen, beugels, enz. is $c_{ls;kb}$ gelijk aan 0,03 m·K/W en voor niet-geïsoleerde kleppen, beugels, enz. of wanneer niet bekend is of de kleppen, beugels, enz. geïsoleerd zijn, is $c_{ls;kb}$ gelijk aan 0,15 m·K/W; in het geval van niet geïsoleerde leidingen kan er uitgegaan worden van niet geïsoleerde kleppen, beugels, enz.

OPMERKING 6 De waarden 0,15 en 0,03 zijn bepaald op basis van NEN-EN 15316-3:2017 en de forfaitaire waarde van de lineaire thermische transmissie ψ_j voor de leiding. Hierdoor is het verlies via de kleppen, beugels, enz. door middel van L_{equi} een vaste toeslag op de leidinglengte.

Lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van leidingen

De lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ voor geïsoleerde leidingen in lucht met een totale warmteoverdrachtscoëfficiënt inclusief geleiding en straling aan de buitenkant, wordt gegeven door:

$$\psi = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2 \times \lambda_D} \times \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \times d_a}\right)} \left[\frac{W}{m} \cdot K \right] \quad (13.27)$$

waarin:

- d_i is de leidingdiameter (buitendiameter) exclusief de isolatie van de leiding, in m;
- d_a is de leidingdiameter inclusief de isolatie van de leiding, in m;
- h_a is de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het totale buitenoppervlak (geleiding en straling), in $W/(m^2 \cdot K)$; $h_a = 8,0 W/(m^2 \cdot K)$ (NEN-EN 15316-3:2017 onder tabel B.4);
- λ_D is de warmtegeleidingscoëfficiënt van de isolatie, in $W/(m \cdot K)$.

Voor in de constructie opgenomen leidingen wordt de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ_{em} gegeven door:

$$\psi_{em} = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_D} \times \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\lambda_{em}} \times \ln \frac{4 \times z}{d_a} \right]} [W/(m \cdot K)] \quad (13.28)$$

waarin:

- d_i is de leidingdiameter (buitendiameter) exclusief de isolatie van de leiding, in m;
- d_a is de leidingdiameter inclusief de isolatie van de leiding, in m;
- z is de diepte van de pijp vanaf het oppervlak, in m;
- λ_{em} is de warmtegeleidingscoëfficiënt van het afdekkende materiaal, in $W/(m \cdot K)$;
- λ_D is de warmtegeleidingscoëfficiënt van de isolatie, in $W/(m \cdot K)$.

Voor ongeïsoleerde leidingen wordt de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ_{non} gegeven door:

$$\psi_{non} = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \times \lambda_p} \times \ln \frac{d_{p;a}}{d_{p;i}} + \frac{1}{h_a \times d_{p;a}}} [W/(m \cdot K)] \quad (13.29)$$

waarin:

- $d_{p;i}, d_{p;a}$ is de binnen- en buitendiameter van de leiding, in m;
- λ_p is de warmtegeleidingscoëfficiënt van het leidingmateriaal, in $W/(m \cdot K)$;
- h_a is de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het totale buitenoppervlak (geleiding en straling), in $W/(m^2 \cdot K)$; $h_a = 8,0 W/(m^2 \cdot K)$ (NEN-EN 15316-3:2017 onder tabel B.4).

Indien onvoldoende gegevens beschikbaar zijn voor de berekening van de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt of de leidinglengte, moet gebruik worden gemaakt van de forfaitaire waarden volgens 13.4.3.3.

13.4.3.3 Rekenwaarden

Lineaire warmtedoorgangscoefficiënt

Voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van de distributieleidingen mag in afwijking van bovenstaande bepalingwijze uitgegaan worden van onderstaande forfaitaire waarden (NEN-EN 15316-3:2017, B.2.2.1 en B.3):

OPMERKING 1 Onderstaande benadering is van toepassing op een circulatiesysteem voor verwarming. Een circulatiesysteem voor warm tapwater verschilt daar niet veel van. Alleen de uittapleidingen voor warm tapwater hebben geen retourleiding. Het distributieverlies van uittapleidingen is beschreven in 13.3. In deze paragraaf zijn alleen de distributieverliezen van circulatieleidingen beschreven.

De forfaitaire rekenwaarde voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van een leidingdeel Ψ_j is gegeven in tabel 13.4. De in de tabel gegeven waarden zijn voor koper. Voor kunststof leidingen is de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt in de regel lager, zodat de hier gegeven waarden ook als forfaitaire waarden voor kunststof leidingen mogen worden toegepast, waarbij de uitwendige diameter als maatstaf moet worden aangehouden (kunststof leidingen zijn meestal iets dikker dan koperen leidingen).

Voor leidingen met afwijkende afmetingen en/of isolatiedikten kan voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt uitgegaan worden van de forfaitaire waarde behorend bij de dichtstbijzijnde isolatiedikte en/of uitwendige diameter. Bij gelijke afstand moet de forfaitaire waarde behorend bij de kleinste isolatiedikte en grootste uitwendige diameter aangehouden worden.

Tabel 13.4 — Indicatie Ψ_f -waarden per m koperen leiding in W/m·K

Diameter leiding	Isolatiedikte					
	mm					
Uitwendig						
mm	0	Onbekend	10	15	20	25
10	0,407	0,165	0,165	0,136	0,114	0,106
12	0,453	0,184	0,184	0,154	0,136	0,124
15	0,539	0,211	0,211	0,174	0,154	0,138
22	0,728	0,271	0,271	0,219	0,189	0,169
28	0,880	0,321	0,321	0,256	0,219	0,194
35	1,049	0,378	0,378	0,299	0,253	0,223
42	1,211	0,435	0,435	0,341	0,287	0,251
54	1,477	0,531	0,531	0,412	0,343	0,299
67	1,753	0,635	0,635	0,488	0,404	0,349
80	2,0	0,74	0,74	0,56	0,46	0,4

OPMERKING 2 Bron voor leidingen met diameter: Waterwerkblad 4.4.A, blz. 18, juni 2004.

Indien de diameter van de circulatieleiding onbekend is, kan bij woongebouwen afhankelijk van het aantal op het tapwatersysteem aangesloten woonfuncties ($N_{\text{woon;si,W}}$) uitgegaan worden van de diameter in tabel 13.29. Wanneer het aantal aangesloten woonfuncties niet bekend is, dan kan dit bepaald worden door $A_{\text{g;gebouw(W)}}$, de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel (dat is aangesloten op een collectief gebouwssysteem voor de functie warm tapwater) te delen door $A_{\text{g;tot}}$, het gebruiksoppervlak van de beschouwde woning.

Tabel 13.29 — Diameter van de circulatieleiding afhankelijk van het aantal aangesloten woonfuncties

Aantal aangesloten woonfuncties ($N_{\text{woon;si,W}}$)	Diameter circulatieleiding mm
≤ 10	28
11 t/m 20	35
> 20	42

In utiliteitsgebouwen kan voor systemen waarop maximaal 500 m² gebruiksoppervlak is aangesloten, uitgegaan worden van een diameter van 35 mm en voor overige systemen van een diameter van 80 mm.

OPMERKING 3 De benodigde diameters voor woongebouwen zijn gebaseerd op woningen met douches die zijn aangesloten op een circulatieleiding met een maximale stroomsnelheid van 0,7 m/s. Deze gegevens zijn ontleend aan VEWIN Waterwerkblad 2.1A en 4.4A. Voor woongebouwen met grotere woningaantallen wordt uitgegaan van meerdere lussen in het circulatiesysteem waardoor de diameter niet verder toeneemt. De klassegrenzen in tabel 13.29 zijn in lijn gebracht met een beperkt aantal praktijkgegevens.

Leidinglengten

Voor de bepaling van de lengte van de leidingdelen mag gebruik worden gemaakt van de werkelijke leidinglengte. De (totale) lengte van de leidingdelen kan forfaitair bepaald worden met formule (13.31).

De maximale leidinglengte van het systeem wordt in beide gevallen bepaald met formule (13.32) en wordt alleen gebruikt voor de bepaling van het hulpenergiegebruik van pompen in formule (13.37) voor het drukverschil in het leidingsysteem.

$$L_{si} = 0,3 \times A_{g;si;red} + 10 \quad (13.31)$$

$$L_{max;si} = 12 + 3 \times n + 0,089 \times A_{g;si;red}/n_{si} \quad (13.32)$$

$$A_{g;si;red} = A_{g;si;W} - A_{g;si;sport} \quad (13.32a)$$

waarin:

- L_{si} is de leidinglengte van systeem si volgens specificaties van het systeem of volgens formule (13.31);
- $L_{max;si}$ is de maximale leidinglengte van de circulatieleiding van systeem si vanaf de opwekker of het voorraadvat naar de verst gelegen uittapleiding;
- $A_{g;si;W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens formules (13.19b) of (13.20a), in m²;
- $A_{g;si;sport}$ is de gebruiksoppervlakte van de aanwezige sport- en/of zwembaden, bepaald volgens 6.6, in m². Bij gebouw(delen) met een gebruiksoppervlakte < 1 000 m² geldt $A_{g;si;sport} = 0$ m²;
- n_{si} is het aantal bouwlagen dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater van het gebouw als geheel waarbij n een minimale waarde heeft van 1.

OPMERKING 1 Wanneer er voor de beoordeling van de energieprestatie van een bestaand gebouw alleen gekeken wordt naar een deel van het gebouw, dan betreft $A_{g;si;sport}$ alleen de gebruiksoppervlakte van de aanwezige sport- en/of zwembaden in het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald.

OPMERKING 2 Bij de toekenning van de gebruiksoppervlakte van het gebouw aan een of meerdere tapwatersystemen moet de volledige gebruiksoppervlakte $A_{g;tot}$ worden toegekend aan de verschillende tapwatersystemen. De correctie op de gebruiksoppervlakte is alleen van toepassing voor de bepaling van $A_{g;si}$ bij de bepaling van de lengte en maximale lengte van de circulatieleiding.

13.4.4 Hulpenergie

13.4.4.1 Principe

Dit betreft de hoeveelheid gebruikte (elektrische) hulpenergie ten behoeve van de energiefunctie warm tapwater, $W_{W;aux;ngen;si,mi}$, in maand mi , voor systeem si (systeemdeel exclusief opwekking).

Het (elektrische-)hulpenergiegebruik omvat de volgende elementen, afhankelijk van de uitvoering van het distributiesysteem:

- a) circulatiepompen;
- b) afleversets.

13.4.4.2 Rekenregels

Deze paragraaf geeft de rekenregels voor het hulpenergiegebruik van een warmtapwatersysteem (gehele systeem exclusief de opwekking, $ngen$), $W_{W;aux;ngen;si,mi}$, in een gegeven maand mi , van een gegeven systeem si . De index voor systeem si wordt omwille van de leesbaarheid weggelaten.

Bepaal het elektrische-hulpenergiegebruik voor distributie volgens:

$$W_{W;aux;ngen;mi} = W_{W;dis;aux;p;mi} + \sum_{conv} W_{W;conv;aux;mi} \quad (13.33)$$

waarin:

- $W_{W;aux;ngen;mi}$ is de hoeveelheid gebruikte elektrische hulpenergie van het distributiesysteem ten behoeve van warm tapwater, voor maand mi (exclusief de hulpenergie ten behoeve van de warmteopwekking), in kWh;
- $W_{W;dis;aux;p;mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van het distributiesysteem voor eventueel aanwezige circulatiepompen, in maand mi , volgens 13.4.4.3, in kWh;
- $W_{W;conv;aux;mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van een individuele afleverset voor warm tapwater, in maand mi , volgens 13.4.4.4, in kWh.

13.4.4.3 Circulatiepompen

13.4.4.3.1 Principe

Het verbruik van eventueel aanwezige circulatiepompen wordt bepaald door het pompvermogen en de tijd dat het circulatiesysteem in gebruik is. In het geval dat er sprake is van een circulatiesysteem met cv-water, wordt de hulpenergie meegenomen bij verwarming.

Voor het circulatiesysteem voor warm tapwater wordt uitgegaan van een continue bedrijfswijze.

13.4.4.3.2 Rekenregels

De berekening van het hulpenergiegebruik van het circulatiesysteem is gebaseerd op het ontwerpvermogen van de circulatiepompen, het drukverschil in het circulatiesysteem bij het ontwerppunt, de volumestroom, de verwachte energiefactor van de circulatiepomp bij het werkpunt en de bedrijfstijd.

De hydraulisch benodigde hoeveelheid energie $W_{W;dis;hydr;si,mi}$ van circulatiesysteem si wordt berekend door:

$$W_{W;dis;hydr;si,mi} = P_{W;hydr;dis;si} \times \beta_{W;dis;si} \times t_{W;circ;mi} \times f_{W;corr;si} \text{ [kWh]} \quad (13.34)$$

waarin:

$P_{W;hydr;dis;si}$ is het hydraulisch vermogen van de circulatiepomp, in kW;

$\beta_{W;dis;si}$ is de deellast van het circulatiesysteem; $\beta_{W;dis;si} = 1$;

$t_{W;circ;mi}$ is de tijd dat het circulatiesysteem van warm tapwater in bedrijf is, in maand mi , bepaald volgens 13.4.3.2, in h;

$f_{W;corr;si}$ is de correctiefactor voor de ontwerpomstandigheden van het circulatiesysteem si .

$$f_{W;corr;si} = f_{HB;si} \times f_{special;si} \quad (13.35)$$

waarin:

$f_{HB;si}$ is de correctiefactor voor hydraulische balancerings van circulatiesysteem si , met als vaste waarde $f_{HB;si} = 1,15$;

$f_{special;si}$ is een speciale factor voor het systeemontwerp; $f_{special;si} = 1$.

Het hydraulische ontwerpvermogen van de circulatiepomp $P_{W;hydr;dis;si}$ wordt als volgt bepaald met een minimale waarde van 0,010 kW:

$$P_{W;hydr;dis;si} = \text{MAX} \left[\frac{\Delta p_{W;dis;si} \times \dot{V}_{W;dis;si}}{3600}; 0,010 \right] \text{ [kW]} \quad (13.36)$$

waarin:

$\Delta p_{W;dis;si}$ [kPa] is het drukverschil in het circulatiesysteem bij het ontwerp punt;

$\dot{V}_{W;dis;si}$ [m³/h] is de volumestroom van distributiesysteem si bij het ontwerp punt.

Het drukverschil in een leidingsysteem si , $\Delta p_{W;dis;si}$, wordt bepaald door:

$$\Delta p_{W;dis;si} = (1 + f_{comp;si}) \times R_{W;max;si} \times L_{max;si} + \Delta p_{W;add;si} \text{ [kPa]} \quad (13.37)$$

waarin:

$f_{comp;si}$ [-] is de weerstandsverhouding van componenten in het circulatiesysteem;

$R_{W;max;si}$ [kPa/m] is het drukverlies per meter lengte van het circulatiesysteem, met als vaste waarde $R_{W;max;si} = 0,10$ kPa/m;

$L_{max;si}$ [m] is de maximale lengte van het circulatiesysteem, volgens 13.4.3;

$\Delta p_{W;add;si}$ [kPa] is de additionele weerstand van het circulatiesysteem, met als vaste waarde $\Delta p_{W;add;si} = 80$ kPa.

De weerstandsverhouding tussen de verschillende componenten van het distributiesysteem (o.a. kleppen, overgangen, fittingen) wordt uitgedrukt in de factor $f_{comp;si}$. Voor $f_{comp;si}$ wordt de volgende waarde aangehouden:

$$f_{comp;si} = 0,4$$

De volumestroom wordt indien niet bekend uit het ontwerp en de situatie bepaald door:

$$\dot{V}_{W;dis;si} = \frac{Q_{W;em;si,mi,max} + Q_{W;dis;ls;si,mi,max}}{30 \times C_p \times \Delta T_w \times \rho_{si}} \times \frac{3600}{f_{gebouw;si;W}} \quad (13.38)$$

waarin:

$\dot{V}_{W;dis;si}$ [m³/h] is de volumestroom van het circulatiesysteem bij het ontwerppunt;

$Q_{W;em;si,mi,max}$ [kWh] is de maximale hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, van alle maanden mi , aangeleverd aan het afgiftedeel van systeem si ;

$Q_{W;dis;ls;si,mi,max}$ [kWh] zijn de maximale warmteverliezen van het circulatiesysteem voor warm tapwater in het gebouw en/of buiten het gebouw binnen de perceelgrens, in systeem si , van alle maanden mi , bepaald volgens 13.4.3;

C_p [kJ/(kg·K)] is de specifieke warmte van het medium in het distributiesysteem, voor water 4,2 kJ/(kg·K);

ρ_{si} [kg/m³] is de soortelijke massa van het medium dat door systeem si stroomt, voor water 1 000 kg/m³ bij 4 °C;

3 600 [s/h] is het aantal seconden per uur voor de omrekening van m³/s naar m³/h;

ΔT_w [K] is het temperatuurverschil tussen de aanvoer en retour van het circulatiesysteem, volgens ontwerpberekening of praktijkmeting, met forfaitaire waarde van 50;

$f_{gebouw;si;W}$ [-] is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwssysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2.

OPMERKING Bij de bepaling van de volumestroom van het distributiesysteem wordt in feite gebruikgemaakt van de maximale $Q_{W;dis;si,mi}$. Er wordt echter geen rekening gehouden met eventuele teruggewonnen verliezen van de circulatiepompen. De factor 30 is gebaseerd op de benodigde tijdsduur waarbinnen de hoeveelheid tapwater geleverd moet kunnen worden. Hiervoor is uitgegaan van circa 1 h per dag.

De energiefactor voor de circulatiepomp $\varepsilon_{W;dis;si}$ van het circulatiesysteem wordt gegeven door:

$$\varepsilon_{W;dis;si} = f_{W;e;si} \times (C_{P1;si} + C_{P2;si} \times \beta_{W;dis;si}^{-1}) \times \frac{EEI_{si}}{0,25} \quad (13.44)$$

waarin:

- $f_{W;e;si}$ [-] is de efficiëntiefactor van het circulatiesysteem;
- $C_{P1;si}$ [-] is de constante, afhankelijk van het regelsysteem van de circulatiepomp, volgens tabel 13.6;
- $C_{P2;si}$ [-] is de constante, afhankelijk van het regelsysteem van de circulatiepomp, volgens tabel 13.6;
- $\beta_{W;dis;si}$ [-] is de deellast van het circulatiesysteem; $\beta_{W;dis;si} = 1$;
- EEI_{si} [-] is de energie-efficiëntie-index van de circulatiepomp.

Als de EEI_{si} conform EU-regeling nr. 622/2012 bekend is, moet deze waarde worden gebruikt. Indien het distributiesysteem si van meerdere pompen met een bekende EEI_{si} is voorzien, moet de EEI_{si} worden bepaald middels het gewogen rekenkundig gemiddelde van EEI op basis van het maximale vermogen ($P_{el;pmp}$) van deze pompen. In andere gevallen moet voor circulatiepompen met $P_{W;hydr;dis} \geq 2,5$ kW de waarde $EEI_{si} = 0,25$ worden aangehouden. In alle andere gevallen geldt voor circulatiepompen: $EEI_{si} = 0,23$.

Tabel 13.6 — Constante $C_{P1,si}$ en $C_{P2,si}$ voor de circulatiepompen van tapwatersystemen

Pompregeling HEAT_DISTR_CTRL_PMP	$C_{P1,si}$	$C_{P2,si}$
0 = 'uncontrolled' of type regeling is onbekend	0,25	0,94
3 = Δp_{const} (constante druk)	0,50	0,63

Indien het werkelijke vermogen van de circulatiepomp in de verschillende bedrijfstoestanden bekend is, moeten deze waarden worden gebruikt. Voor bestaande distributiesystemen si kan het op het energielabel gegeven vermogen van de pomp $P_{el;pmp;si}$ worden gebruikt. Bij circulatiepompen die niet worden geregeld en die op verschillende toerentallen kunnen worden ingesteld, moet $P_{el;pmp;si}$ worden aangehouden bij het toerental waarop de pomp staat ingesteld. De energiefactor wordt dan:

$$f_{W;e;si} = \frac{P_{el;pmp;si}}{P_{W;hydr;dis;si}} \quad [-] \quad (13.39)$$

waarin:

- $P_{el;pmp;si}$ [kW] is het vermogen volgens het energielabel van een geïnstalleerde of volgens ontwerpspecificaties te installeren circulatiepomp van distributiesysteem si (bij het toerental waarop de pomp is ingesteld);
- $P_{W;hydr;dis;si}$ [kW] is het hydraulisch vermogen van de circulatiepomp van warmtapwatersysteem si .

Als het werkelijke vermogen van de circulatiepomp in de verschillende bedrijfstoestanden niet bekend is, wordt voor pompen met $P_{W;hydr;dis} < 2,5$ kW de energiefactor voor de circulatiepomp $f_{W;e;si}$ bepaald door:

$$f_{W;e;si} = \frac{P_{W;ref;si}}{P_{W;hydr;dis;si}} \quad [-] \quad (13.40)$$

waarin:

$P_{W;ref;si}$ [kW] is het referentievermogen van de circulatiepomp van distributiesysteem si ;

$P_{W;hydr;dis;si}$ [kW] is het hydraulisch vermogen van de circulatiepomp van warmtapwatersysteem si .

Voor circulatiepompen met een hydraulisch vermogen $0,001 \text{ kW} < P_{H;hydr;dis} < 2,5 \text{ kW}$ is het referentievermogen $P_{W;ref;si}$:

$$P_{W;ref;si} = 1,7 \times P_{W;hydr;dis;si} + 17 \times \left[\left(1 - e^{-0,3 \times P_{W;hydr;dis;si} \times 1000} \right) \times 10^{-3} \right] \quad [\text{kW}] \quad (13.41)$$

waarin:

$P_{W;hydr;dis;si}$ [kW] is het hydraulisch vermogen van de circulatiepomp van warmtapwatersysteem si .

Voor pompen met $P_{W;hydr;dis} \geq 2,5$ kW wordt de energiefactor $f_{W;e;si}$ bepaald volgens:

$$f_{W;e;si} = \left[1,25 + \left(\frac{0,2}{P_{W;hydr;dis;si}} \right)^{0,5} \times b \right] \quad [-] \quad (13.42)$$

waarin:

b [-] is de factor voor pompontwerp; $b = 2$;

$P_{W;hydr;dis;si}$ [kW] is het hydraulisch vermogen van de circulatiepomp van warmtapwatersysteem si .

13.4.4.3.3 Modulerende pompen met continue bedrijfswijze

De hoeveelheid hulpenergie $W_{W;dis;aux;p;si,mi}$ van distributiesysteem si wordt bepaald door:

$$W_{W;dis;aux;p;si,mi} = W_{W;dis;hydr;si,mi} \times \varepsilon_{W;dis;si} \times f_{gebouw;si,W} \quad [\text{kWh}] \quad (13.43)$$

waarin:

$W_{W;dis;aux;p;si,mi}$ [kWh] is de hoeveelheid benodigde hulpenergie van distributiesysteem si , in maand mi ;

$W_{W;dis;hydr;si,mi}$ [kWh] is de hoeveelheid benodigde hulpenergie op basis van de hydraulische weerstand van distributiesysteem si , in maand mi ;

$\varepsilon_{W;dis;si}$ [-] is de energiefactor van de circulatiepomp van distributiesysteem si ;

$f_{\text{gebouw};si;W}$ [-] is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwstelsel si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2.

13.4.4.4 Afleverset

Bepaal het elektrische-hulpenergiegebruik van een individuele afleverset als volgt:

$$W_{W;\text{conv};\text{aux};mi} = \frac{P_{W;\text{aux};\text{gen};e}}{1\,000} \times t_{mi} \quad (13.46)$$

waarin:

$W_{W;\text{conv};\text{aux};mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van een individuele afleverset voor warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$P_{W;\text{aux};\text{gen};e}$ is het hulpenergiegebruik voor elektronica tijdens stand-by; voor een individuele afleverset geldt $P_{W;\text{aux};\text{gen};e} = 10\text{ W}$;

t_{mi} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h.

13.4.5 Terugwinbare systeemverliezen

Het terugwinbare warmteverlies van distributiesystemen voor warm tapwater $Q_{W;\text{dis};\text{rbl}}$ in de verwarmde rekenzones, wordt gegeven door formule (13.47):

$$Q_{W;\text{dis};\text{rbl};mi} = f_{W;\text{dis};\text{rbl};mi} \times Q_{W;\text{dis};\text{ls};mi} + f_{W;\text{conv};\text{rbl}} \times Q_{W;\text{dis};\text{conv};\text{ls};si;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.47)$$

waarin:

$Q_{W;\text{dis};\text{rbl};mi}$ zijn de voor ruimteverwarming terugwinbare warmteverliezen van het circulatiesysteem voor warm tapwater in het gebouw en/of buiten het gebouw binnen de perceelgrens, in maand mi , in kWh;

$f_{W;\text{dis};\text{rbl};mi}$ is het deel van de distributieverliezen dat terugwinbaar is doordat deze verliezen optreden in verwarmde zones, in maand mi .

Indien alle leidingen zich bevinden in verwarmde zones, dan geldt $f_{W;\text{dis};\text{rbl}} = 1$; in alle overige gevallen geldt $f_{W;\text{dis};\text{rbl}} = 0,85$.

$Q_{W;\text{dis};\text{ls};mi}$ zijn de warmteverliezen van het circulatiesysteem voor warm tapwater in het gebouw en/of buiten het gebouw binnen de perceelgrens, in maand mi , bepaald volgens formule (13.26), in kWh;

$f_{W;\text{conv};\text{rbl}}$ is het deel van de warmteverliezen van de afleverset dat terugwinbaar is doordat deze verliezen optreden in verwarmde zones; voor afleversets geldt $f_{W;\text{conv};\text{rbl}} = 1$ als vaste waarde;

$Q_{W;\text{dis};\text{conv};\text{ls};si;mi}$ zijn de warmteverliezen van alle toegepaste afleversets voor warm tapwater, in stelsel si , in maand mi , volgens 13.4.2, in kWh.

OPMERKING In het geval van een afleverset wordt geen onderscheid gemaakt naar (on)verwarmde ruimten; het terugwinbaar systeemverlies wordt als verwaarloosbaar beschouwd. Bij distributieleidingen van circulatiesystemen wordt niet bepaald welk deel van de leidingen zich bevindt in onverwarmde ruimten.

Hulpenergie

De terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik voor distributiesystemen voor warm tapwater $Q_{W;dis;aux;rbl}$ als warmteafgifte in de verwarmde rekenzones, wordt bepaald door:

$$Q_{W;dis;aux;rbl;mi} = f_{rbl;dis} \times W_{W;dis;aux;p;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.49)$$

waarin:

$Q_{W;dis;aux;rbl;mi}$ is de voor ruimteverwarming terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen, in maand mi , in kWh;

$W_{W;dis;aux;p;mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van het distributiesysteem voor eventueel aanwezige circulatiepompen, in maand mi , in kWh;

$f_{rbl;dis}$ is de factor voor de terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik voor distributiesystemen met als vaste waarde $f_{rbl;dis} = 0,20$.

De voor warm tapwater teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen voor warm tapwater $Q_{W;dis;aux;rvd;mi}$ als warmteafgifte aan het warm tapwater, wordt bepaald door:

$$Q_{W;dis;aux;rvd;mi} = (1 - f_{rbl;dis}) \times W_{W;dis;aux;p;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.50)$$

waarin:

$Q_{W;dis;aux;rvd;mi}$ is de voor warm tapwater teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen, in maand mi , in kWh.

13.5 Warmteterugwinning uit douchewater

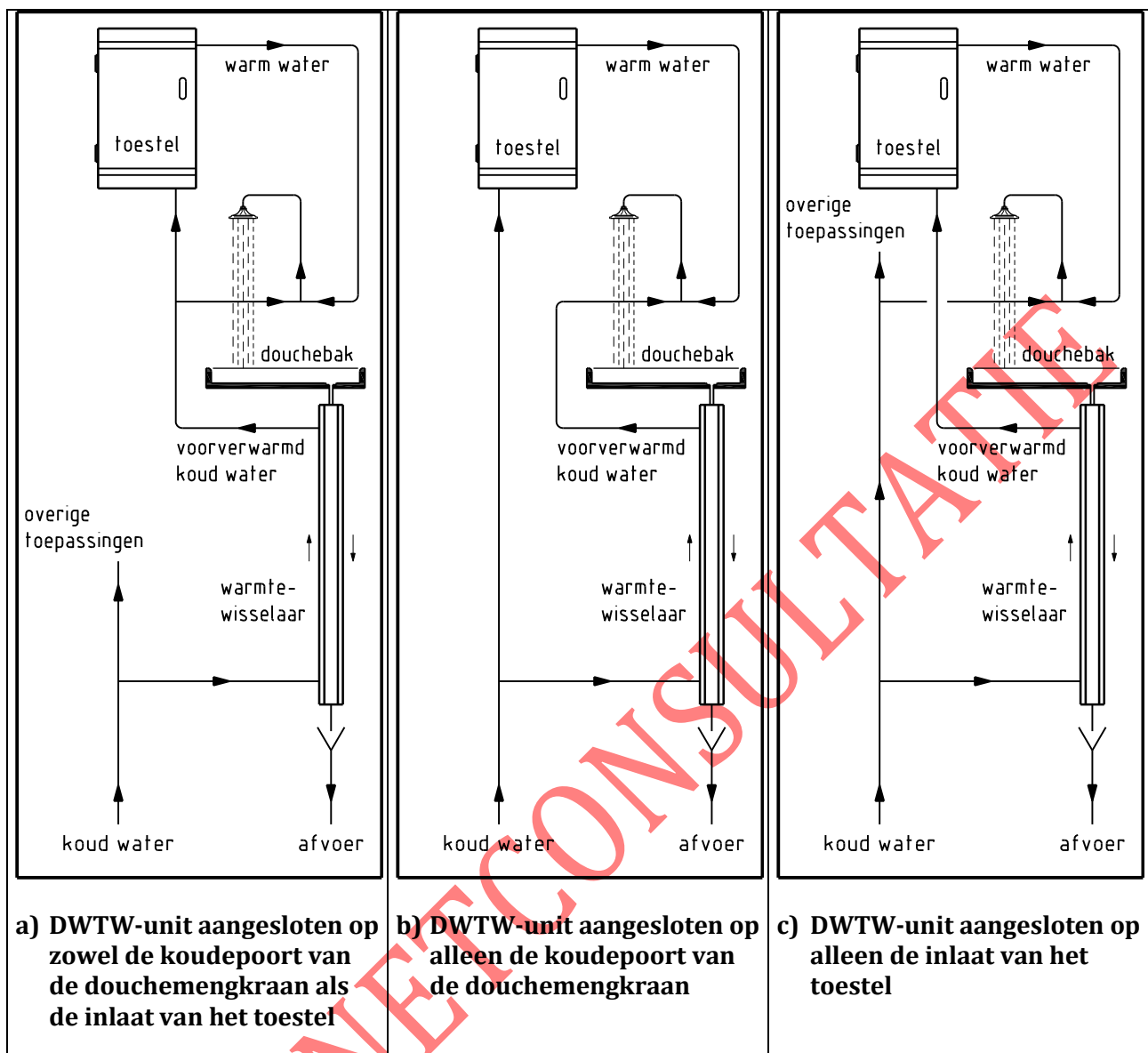
13.5.1 Principe

Warmteterugwinning uit douchewater betreft de hoeveelheid teruggewonnen thermische energie ten behoeve van de energiefunctie warm tapwater, $Q_{W;rtd;zi;mi}$, aangeleverd door warmteterugwinning uit de afvoer van warm tapwater, in maand mi , van systeem si .

In alle woningen en gebouwen met een douche kan een douchewaterwarmteterugwinunit (DWTW-unit) worden toegepast, waarbij warmte van het douchewater wordt gebruikt om drinkwater te verwarmen voor gebruik aan de koudepoort van de mengkraan van de douche en/of de inlaat van het toestel voor warmtapwaterbereiding.

OPMERKING Bij gebruik van warm tapwater voor het douchen vinden de aanvoer van koud water en de afvoer van warm rioolwater altijd gelijktijdig plaats. Dit in tegenstelling tot het overige warmtapwatergebruik. Deze gelijktijdigheid is noodzakelijk voor een eenvoudige wijze van warmteterugwinning, die ook betrekkelijk eenvoudig te reguleren is.

De drie manieren waarop de individuele DWTW-unit kan worden aangesloten in combinatie met een individueel opwekkingstoestel, zijn geschetst in figuur 13.1. Bij combinatie met een circulatiesysteem warm tapwater wordt alleen het systeem van figuur 13.1 b) toegepast. In sportcomplexen kunnen afwijkende systemen worden toegepast met parallel geschakelde warmtewisselaars.



Figuur 13.1 — DWTW-units

In deze NTA wordt verondersteld dat toepassing van DWTW alleen een vermindering van de nettotapvraag veroorzaakt. Deze vermindering wordt bepaald door:

- a) de prestatie van de toegepaste DWTW-unit, bepaald volgens de methode in bijlage U;
- b) de wijze waarop de DWTW-unit is aangesloten;
- c) de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater.

13.5.2 Rekenregels

Deze paragraaf geeft de rekenregels voor de bijdrage van eventuele DWTW van een warmtapwatersysteem, $Q_{w;rcd;si,mi}$, in een gegeven maand mi , van een gegeven systeem si . De indexen voor maand mi en voor systeem si worden omwille van de leesbaarheid weggelaten.

Bepaal de maandelijkse warmtebijdrage van DWTW voor de categorie woningbouw volgens:

$$Q_{W;rcd;d} = Q_{W;sh;rcd;d} = C_{W;nd;sh} \times Q_{W;nd;d} \times \eta_{W;sh;rcd} \times f_{prac;sh} \times C_{W;sh;rcd;T} \times C_{W;sh;rcd;conf} \quad (13.51)$$

Bepaal de maandelijkse warmtebijdrage van DWTW voor de categorie utiliteitsbouw volgens:

$$Q_{W;rcd;u} = Q_{W;sh;rcd;u} = C_{W;nd;sh} \times Q_{W;nd;u} \times \eta_{W;sh;rcd} \times f_{prac;sh} \times C_{W;sh;rcd;T} \times C_{W;sh;rcd;conf} \quad (13.52)$$

waarin:

- $Q_{W;rcd;d}$ is de hoeveelheid teruggewonnen thermische energie ten behoeve van de energiefunctie warm tapwater, aangeleverd door warmteterugwinning uit de afvoer van warm tapwater, voor de categorie woningbouw, in kWh;
- $Q_{W;rcd;u}$ is de hoeveelheid teruggewonnen thermische energie ten behoeve van de energiefunctie warm tapwater, aangeleverd door warmteterugwinning uit de afvoer van warm tapwater, voor de categorie utiliteitsbouw, in kWh;
- $Q_{W;sh;rcd;d}$ is de (maandelijkse) warmtebijdrage van een DWTW, voor de categorie woningbouw, in kWh;
- $Q_{W;sh;rcd;u}$ is de (maandelijkse) warmtebijdrage van een DWTW, voor de categorie utiliteitsbouw, in kWh;
- $C_{W;nd;sh}$ is het dimensieloze aandeel van het doucheverbruik in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater, bepaald volgens 13.5.3;
- $Q_{W;nd;d}$ is de nettowarmtebehoefte voor de categorie woningbouw ten behoeve van warm tapwater, bepaald volgens 13.1, in kWh;
- $Q_{W;nd;u}$ is de nettowarmtebehoefte voor de categorie utiliteitsbouw ten behoeve van warm tapwater, bepaald volgens 13.1, in kWh;
- $\eta_{W;sh;rcd}$ is het gemiddelde thermische rendement van de DWTW-unit, behorend bij de toepassingsklasse van het toegepaste toestel voor warmtapwaterbereiding, bepaald volgens de methode in bijlage U of 13.5.3; indien in een woning twee of meer douches zijn geplaatst, dan moet het gemiddelde thermische rendement worden bepaald volgens formule (13.53);
- $f_{prac;sh}$ is de dimensieloze correctiefactor voor het thermische rendement van de DWTW-unit onder praktijkomstandigheden, met als vaste waarde $f_{prac;sh} = 0,95$;
- $C_{W;sh;rcd;T}$ is de dimensieloze correctiefactor voor het thermische rendement van de DWTW-unit voor het verschil in temperatuur tussen de douche (40 °C) en de temperatuur aan de inlaat van de DWTW-unit (35 °C), bepaald volgens 13.5.3;
- $C_{W;sh;rcd;conf}$ is de dimensieloze correctiefactor voor het thermische rendement van de DWTW-unit voor de wijze van aansluiten van de DWTW-unit, bepaald volgens 13.5.3.

Bepaal in het geval van meerdere DWTW-units binnen hetzelfde tapwatersysteem het gemiddelde thermische rendement van de DWTW-unit, $\eta_{W;sh;rcd}$, volgens:

$$\eta_{W;sh;rcd} = \frac{\sum_{N_{sh}} \eta_{W;sh;rcd;j}}{N_{sh}} \quad (13.53)$$

waarin:

$\eta_{W;sh;rcd;i}$ is het thermische rendement van de DWTW-unit voor douchenummer i , behorend bij de toepassingsklasse van het toegepaste toestel voor warmtapwaterbereiding, bepaald volgens de methode in bijlage U. Indien een douche niet is aangesloten op een DWTW-unit, dan is het DWTW-rendement 0,0. Indien twee of meer douches zijn aangesloten op dezelfde DWTW-unit, dan is het DWTW-rendement voor deze douches identiek;

N_{sh} is het aantal douches van systeem si .

Indien voor de categorie utiliteitsbouw niet bekend is welke douche(s) op welk type DWTW-unit is (zijn) aangesloten en/of wat daarvan het thermische rendement is, dan geldt in het geval dat meer dan 80 % van de douches is aangesloten op een DWTW-unit: $\eta_{W;sh;rcd} = \text{MIN}[\eta_{W;sh;rcd;1}; \eta_{W;sh;rcd;2}; \text{enz.}]$.

VOORBEELDEN

— Eén douche met één DWTW-unit:
$$\eta_{W;sh;rcd} = \eta_{W;sh;rcd;1} \quad (13.54)$$

— Twee douches met één gezamenlijke DWTW-unit:
$$\eta_{W;sh;rcd} = \frac{\eta_{W;sh;rcd;1} + \eta_{W;sh;rcd;1}}{2} = \eta_{W;sh;rcd;1} \quad (13.55)$$

— Twee douches met ieder één (verschillende) DWTW-unit:
$$\eta_{W;sh;rcd} = \frac{\eta_{W;sh;rcd;1} + \eta_{W;sh;rcd;2}}{2} \quad (13.56)$$

— Twee douches waarvan één met DWTW:
$$\eta_{W;sh;rcd} = \frac{\eta_{W;sh;rcd;1} + 0}{2} \quad (13.57)$$

13.5.3 Rekenwaarden

Het aandeel van het doucheverbruik in de nettowarmtebehoefte voor warm tapwater is afhankelijk van de gebruiksfunctie en is gegeven in tabel 13.7.

Tabel 13.7 — Rekenwaarden aandeel doucheverbruik (vaste waarden)

Gebruiksfunctie of (gedeelte van een) gebouw	$C_{W;nd;sh}$ —
Woonfunctie	0,80
Bijeenkomstfunctie	0
Celfunctie	0,40
Gezondheidszorgfunctie	0,40
Kantoorfunctie	0
Logiesfunctie	0,60
Onderwijsfunctie	0
Sportfunctie	0,80
Winkelfunctie	0

Het thermische rendement van DWTW wordt bepaald volgens de methode in bijlage U.

Voor woningen, woongebouwen e.d. wordt het rendement gebruikt dat is bepaald bij de toepassingsklasse van het toegepaste toestel voor warmtapwaterbereiding. Indien deze toepassingsklasse niet bekend is, wordt uitgegaan van toepassingsklasse 4.

Voor utiliteit wordt het rendement gebruikt dat is bepaald bij toepassingsklasse 4.

Voor het thermische rendement van DWTW bedraagt de rekenwaarde:

— $\eta_{W;sh;rcd} = 0,40$ voor verticale DWTW;

— $\eta_{W;sh;rcd} = 0,20$ voor horizontale DWTW;

— $\eta_{W;sh;rcd} = 0,20$ indien niet duidelijk is of er sprake is van een verticale of horizontale DWTW.

OPMERKING 1 In de praktijk zijn verticale DWTW-units beschikbaar met een rendement $\eta_{W;sh;rcd} > 0,5$, gemeten volgens bijlage U. In de praktijk zijn horizontale DWTW-units beschikbaar met een rendement $\eta_{W;sh;rcd} > 0,4$, gemeten volgens bijlage U.

De correctiefactor voor het thermische rendement van DWTW wordt toegepast als correctie voor het verschil in temperatuur tussen de douche (40 °C) en de inlaat van de DWTW (35 °C), en bedraagt:

— $C_{W;sh;rcd;T} = 0,83$ (vaste waarde).

OPMERKING 2 Bij een ΔT van 30 °C over de DWTW (40 °C – 10 °C) komt een vermindering met 5 °C overeen met een daling van 17 %.

De correctiefactor voor het thermische rendement van DWTW wordt toegepast op de wijze van aansluiten van de DWTW-unit en is in tabel 13.8 gegeven.

Tabel 13.8 — Correctiefactor voor het thermische rendement van de DWTW-unit voor de wijze van aansluiten

Wijze van aansluiten van de DWTW-unit	$C_{W;sh;rcd;conf}$ —
Individuele DWTW-unit aangesloten op zowel de koudepoort van de douchemengkraan als de inlaat van het toestel (figuur 13.1 a))	1,00
Individuele DWTW-unit aangesloten op alleen de koudepoort van de douchemengkraan (figuur 13.1 b))	0,85
Individuele DWTW-unit aangesloten op alleen de inlaat van het toestel (figuur 13.1 c))	0,75
Verschillende DWTW-units in gezamenlijke opstelling, waaronder parallelle opstelling	0,75
Aansluitwijze onbekend	0,75

OPMERKING 3 Bij beide aansluitvarianten daalt de hoeveelheid drinkwater via de DWTW. Daarom daalt het rendement van de DWTW-unit. Bij gezamenlijke opstelling is het mogelijk dat de gelijktijdigheid van gebruik vermindert en de verliezen toenemen.

13.5.4 Terugwinbare systeemverliezen

De warmte uit de afvoer van warm tapwater die via de DWTW-unit wordt verkregen, is een teruggewonnen verlies. De resterende warmte uit de afvoer van warm tapwater die niet wordt teruggewonnen via de DWTW-unit, wordt als niet-terugwinbaar beschouwd.

13.6 Voorraadvaten

13.6.1 Principe

Bij de buffering van warmte in voorraadvaten voor het warmtapwatersysteem wordt rekening gehouden met warmteverliezen en eventuele hulpenergie voor het laden van warmte in het voorraadvat.

De verliezen en het hulpenergiegebruik van duurzame energiesystemen die gebruikmaken van zonnewarmte (zonneboilersystemen), worden besproken in 13.7.

De verliezen en het hulpenergiegebruik van voorraadvaten die deel uitmaken van het opweksysteem, zijn opgenomen bij opwekkers indien de opwektoestellen zijn getest inclusief het voorraadvat. Opwektoestellen worden behandeld in 13.8.

Bij tapwatersystemen kunnen de volgende systemen met voorraadvaten beschouwd worden:

- a) direct verwarmd voorraadvat zoals een elektroboiler of gasboiler;
- b) indirect verwarmd voorraadvat: verwarmd via verwarmingstoestel of -systeem;
- c) systeem met zonnewarmte (dit wordt apart besproken in 13.7).

De methode die wordt gepresenteerd in deze NTA, is van toepassing op een of meerdere voorraadvaten.

Bij de bepaling van het warmteverlies van een voorraadvat moet dit per voorraadvat bepaald worden.

13.6.2 Rekenregels

Deze paragraaf geeft de rekenregels voor de verliezen van een eventueel voorraadvat van een warmtapwatersysteem, $Q_{W;sto;ls;si,mi}$ in een gegeven maand mi , van een gegeven systeem si .

Voor individuele toestellen zijn de verliezen van het voorraadvat in de meeste gevallen meegenomen bij de bepaling van het opwekkingsrendement. Voor zonne-energiesystemen wordt het verlies van het voorraadvat en een eventueel naverwarmerdeel van het voorraadvat berekend volgens 13.7. In beide gevallen geldt:

$$Q_{W;sto;ls;si,mi} = 0$$

OPMERKING 1 Dit is van toepassing bij de opwekkingsrendementen volgens 13.8.4.4 (boosterwarmtepompen) wanneer het (hulp)energiegebruik forfaitair is bepaald, volgens 13.8.4.5.2 en 13.8.4.5.4 (direct verwarmde voorraadvaten met uitzondering van elektroboilers), en wanneer gebruik is gemaakt van de forfaitaire waarden uit 13.8.4.6 en 13.8.4.7.2. Bij opwekkingsrendementen die zijn bepaald volgens 13.8.4.2 (24 uurtest) en 13.8.4.3, is dit alleen van toepassing wanneer het toestel samen met het voorraadvat is getest.

Bereken in alle andere gevallen de verliezen van het voorraadvat.

OPMERKING 2 Dit is van toepassing op elektroboilers, op indirect verwarmde voorraadvaten en op voorraadvaten in (individuele) systemen wanneer de verliezen van het voorraadvat niet zijn meegenomen in het opwekkingsrendement of in de test van het tapwatertoestel.

Bepaal de warmteverliezen van een voorraadvat als volgt:

$$Q_{W;sto;ls;si,mi} = f_{gebouw;si;W} \times f_{sto;bac;acc} \times \frac{t_{mi}}{1000} \times \left(H_{sto;ls} \times (\vartheta_{sto;set} - \vartheta_{sto;amb}) + (f_{sto;dis;ls} - 1) \times S_{sto;ls;conn} \right) \quad (13.58)$$

waarin:

- $Q_{W;sto;ls;si,mi}$ is de hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel voorraadvat ten behoeve van warm tapwater van systeem si , in maand mi , in kWh;
- $f_{gebouw;si;W}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;
- $f_{sto;bac;acc}$ is de weegfactor afhankelijk van het type regeling en de grootte van het voorraadvat met als forfaitaire waarde 1,0 (NEN-EN 15316-5:2017, tabel B.3);
- $H_{sto;ls}$ is de transmissiefactor voor het warmteverlies van het voorraadvat, bepaald volgens 13.6.3, in W/K;
- $\vartheta_{sto;set}$ is de ingestelde temperatuur van de opslag, in °C;
 — voor tapwatersystemen met alleen uittapleidingen: $\vartheta_{sto;set} = 60$ °C;
 — voor tapwatersystemen met circulatieleidingen: $\vartheta_{sto;set} = 65$ °C;
 — voor tapwatersystemen met een heet- of kokendwaterkraan: $\vartheta_{sto;set} = 90$ °C;
- $\vartheta_{sto;amb}$ is de omgevingstemperatuur van de ruimte waar het voorraadvat is opgesteld, in °C. Voor verwarmde ruimten moet gebruik worden gemaakt van $\vartheta_{int;set;H;zi,mi}$, bepaald in 7.9.4; voor onverwarmde zones is de omgevingstemperatuur afhankelijk van de benaderingswijze van de onverwarmde ruimte(n). Indien de (omgevings)temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimten $\vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ (bepaald volgens formule (7.82)) bekend is (er is een aangrenzende onverwarmde ruimte ingevoerd), dan geldt: $\vartheta_{sto;amb} = \vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ volgens 7.9.7. Indien de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimten niet bekend is (er is niet één aangrenzende onverwarmde ruimte ingevoerd), dan geldt $\vartheta_{sto;amb} = 13$ °C;
- $f_{sto;dis;ls}$ is de vermenigvuldigingsfactor voor warmteverliezen t.g.v. verbonden leidingen, bepaald volgens 13.6.3;
- $S_{sto;ls;conn}$ is het maximale warmhoudverlies t.g.v. de aansluitingen op het voorraadvat, bepaald volgens 13.6.3, in W.

In afwijking van het bovenstaande mag het energieverlies van een voorraadvat geproduceerd in 2016 of later met een volume van maximaal 500 l ook bepaald worden aan de hand van het energielabel van het voorraadvat conform CDR 812/2013. De verliezen worden dan als volgt berekend:

$$Q_{W;sto;ls;si,mi} = f_{gebouw;si;W} \times f_{sto;bac;acc} \times \frac{t_{mi}}{1000} \times \left(S_{sto;ls} + (f_{sto;dis;ls} - 1) \times S_{sto;ls;conn} \right) \quad (13.59)$$

waarin:

$S_{sto;ls}$ [W] is het maximale gestandaardiseerde warmteverlies van het voorraadvat, bepaald volgens 13.6.3.

Voor voorraadvaten met een volume van meer dan 500 l is niet automatisch een energielabel beschikbaar. Voor voorraadvaten van maximaal 2 000 l zijn de vereisten op basis van CDR 814/2013 echter hetzelfde als voor vaten met een volume van maximaal 500 l. Voor beide typen voorraadvaten kan het energieverlies worden bepaald door gebruik te maken van de forfaitaire waarden voor het energielabel op basis van het fabricagejaar. Ook voor voorraadvaten van meer dan 2 000 l mag deze methode gebruikt worden.

Voor voorraadvaten geproduceerd in 2015 of eerder mag voor de bepaling van het energieverlies ook gebruik worden gemaakt van de forfaitaire waarde voor het energielabel.

13.6.3 Rekenwaarden

Warmteoverdrachtscoëfficiënt

Stand-byverliezen worden meestal bepaald aan de hand van energieverliezen tijdens een 24 uurperiode. Indien voor $Q_{stb;ls;ref}$ gegevens beschikbaar zijn, dan mag $H_{sto;ls}$ als volgt bepaald worden:

$$H_{sto;ls} = \frac{1\,000 \times Q_{stb;ls;ref}}{24 \times (\vartheta_{sto;set;ref} - \vartheta_{amb;ref})} \quad (13.60)$$

waarin:

$Q_{stb;ls;ref}$ is het stand-byverlies onder gestandaardiseerde condities van de testresultaten, in kWh/24 h;

$\vartheta_{sto;set;ref}$ is de watertemperatuur in het voorraadvat bij de gestandaardiseerde condities van de testresultaten, in °C;

$\vartheta_{amb;ref}$ is de omgevingstemperatuur bij de gestandaardiseerde condities van de testresultaten, in °C.

Rond $H_{sto;ls}$ af naar boven op twee significante cijfers tot de dichtstbijzijnde getalswaarde uit de in bijlage X gegeven reeks.

Het stand-byverlies van elektrische voorraadtoestellen moet worden bepaald met NEN-EN-IEC 60379:2004.

Vermenigvuldigingsfactor voor aansluitingen

$f_{sto;dis;ls}$ is een vermenigvuldigingsfactor die wordt gebruikt om het effect te kenmerken van de warmteverliezen van de leidingen en de hulpstukken die eraan vastzitten. Hiervoor worden de volgende waarden aangehouden:

— $f_{sto;dis;ls} = 1$: geen thermische bruggen en geen vloeistofuitwisseling tussen voorraadvat en distributiesysteem waarbij rekening wordt gehouden met de leidingverbindingen. Dit komt overeen met het ideale geval waarin de warmteverliezen volledig worden meegenomen in het distributiedeel of afgiftedeel.

Indien er bij de bepaling van het verlies van het voorraadvat gebruik wordt gemaakt van meetgegevens voor $H_{sto;ls}$, dan geldt $f_{sto;dis;ls} = 1$.

- $f_{sto;dis;ls} = 2$: in aanvulling op de situatie bij $f_{sto;dis;ls} = 3$ of $f_{sto;dis;ls} = 4$ is er bij een standaardsituatie met 4 of meer dan 4 aansluitingen ook sprake van isolatie van eventuele T-stukken en kleppen die zijn aangesloten op de warmwater- en cv-waterleidingen en van niet-gebruikte aansluitpunten. Deze situatie is ook van toepassing op elektroboilers (met en zonder geïsoleerde leidingen), wanneer er geen meetgegevens beschikbaar zijn.
- $f_{sto;dis;ls} = 3$: komt overeen met de gebruikelijke situatie in de praktijk: de thermische isolatie is alleen geïnstalleerd op rechte delen van de aangesloten warmtapwater- en cv-waterleidingen, de T-stukken van de leidingen zijn niet geïsoleerd, de kleppen zijn niet geïsoleerd, enz. en er is geen 'heat trap'. In een dergelijk geval worden de warmteverliezen vermenigvuldigd met 3, vergeleken met de theoretische berekening waarbij gebruik wordt gemaakt van de lambdawaarden en dikte van de isolatie. Uitgaande van een standaardsituatie met 4 aansluitingen.
- $f_{sto;dis;ls} = 4$: gelijk aan de situatie bij $f_{sto;dis;ls} = 3$, maar dan met meer dan 4 aansluitingen.
- $f_{sto;dis;ls} = 5$: ongeïsoleerd.

Bij de bepaling van het aantal aansluitingen op een voorraadvat gaat het om het aantal aansluitpunten, ongeacht of deze aansluitpunten wel of niet zijn aangesloten of in gebruik zijn. Aansluitpunten aan de onderzijde van het voorraadvat mogen buiten beschouwing blijven.

OPMERKING Bij elektroboilers zijn er maar 2 aansluitpunten, waardoor de verliezen via de aansluitingen beperkt zijn ten opzichte van een indirect verwarmd vat waarbij er 4 of meer aansluitpunten zijn.

Warmhoudverlies door aansluitingen

Bij bepaling van het warmteverlies van het voorraadvat volgens formule (13.58) wordt het warmhoudverlies door aansluitingen $S_{sto;ls;conn}$ als volgt bepaald:

$$S_{sto;ls;conn} = \text{MAX}(H_{sto;ls} \times 45; S_{sto;ls,labelC}) \quad (13.60a)$$

waarin:

$S_{sto;ls;conn}$ is het maximale warmhoudverlies t.g.v. de aansluitingen op het voorraadvat, in W;

$S_{sto;ls,labelC}$ is het maximale gestandaardiseerde warmhoudverlies van het voorraadvat, bij energielabel C, bepaald volgens 13.6.3, in W.

Bij bepaling van het warmteverlies van het voorraadvat volgens formule (13.59) is het warmhoudverlies door aansluitingen afhankelijk van het energielabel van het voorraadvat. Hanteer voor $S_{sto;ls;conn}$ bij voorraadvaten met energielabel A+, A of B het warmhoudverlies $S_{sto;ls}$ van het voorraadvat volgens respectievelijk energielabel A+, A of B. In alle overige gevallen kan uitgegaan worden van energielabel C.

Warmhoudverlies volgens energielabel

Het maximale gestandaardiseerde warmhoudverlies van het voorraadvat, $S_{sto;ls}$, kan volgens tabel 13.9 afgeleid worden uit het energielabel conform CDR 812/2013.

Voor voorraadvaten geproduceerd in of na 2018 bedraagt het energielabel ten minste label C. Indien het energielabel onbekend is, mag voor het warmhoudverlies van voorraadvaten geproduceerd in of na 2018 daarom uitgegaan worden van energielabel C. Voor het warmhoudverlies van voorraadvaten geproduceerd in 2017 of eerder of wanneer het productiejaar onbekend is, moet uitgegaan worden van label G.

Voor voorraadvaten die zijn ingebouwd in een keuken, kitchenette of pantry, en die alleen worden gebruikt voor warm tapwater in de keuken, mag forfaitair worden uitgegaan van een volume van 10 l.

Tabel 13.9 — Maximaal warmhoudverlies van het voorraadvat op basis van het energielabel (CDR 812/2013)

Energie-efficiëntieklasse (energielabel)	$S_{sto;ls}$ (in W met opslagvolume V in liter)
A+	$5,5 + 3,16 \times V^{0,4}$
A	$7,0 + 3,7 \times V^{0,4}$
B	$10,25 + 5,09 \times V^{0,4}$
C	$14,33 + 7,13 \times V^{0,4}$
D	$18,83 + 9,33 \times V^{0,4}$
E	$23,5 + 11,99 \times V^{0,4}$
F	$28,5 + 15,16 \times V^{0,4}$
G	$31 + 16,66 \times V^{0,4}$

OPMERKING Voor het warmhoudverlies op basis van het energielabel is voor klasse A t/m F uitgegaan van het gemiddelde verlies binnen de labelklassegrenzen.

13.6.4 Hulpenergie

13.6.4.1 Principe

Indien er sprake is van een indirect verwarmd voorraadvat, is er sprake van hulpenergie voor de circulatiepomp van het oplaadcircuit. Deze hulpenergie is bij toestellen die als geheel zijn getest, reeds verrekend bij de hulpenergie van het toestel. Ook in andere situaties, wanneer de circulatiepomp van het verwarmingssysteem wordt benut voor het opladen van het voorraadvat, kan de hulpenergie reeds verrekend zijn bij het opweksysteem.

13.6.4.2 Rekenregels

In het geval van een indirect verwarmd voorraadvat geldt voor de hulpenergie van de circulatiepomp van het oplaadcircuit $W_{w;aux;sto;mi} = 0$.

13.6.5 Terugwinbare systeemverliezen

De terugwinbare energie voor ruimteverwarming wordt voor het voorraadvat als volgt berekend op basis van het energieverlies.

Terugwinbare warmteverliezen van het voorraadvat:

$$Q_{W;sto;ls;rb;env;zi,mi} = Q_{sto;ls;si,mi} \times f_{sto;rm} \times \frac{A_{g;zi,si}}{A_{g;si;W}} \quad (13.63)$$

waarin:

- $Q_{W;sto;ls;rbl;env;zi,mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare thermische systeemverlies van het verwante opslagsubstelsysteem voor warm tapwater in maand mi , in rekenzone zi , in kWh;
- $Q_{W;sto;ls;si,mi}$ is de totale hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel voorraadvat $stoi$ ten behoeve van warm tapwater van systeem si , in maand mi , bepaald volgens 13.6.2, in kWh;
- $f_{sto;rm}$ is het deel van de warmteverliezen dat wordt overgedragen aan de omgeving met als vaste waarde $f_{sto;rm} = 1,0$;
- $A_{g;zi,si}$ is de gebruiksoppervlakte in zone zi die door systeem si wordt bediend, in m²;
- $A_{g;si;W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwstelsysteem si voor de functie warm tapwater, in m², volgens formules (13.19b) of (13.20a).

Het volgende wordt berekend op basis van de waarden van eventueel aanwezige circulatiepompen voor het oplaadcircuit.

Het terugwinbare deel van de hulpenergie dat wordt overgedragen aan het medium:

$$Q_{W;sto;aux;rbd;zi,mi} = W_{W;aux;sto;mi} \times f_{rbd;aux} \quad (13.64)$$

Het terugwinbare deel van de hulpenergie dat wordt overgedragen aan de omgeving:

$$Q_{W;sto;aux;rbl;zi,mi} = W_{W;aux;sto;mi} \times f_{sto;rm} \times (1 - f_{rbd;aux}) \times \frac{A_{g;zi,si}}{A_{g;si;W}} \quad (13.65)$$

waarin:

- $Q_{W;sto;aux;rbd;zi,mi}$ is de voor warm tapwater teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van een eventuele circulatiepomp van een oplaadcircuit, in rekenzone zi , in maand mi , in kWh;
- $f_{rbd;aux}$ is het deel van de hulpenergie dat wordt overgedragen aan het medium; met als vaste waarde $f_{rbd;aux} = 0$;
- $Q_{W;sto;aux;rbl;zi,mi}$ is de voor ruimteverwarming terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik van eventueel aanwezige circulatiepompen voor het oplaadcircuit, in maand mi , in kWh;
- $W_{W;aux;sto;mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van het distributiesysteem voor eventueel aanwezige circulatiepompen in het oplaadcircuit, in maand mi , bepaald volgens 13.6.4.2, in kWh;
- $f_{sto;rm}$ is het deel van de warmteverliezen dat wordt overgedragen aan de omgeving; $f_{sto;rm} = 1,00$.
- $A_{g;zi,si}$ is de gebruiksoppervlakte in zone zi die door systeem si wordt bediend, in m²;

$A_{g;si;W}$

is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, in m^2 , volgens formules (13.19b) of (13.20a).

OPMERKING Van de hulpenergie wordt een deel overgedragen aan het medium. In tabel B.3 van NEN-EN 15316-5:2017 wordt voor $f_{rvd;aux} = 0,25$ opgegeven. Dit is echter niet mogelijk. In de opzet van NEN-EN 15316-5 en NEN-EN 15316-1 wordt voor de bepalingwijze van $Q_{W;dis;si,mi}$ gebruikgemaakt van $Q_{W;sto;aux;rvd;mi}$. Deze wordt echter weer bepaald op basis van $Q_{W;dis;si,mi}$.

13.7 Warmtebijdrage zonne-energiesysteem

13.7.1 Principe

Bepaal de bijdrage van de door het zonne-energiesysteem geleverde warmte aan warmtapwaterbereiding op basis van de energievraag ten behoeve van warm tapwater, aangeleverd aan het distributiedeel ($Q_{W;dis;si,mi}$).

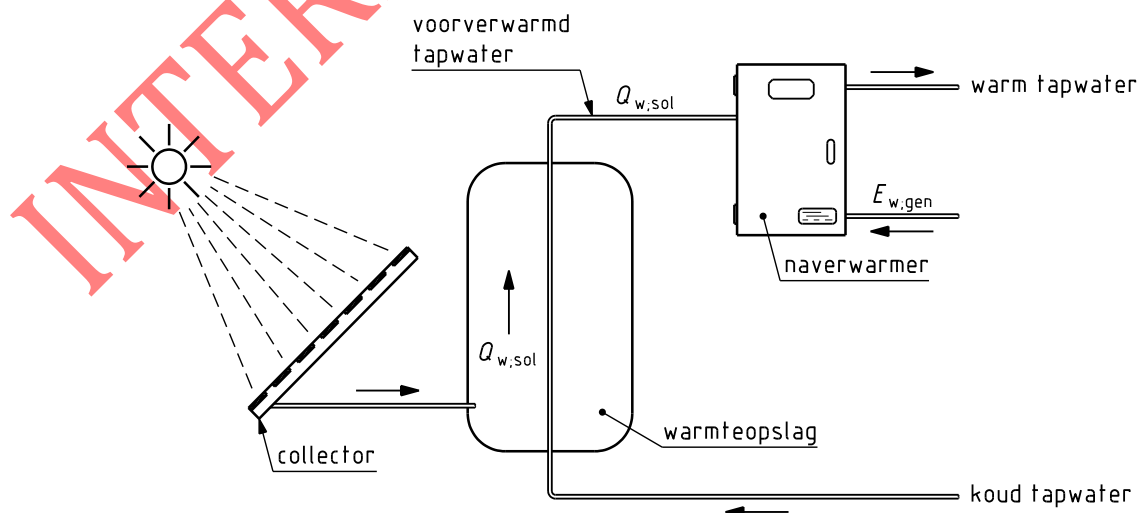
De rekenregels gelden voor de volgende systemen:

- 1) zonneboilers;
- 2) zonnecombisystemen voor verwarming en warm tapwater.

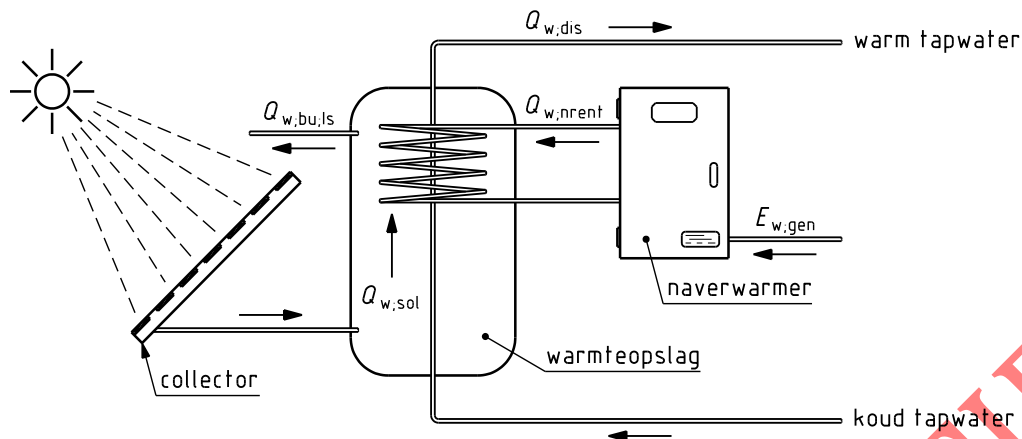
Zonneboilersystemen zijn onder te verdelen in voorverwarmerzonneboilersystemen (SOL_TYPE = "SER") en systemen met een geïntegreerde naverwarming (SOL_TYPE = "PAR"), ook wel 'hottop' genoemd. Deze laatste zijn onder te verdelen in twee subcategorieën.

Dit leidt tot de volgende indeling:

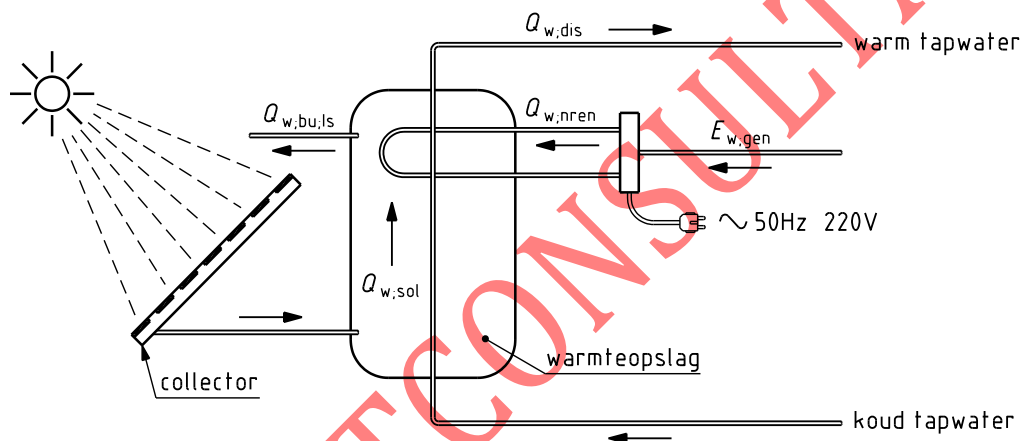
- a) voorverwarmerzonneboilersystemen, zie figuur 13.2;
- b) zonneboilersystemen met geïntegreerde met gas gestookte naverwarming, waarbij de warmte aan het vat wordt overgedragen door een warmtewisselaar, zie figuur 13.3;
- c) zonneboilersystemen met geïntegreerde naverwarming, waarbij de warmte aan het vat wordt overgedragen door een elektrisch element, zie figuur 13.4.



Figuur 13.2 — Voorverwarmerzonneboiler met naverwarmingstoestel



Figuur 13.3 — Zonneboilersysteem met geïntegreerde met gas gestookte naverwarming



Figuur 13.4 — Zonneboilersysteem met geïntegreerde elektrische naverwarming

Een zonne-energiesysteem is altijd gekoppeld aan een tapwater- of verwarmingssysteem:

- een zonne-energiesysteem levert een warmtebijdrage aan één tapwatersysteem of één verwarmingssysteem of aan beide;
- een tapwatersysteem kan door meerdere zonne-energiesystemen gevoed worden:
 - wanneer dit verschillende zonneboilersystemen zijn, dan moeten deze apart opgegeven worden binnen het tapwatersysteem;
 - wanneer het tapwatersysteem gemodelleerd wordt als één groot systeem met meerdere identieke fysieke opweksystemen (met dezelfde opwekkers van hetzelfde merk, type en vermogen en dezelfde energiedragers; bijvoorbeeld bij een woongebouw met een individueel opweksysteem per woning), wordt het systeem ook gevoed door meerdere zonne-energiesystemen. Het fysieke aantal zonne-energiesystemen is dan gelijk aan het fysieke aantal opweksystemen. Bij de bepaling van de door het zonneboilersysteem te leveren of geleverde warmte moet dan rekening gehouden worden met de te leveren warmte per fysiek opweksysteem.

Wanneer er sprake is van delen van een tapwatersysteem die wel en delen die geen gebruik maken van een zonne-energiesysteem, dan is er feitelijk sprake van twee verschillende tapwatersystemen en moet dit ook als twee aparte systemen beschouwd worden.

OPMERKING Deze situatie komt bijvoorbeeld voor bij woningen in een woongebouw die allemaal zijn uitgerust met een individuele HR-combiketel voor warm tapwater, maar waarbij alleen de woningen op de bovenste bouwlaag gebruikmaken van een zonne-energiesysteem.

De rekenregels voor de maandelijkse zonnebijdrage zijn gebaseerd op NEN-EN 15316-4-3. Bij de bepaling van de collectoroppervlakte wordt in NEN-EN 15316-4-3 geen onderscheid meer gemaakt tussen de apertuuroppervlakte en de bruto-oppervlakte van de collector. Er wordt gebruikgemaakt van de 'referentie'-oppervlakte. Opgegeven waarden voor het collectorrendement corresponderen immers met een bijbehorende referentieoppervlakte. Alleen bij toepassing van forfaitaire collectorrendementen is een nadere omschrijving van de oppervlakte nodig.

Bepaal de bijdrage van een (PVT-)zonne-energiesysteem aan warmtapwaterbereiding voor alle bovenstaande systemen volgens 13.7.2.

13.7.2 Rekenregels

13.7.2.1 Algemeen

De zonnebijdrage van een zonneboilersysteem aan een warmtapwatersysteem en/of ruimteverwarmingssysteem wordt bepaald per zonneboilersysteem *sol*_{*i*}. Een warmtapwatersysteem en/of ruimteverwarmingssysteem kan dus zijn aangesloten op meerdere zonneboilersystemen.

Bepaal de maandelijkse zonnebijdrage voor warm tapwater en voor ruimteverwarming die onder praktijkomstandigheden wordt aangeleverd door (PVT-)zonnecombisystemen of (PVT-)zonneboilersystemen als volgt:

$$Q_{W;ren;prac;si,soli,mi} = f_{gebouw;si;W} \times f_{prac;sol} \times Q_{W;ren;si,mi} \times f_{PVT;th} \quad (13.66)$$

$$Q_{H;ren;prac;si,soli,mi} = f_{gebouw;si;H} \times f_{prac;sol} \times Q_{H;ren;si,mi} \times f_{PVT;th} \quad (13.66a)$$

waarin:

$Q_{W;ren;prac;si,soli,mi}$ is de onder praktijkomstandigheden aangeleverde hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand *mi*, door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie door zonne-energiesysteem *sol*_{*i*}, ten behoeve van systeem *si*, in kWh;

$Q_{H;ren;prac;si,soli,mi}$ is de onder praktijkomstandigheden aangeleverde hoeveelheid energie ten behoeve van ruimteverwarming, in maand *mi*, door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie door zonne-energiesysteem *sol*_{*i*}, ten behoeve van systeem *si*, in kWh;

$f_{gebouw;si;H}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem *si* voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;

$f_{prac;sol}$ is de dimensieloze correctiefactor voor de opbrengst van het zonneboilersysteem onder praktijkomstandigheden, met als vaste waarde $f_{prac;sol} = 0,95$;

$Q_{W;ren;si,mi}$	is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie door zonne-energiesysteem <i>sol</i> i, ten behoeve van systeem si , bepaald volgens 13.7.2.2 of 13.7.2.3, in kWh;
$Q_{H;ren;si,mi}$	is de hoeveelheid energie ten behoeve van ruimteverwarming, in maand mi , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie door zonne-energiesysteem <i>sol</i> i, ten behoeve van systeem si , bepaald volgens 13.7.2.2, in kWh;
$f_{PVT;th}$	is de thermische reductiefactor voor PVT-systemen, bepaald volgens 13.7.2.4; indien er geen sprake is van een PVT-systeem of wanneer het PVT-systeem is getest volgens NEN-EN-ISO 9806, dan geldt $f_{PVT;th} = 1$.

Bepaal de maandelijkse zonnebijdrage $Q_{W;ren;si,mi}$ voor zonnecombisystemen en zonneboilersystemen volgens 13.7.2.2 (op basis van NEN-EN 15316-4-3, 'method 2').

Indien testresultaten van zonneboilersystemen beschikbaar zijn volgens NEN-EN 12976 of NEN-EN 12977-2, mag gebruik worden gemaakt van de bepalingwijze in 13.7.2.3 (op basis van NEN-EN 15316-4-3, 'method 1').

Hulpenergie

Bepaal het maandelijkse hulpenergiegebruik voor de bijdrage van zonne-energiesystemen ten behoeve van warm tapwater en/of ruimteverwarming volgens formule (13.67).

$$W_{W;aux;sol;tot;si,mi} = f_{gebouw;si;W} \times (W_{W;aux;sol;mi} + W_{H;aux;sol;mi}) \quad (13.67)$$

waarin:

$W_{W;aux;sol;tot;si,mi}$	is de totale hoeveelheid op het eigen perceel afgenomen elektrische hulpenergie van zonne-energiesysteem <i>sol</i> i ten behoeve van ruimteverwarming en warm tapwater in systeem si , in maand mi , in kWh;
$f_{gebouw;si;W}$	is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwssysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;
$W_{W;aux;sol;mi}$	is het hulpenergiegebruik voor de bijdrage van een zonne-energiesysteem ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.7.2.2.4 of 13.7.2.3, in kWh;
$W_{H;aux;sol;mi}$	is het hulpenergiegebruik voor de bijdrage van een zonne-energiesysteem ten behoeve van verwarming, in maand mi , bepaald volgens 13.7.2.2.5, in kWh.

Terugwinbare systeemverliezen

Bepaal het maandelijks terugwinbare verlies van zonne-energiesystemen ten behoeve van warm tapwater en/of ruimteverwarming volgens formule (13.68).

$$Q_{W;sol;ls;rb;tot;mi} = f_{gebouw;si;W} \times (Q_{W;sol;ls;rb;mi} + Q_{H;sol;ls;rb;mi}) \quad (13.68)$$

waarin:

- $Q_{W;sol;ls;rb;tot;mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare verlies van het verwante zonne-energiesysteem *sol*i voor warm tapwater en/of ruimteverwarming, in maand *mi*, in kWh;
- $f_{gebouw;si;W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem *si* voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;
- $Q_{W;sol;ls;rb;mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare verlies van het verwante zonne-energiesysteem *sol*i voor warm tapwater, in maand *mi*, bepaald volgens 13.7.2.2.4 of 13.7.2.3, in kWh;
- $Q_{H;sol;ls;rb;mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare verlies van het verwante zonne-energiesysteem *sol*i voor ruimteverwarming, in maand *mi*, bepaald volgens 13.7.2.2.5, in kWh.

13.7.2.2 Zonneboilers voor tapwater en/of verwarming

13.7.2.2.1 Algemeen

Bedrijfsomstandigheden

De omgevingstemperatuur rond het voorraadvat wordt bepaald door de locatie van het voorraadvat. Er wordt van uitgegaan dat het voorraadvat altijd in een verwarmde ruimte is opgesteld. Dan geldt in het geval dat voor de opwekking van warm tapwater een warmtepomp met als bron ventilatieretourlucht wordt toegepast:

$$\vartheta_{sto;amb;mi} = \vartheta_{int;set;H;stc;zi;mi} \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ in een verwarmde ruimte} \quad (STO_LOC = HS) \quad (13.69a)$$

In alle andere gevallen geldt:

$$\vartheta_{sto;amb;mi} = \vartheta_{int;set;H;zi;mi} \text{ [}^{\circ}\text{C]} \text{ in een verwarmde ruimte} \quad (STO_LOC = HS) \quad (13.69)$$

waarin:

- $\vartheta_{int;set;H;stc;zi;mi}$ [°C] is de setpointtemperatuur voor de thermisch geconditioneerde zones van de aangrenzende rekenzone *zi*, bepaald volgens 7.9, in °C;
- $\vartheta_{int;set;H;zi;mi}$ [°C] is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor verwarming, bepaald volgens 7.9.4, in °C;
- $\vartheta_{sto;amb;mi}$ [°C] is de omgevingstemperatuur van de ruimte waar het voorraadvat is opgesteld.

Rekenwaarden

Als de warmteoverdrachtscoëfficiënt van de warmtewisselaar bekend is, wordt het rendement van het collectorcircuit berekend door:

$$\eta_{loop} = 1 - \frac{\eta_o \times A_{sol;mod} \times N_{col;sol} \times a_1}{H_{s;sto;hx}} \quad [-] \quad (13.72)$$

waarin:

η_{loop} [-]	is het dimensielloze rendement van het collectorcircuit inclusief de invloed van de warmtewisselaar;
η_o [-]	is het maximale collectorrendement (bij warmteverlies=0);
$A_{\text{sol;mod}}$ [m ²]	is de referentieoppervlakte van één collectormodule;
$N_{\text{col;sol}}$ [-]	is het aantal geïnstalleerde collectormodules per zonne-energiesysteem <i>sol</i> ;
a_1 [W/(m ² ·K)]	is de eerste-orde-warmteverliescoëfficiënt van de collector;
$H_{\text{s;sto;hx}}$ [W/K]	is de warmteoverdrachtscoëfficiënt van de warmtewisselaar van het collectorcircuit voor één voorziening, bepaald volgens formule (13.73).

De referentieoppervlakte van een collector is opgenomen in de productgegevens bij de parameters voor het collectorrendement. Bij toepassing van de forfaitaire parameters voor het collectorrendement uit tabel 13.14 kan voor vacuümbuiscollectoren uitgegaan worden van 60 % van de bruto-oppervlakte (lengte × breedte) van de collectormodule en voor de overige typen collectoren van de volledige bruto-oppervlakte.

In het geval dat een van de parameters van formule (13.72) niet beschikbaar is, mag uitgegaan worden van de forfaitaire waarde $\eta_{\text{loop}} = 0,9$.

In het geval dat de warmteoverdrachtscoëfficiënt van de warmtewisselaar niet beschikbaar is, kan deze worden berekend volgens:

$$H_{\text{s;sto;hx}} = c_1 \times A_{\text{sol;mod}} \times N_{\text{col;sol}} \quad [\text{W/K}] \quad (13.73)$$

waarin:

c_1 [W/(m ² ·K)]	is de vaste waarde $c_1 = 100$;
$A_{\text{sol;mod}}$ [m ²]	is de referentieoppervlakte van één collectormodule;
$N_{\text{col;sol}}$ [-]	is het aantal geïnstalleerde collectormodules per zonne-energiesysteem <i>sol</i> .

Als details van de collectorcircuitkarakteristieken bekend zijn, wordt de warmteverliescoëfficiënt van de leidingen in het collectorcircuit berekend als de totale warmteverliezen van de te onderscheiden leidingdelen in het collectorcircuit.

$$H_{\text{loop;p}} = \sum_{i=1}^n L_i \times \dot{H}_{\text{pipe;i}} \quad [\text{W/K}] \quad (13.74)$$

waarin:

$H_{\text{loop;p}}$ [W/K]	is de totale warmteverliescoëfficiënt van alle leidingen in het collectorcircuit, inclusief de leidingen tussen de collectoren en leidingreeksen tussen een collectorreeks en zonneopslagtank;
L_i [m]	is de lengte van het leidingdeel;
$\dot{H}_{\text{pipe;i}}$ [W/(m·K)]	is de warmteverliescoëfficiënt van leidingdeel <i>i</i> per zonne-energiesysteem; hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de Ψ -waarden in tabel 13.4.

Als de collectorcircuitkarakteristieken niet bekend zijn, wordt de warmteverliescoëfficiënt van de leidingen in het collectorcircuit berekend volgens:

$$H_{\text{loop;p}} = H_{\text{loop;p;std}} + H_{\text{loop;p;area}} \times A_{\text{sol;mod}} \times N_{\text{col;sol}} \quad [\text{W/K}] \quad (13.75)$$

waarin:

$H_{\text{loop;p;std}}$ [W/K] is de factor zoals vastgelegd in tabel 13.10;

$H_{\text{loop;p;area}}$ [W/(m²·K)] is de factor zoals vastgelegd in tabel 13.10;

$A_{\text{sol;mod}}$ [m²] is de referentieoppervlakte van één collectormodule;

$N_{\text{col;sol}}$ [-] is het aantal collectormodules dat wordt gebruikt per zonne-energiesysteem *sol*.

Tabel 13.10 — Forfaitaire waarden voor de berekening van het collectorcircuitwarmteverlies

Symbool	Forfaitaire waarde	Eenheid
$H_{\text{loop;p;std}}$	5,0	W/K
$H_{\text{loop;p;area}}$	0,5	W/(m ² ·K)

Hulpenergie

$$P_{\text{sol;pmp}} = P_{\text{sol;pmp;std}} + P_{\text{sol;pmp;area}} \times A_{\text{sol;mod}} \times N_{\text{col;sol}} \quad [\text{W}] \quad (13.76)$$

waarin:

$P_{\text{sol;pmp}}$ [W] is het vermogen van de collectorpomp;

$P_{\text{sol;pmp;std}}$ [W] is de factor zoals vastgelegd in tabel 13.11;

$P_{\text{sol;pmp;area}}$ [W/m²] is de factor zoals vastgelegd in tabel 13.11;

$A_{\text{sol;mod}}$ [m²] is de referentieoppervlakte van één collectormodule;

$N_{\text{col;sol}}$ [-] is het aantal collectormodules dat wordt gebruikt per zonne-energiesysteem *sol*.

Tabel 13.11 — Forfaitaire waarden voor de berekening van het vermogen van de pomp van de zonneboiler

Symbool	Waarde	Eenheid
$P_{\text{sol;pmp;std}}$	10	W
$P_{\text{sol;pmp;area}}$	1	W/m ²

13.7.2.2.2 Rekeninstellingen voor warm tapwater

De rekenprocedure voor warm tapwater wordt uitgevoerd:

- als het systeem is ontworpen voor warm tapwater (SOL_USE = WHS ('water heating service') of SOL_USE = COMBI ('space and water heating service'), en
- voor een maand met energieverbruik voor warm tapwater ($Q_{W;sol;us;mi} > 0$).

Als de rekenmethode niet wordt uitgevoerd, worden alle outputwaarden voor warm tapwater op nul gezet.

Bij de rekenprocedure in 13.7.2.2.2 horen de parameterinstellingen van tabel 13.12.

Tabel 13.12 — Parameterinstellingen voor warm tapwater

Symbool	Eenheid	Omschrijving
$Q_{W;sol;us;mi}$	kWh	Maandelijks energieverbruik voor warm tapwater ($Q_{W;sol;us} = Q_{W;dis;si;mi}$)
$f_{W;use;mi}$	-	Berekend volgens formule (13.77)
$A_{W;sol;mi}$	m ²	Berekend volgens formule (13.78)
$V_{W;sto;tot}$	l	Berekend volgens formule (13.79)
$V_{W;sto;bu}$	l	Berekend volgens formule (13.80)
$H_{W;sto;ls}$	W/K	Berekend volgens formule (13.81)
$H_{W;sto;hx}$	W/K	Snelheid van de warmteoverdracht van de warmtewisselaar voor de volledige opslagtank (= $H_{sto;hx}$)
$\vartheta_{W;ref;mi}$	°C	Berekend volgens formule (13.83)
$\vartheta_{W;low;mi}$	°C	Maandgemiddelde koudwatertemperatuur (= $\vartheta_{W;cw;mi} = 10$ °C)
$\vartheta_{W;high;mi}$	°C	Warmtapwatertemperatuur (= $\vartheta_{W;hw}$) Voor systemen met alleen uittapleidingen: $\vartheta_{W;hw} = 60$ °C Voor systemen met circulatieleidingen: $\vartheta_{W;hw} = 65$ °C
$\vartheta_{W;bu;set}$	°C	Thermostaatinstelling voor het back-upopslagdeel bestemd voor warm tapwater (= $\vartheta_{W;bu;set}$)
$W_{W;bu;aux;nom;mi}$	kWh	Hulpenergieverbruik van het back-upopwεκtoestel voor warm tapwater (= $W_{W;bu;aux;nom;mi}$)
$Q_{W;bu;ls;nom;mi}$	kWh	Warmteverlies van het back-upopwεκtoestel voor warm tapwater (= $Q_{W;bu;ls;nom;mi}$)
$P_{W;sol;pmp}$	W	Berekend volgens formule (13.84)

De factor voor het voor warm tapwater bestemde deel van het systeem wordt berekend volgens formule (13.77).

$$f_{W;use;mi} = \frac{Q_{W;sol;us;mi}}{Q_{W;sol;us;mi} + Q_{H;sol;us;mi}} \quad [-] \quad (13.77)$$

Als SOL_SYS = WH: $f_{W;use;mi} = 1$

waarin:

- $f_{W;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor warm tapwater voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;
- $Q_{W;sol;us;mi}$ [kWh] is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater; gebruik hiervoor $Q_{W;dis;si;mi}$ zoals bepaald in 13.1.2; bij zonneboilersystemen met een geïntegreerde naverwarmer vanuit het verwarmingssysteem mag voor de bepaling van $Q_{W;dis;si;mi}$ in 13.1.2.5 $Q_{W;bu;sto;ls;sol;mi}$ buiten beschouwing gelaten worden;
- $Q_{H;sol;us;mi}$ [kWh] is het maandelijkse energiegebruik voor ruimteverwarming; gebruik hiervoor de som van $Q_{H;nod;out}$ en $Q_{H;nod;ls}$ zoals bepaald in 9.2.3.2 en 9.2.3.3; in het geval van een boosterwarmtepomp voor warm tapwater in combinatie met het gebruik van een zonneboiler voor zowel verwarming als warm tapwater kan bij de bepaling van $Q_{H;nod;out}$ voor $Q_{W;BWP;si;in}$ $0,55 \times Q_{W;sol;us}$ aangehouden worden;
- SOL_SYS [-] zijn de services gevoed door het zonne-energiesysteem.

OPMERKING Met de bij $Q_{W;sol;us;mi}$ aangegeven vereenvoudiging wordt een iteratieve berekening voorkomen.

In het geval van meerdere zonneboilersystemen *sol*i die leveren aan één warmtapwatersysteem en/of ruimteverwarmingssysteem, moet het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater $Q_{W;sol;us;mi}$ en voor ruimteverwarming $Q_{H;sol;us;mi}$ worden bepaald per zonneboilersysteem *sol*i. Bij meerdere identieke zonneboilersystemen is het niet nodig om dit onderscheid te maken omdat de berekening per zonneboiler hetzelfde resultaat geeft als voor alle zonneboilers samen. Indien er echter sprake is van meerdere verschillende zonneboilers, moeten $Q_{W;sol;us;mi}$ en $Q_{H;sol;us;mi}$ verdeeld worden over de verschillende zonneboilers aan de hand van het volume $V_{sto;tot}$ van de verschillende zonneboilers.

De effectieve collectoroppervlakte bestemd voor warm tapwater wordt berekend volgens formule (13.78).

$$A_{W;sol;mi} = f_{W;use;mi} \times A_{sol;mod} \times N_{col;sol;mi} \quad [m^2] \quad (13.78)$$

waarin:

- $A_{W;sol;mi}$ [m²] is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor warm tapwater, in maand *mi*;
- $f_{W;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor warm tapwater voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;
- $A_{sol;mod}$ [m²] is de referentieoppervlakte van één collectormodule;
- $N_{col;sol;mi}$ [-] is het aantal geïnstalleerde collectormodules per zonne-energiesysteem *sol*i.

De referentieoppervlakte van een collector is opgenomen in de productgegevens bij de parameters voor het collectorrendement. Bij toepassing van de forfaitaire parameters voor het collectorrendement uit tabel 13.14 kan voor vacuümbuiscollectoren uitgegaan worden van 60 % van de bruto-oppervlakte (lengte × breedte) van de collectormodule en voor de overige typen collectoren van de volledige bruto-oppervlakte.

Het effectieve totale opslagvolume bestemd voor warm tapwater wordt berekend volgens formule (13.79).

$$V_{W;sto;tot} = f_{W;use;mi} \times V_{sto;tot} \quad [l] \quad (13.79)$$

waarin:

$V_{W;sto;tot}$ [l] is het effectieve totale opslagvolume van het voorraadvat bestemd voor warm tapwater, in maand mi ;

$f_{W;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor warm tapwater voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;

$V_{sto;tot}$ [l] is het totale volume van het voorraadvat van het zonne-energiesysteem *sol*.

Het effectieve volume van het back-upopslagdeel bestemd voor warm tapwater wordt berekend volgens formule (13.80).

$$V_{W;sto;bu} = f_{W;use;mi} \times V_{sto;bu} \quad [l] \quad (13.80)$$

waarin:

$V_{W;sto;bu}$ [-] is het effectieve volume van het back-updeel van het voorraadvat van het zonne-energiesysteem bestemd voor warm tapwater;

$f_{W;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor warm tapwater voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;

$V_{sto;bu}$ [l] is het volume van het back-updeel van het voorraadvat van het zonne-energiesysteem bestemd voor verwarming; $V_{sto;bu}$ is nul, indien het voorraadvat alleen is bedoeld voor de opslag van zonnewarmte (voorverwarmer). Indien $V_{sto;bu}$ onbekend is, dan gelden hiervoor de volgende forfaitaire waarden:
indien $V_{sto} < 80$ l: $V_{sto;bu} = V_{sto}$;
indien $V_{sto} \leq 200$ l: $V_{sto;bu} = 80$ l;
indien $V_{sto} \geq 300$ l: $V_{sto;bu} = 120$ l;
indien $200 < V_{sto} < 300$: interpoleer dan voor $V_{sto;bu}$ op basis van V_{sto} tussen bovenstaande waarden voor $V_{sto;bu}$.

De effectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt voor warm tapwater wordt berekend volgens formule (13.81).

$$H_{W;sto;ls} = f_{W;use;mi} \times H_{sto;ls;tot} \quad [W/K] \quad (13.81)$$

waarin:

$H_{W;sto;ls}$ [W/K] is de effectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt van het deel van het voorraadvat bestemd voor warm tapwater, in maand mi ;

$f_{W;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor warm tapwater voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;

$H_{sto;ls;tot}$ [W/K] is de warmteoverdrachtscoëfficiënt voor het volledige voorraadvat. Volgens opgave van de leverancier ($UA_{sb,s,a}$ volgens NEN-EN 12977-3); rond deze waarde af naar boven op twee significante cijfers tot de dichtstbijzijnde getalswaarde uit de in bijlage X gegeven reeks. Voor boilerkasten vanaf 2016 en van maximaal 500 l mag $H_{sto;ls;tot}$ volgens formule (13.82) bepaald worden aan de hand van het energielabel van het voorraadvat conform CDR 812/2013. Voor boilerkasten van meer dan 500 l kan gebruik worden gemaakt van de forfaitaire waarden voor het energielabel op basis van het productiejaar. NB: het gaat om het energielabel van het voorraadvat, niet om het label van het zonne-energiesysteem.

$$H_{sto;ls;tot} = \frac{S_{sto;ls}}{45} \text{ [W/K]} \quad (13.82)$$

waarin:

$S_{sto;ls}$ [W] is het maximale gestandaardiseerde warmhoudverlies van het voorraadvat, bepaald volgens 13.6.3.

De referentietemperatuur wordt berekend volgens formule (13.83).

$$\vartheta_{W;ref;mi} = 11,6 + 1,18 \times \vartheta_{W;srv} + 3,86 \times \vartheta_{W;cw;mi} - 1,32 \times \vartheta_{e;mi} \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (13.83)$$

waarin:

$\vartheta_{W;ref;mi}$ [$^{\circ}\text{C}$] is de referentietemperatuur voor warm tapwater, in maand mi ;

$\vartheta_{W;srv}$ [$^{\circ}\text{C}$] is de warmtapwatertemperatuur; $\vartheta_{W;srv} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$\vartheta_{W;cw;mi}$ [$^{\circ}\text{C}$] is de maandgemiddelde koudwatertemperatuur; $\vartheta_{W;cw;mi} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$\vartheta_{e;mi}$ [$^{\circ}\text{C}$] is de maandgemiddelde buitenluchttemperatuur, bepaald volgens 17.2.

Het effectieve pompvermogen voor warm tapwater wordt berekend volgens formule (13.84).

$$P_{W;sol;pmp} = f_{W;use;mi} \times P_{sol;pmp} \text{ [W]} \quad (13.84)$$

waarin:

$P_{W;sol;pmp}$ [W] is het effectieve vermogen van de collectorpomp voor warm tapwater, in maand mi ;

$f_{W;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor warm tapwater voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;

$P_{sol;pmp}$ [W] is het vermogen van de collectorpomp volgens opgave van de leverancier of volgens formule (13.76), afgerond naar boven op twee significante cijfers, bepaald volgens bijlage X.

13.7.2.2.3 Rekeninstellingen voor ruimteverwarming

De rekenprocedure voor ruimteverwarming wordt uitgevoerd:

- als het systeem is ontworpen voor ruimteverwarming (SOL_USE = SHS ('space heating service') of SOL_USE = COMBI), en
- voor een maand met een ruimteverwarmingsgebruik ($Q_{W;sol;us;mi} > 0$).

Als de rekenmethode niet wordt uitgevoerd, worden alle outputwaarden voor ruimteverwarming op nul gezet.

Bij de rekenprocedure in 13.7.2.2.3 horen de parameterinstellingen van tabel 13.13.

Tabel 13.13 — Parameterinstellingen voor ruimteverwarming

Symbol	Eenheid	Omschrijving
$Q_{H;sol;us;mi}$	kWh	Maandelijks energiegebruik voor ruimteverwarming ($Q_{H;sol;us} = Q_{H;nod;out;mi} + Q_{H;nod;ls;mi}$); in het geval van een boosterwarmtepomp voor warm tapwater in combinatie met het gebruik van een zonneboiler voor zowel verwarming als warm tapwater kan bij de bepaling van $Q_{H;nod;out}$ voor $Q_{W;BWP;si;in}$ $0,55 \times Q_{W;sol;us}$ aangehouden worden.
$f_{use;mi}$	-	Berekend volgens formule (13.85)
$A_{H;sol;mi}$	m ²	Berekend volgens formule (13.86)
$V_{H;sto;tot}$	l	Berekend volgens formule (13.87)
$V_{H;sto;bu}$	l	Berekend volgens formule (13.88)
$H_{H;sto;ls}$	W/K	Berekend volgens formule (13.89)
$H_{H;sto;hx}$	W/K	Snelheid van de warmteoverdracht van de warmtewisselaar voor de volledige opslagtank ($= H_{sto;hx}$)
$\vartheta_{H;ref;mi}$	°C	Berekend volgens formule (13.90)
$\vartheta_{H;low;mi}$	°C	Luchttemperatuur in een verwarmde ruimte ($= \vartheta_{sto;amb;mi}$)
$\vartheta_{H;high;mi}$	°C	Retourtemperatuur van het distributiesysteem voor de ruimteverwarming ($= \vartheta_{H;dis;rtn}$)
$\vartheta_{H;bu;set}$	°C	Thermostaatinstelling voor de (het) back-upopslag(deel) (bestemd) voor ruimteverwarming ($= \vartheta_{H;bu;set}$)
$W_{s;bu;aux;nom;mi}$	kWh	Hulpenergiegebruik van het back-upopwektoestel voor ruimteverwarming ($= W_{H;bu;aux;nom;mi}$)
$Q_{H;bu;ls;nom;mi}$	kWh	Warmteverlies van het back-upopwektoestel voor ruimteverwarming ($= Q_{H;bu;ls;nom;mi}$)
$P_{H;sol;pmp}$	W	Berekend volgens formule (13.91)

De factor voor het voor ruimteverwarming bestemde deel van het systeem wordt berekend volgens formule (13.85).

$$f_{H;use;mi} = \frac{Q_{H;sol;us;mi}}{Q_{W;sol;us;mi} + Q_{H;sol;us;mi}} \quad [-] \quad (13.85)$$

Als SOL_SYS = SH: $f_{H;use;mi} = 1$

waarin:

- $f_{H;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor ruimteverwarming voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en ruimteverwarming;
- $Q_{W;sol;us;mi}$ [kWh] is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater; gebruik hiervoor $Q_{W;dis;si;mi}$ zoals bepaald in 13.1.2; bij zonneboilersystemen met een geïntegreerde naverwarmer vanuit het verwarmingssysteem mag voor de bepaling van $Q_{W;dis;si;mi}$ in 13.1.2.5 $Q_{W;bu;sto;ls;sol;mi}$ buiten beschouwing gelaten worden;
- $Q_{H;sol;us;mi}$ [kWh] is het maandelijkse energiegebruik voor ruimteverwarming; gebruik hiervoor de som van $Q_{H;nod;out}$ en $Q_{H;nod;ls}$ zoals bepaald in 9.2.3.2 en 9.2.3.3; in het geval van een boosterwarmtepomp voor warm tapwater in combinatie met het gebruik van een zonneboiler voor zowel verwarming als warm tapwater kan bij de bepaling van $Q_{H;nod;out}$ voor $Q_{W;BWP;si;in}$ $0,55 \times Q_{W;sol;us}$ aangehouden worden;
- SOL_SYS [-] zijn de services gevoed door het zonne-energiesysteem.

In het geval van meerdere zonneboilersystemen *sol*i die leveren aan één warmtapwatersysteem en/of ruimteverwarmingssysteem, moet het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater $Q_{W;sol;us;mi}$ en voor ruimteverwarming $Q_{H;sol;us;mi}$ worden bepaald per zonneboilersysteem *sol*i. Bij meerdere identieke zonneboilersystemen is het niet nodig om dit onderscheid te maken, omdat de berekening per zonneboiler hetzelfde resultaat geeft als voor alle zonneboilers samen. Indien er echter sprake is van meerdere verschillende zonneboilers, moeten $Q_{W;sol;us;mi}$ en $Q_{H;sol;us;mi}$ verdeeld worden over de verschillende zonneboilers aan de hand van het volume $V_{sto;tot}$ van de verschillende zonneboilers.

De effectieve collectoroppervlakte bestemd voor ruimteverwarming wordt berekend volgens formule (13.86).

$$A_{H;sol;mi} = f_{H;use;mi} \times A_{sol;mod} \times N_{col;sol} \quad [m^2] \quad (13.86)$$

waarin:

- $A_{H;sol;mi}$ [m²] is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor ruimteverwarming, in maand *mi*;
- $A_{sol;mod}$ [m²] is de referentieoppervlakte van één collectormodule;
- $N_{col;sol}$ [-] is het aantal geïnstalleerde collectormodules per zonne-energiesysteem *sol*i.

De referentieoppervlakte van een collector is opgenomen in de productgegevens bij de parameters voor het collectorrendement. Bij toepassing van de forfaitaire parameters voor het collectorrendement uit tabel 13.14 kan voor vacuümbuiscollectoren uitgegaan worden van 60 % van de bruto-oppervlakte (lengte × breedte) van de collectormodule en voor de overige typen collectoren van de volledige bruto-oppervlakte.

Het effectieve totale opslagvolume bestemd voor ruimteverwarming wordt berekend volgens formule (13.87).

$$V_{H;sto;tot} = f_{H;use;mi} \times V_{sto;tot} \quad [l] \quad (13.87)$$

waarin:

$V_{H;sto;tot}$ [l] is het effectieve totale opslagvolume van het voorraadvat bestemd voor ruimteverwarming, in maand mi ;

$V_{sto;tot}$ [l] is het totale volume van het voorraadvat van het zonne-energiesysteem *sol*.

Het effectieve volume van het back-upopslagdeel bestemd voor ruimteverwarming wordt berekend volgens formule (13.88).

$$V_{H;sto;bu} = f_{H;use;mi} \times V_{sto;bu} \quad [l] \quad (13.88)$$

waarin:

$f_{H;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor ruimteverwarming voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en ruimteverwarming;

$V_{sto;bu}$ [l] is het volume van het back-updeel van het voorraadvat van het zonne-energiesysteem bestemd voor verwarming. $V_{sto;bu}$ is nul, indien het voorraadvat alleen is bedoeld voor de opslag van zonnewarmte (voorverwarmer). Indien $V_{sto;bu}$ onbekend is, dan gelden hiervoor de volgende forfaitaire waarden:
indien $V_{sto} < 80$ l: $V_{sto;bu} = V_{sto}$;
indien $V_{sto} \leq 200$ l: $V_{sto;bu} = 80$ l;
indien $V_{sto} \geq 300$ l: $V_{sto;bu} = 120$ l;
indien $200 < V_{sto} < 300$: interpoleer dan voor $V_{sto;bu}$ op basis van V_{sto} tussen bovenstaande waarden voor $V_{sto;bu}$.

Het effectieve opslagwarmteverlies voor ruimteverwarming wordt berekend volgens formule (13.89).

$$H_{H;sto;ls} = f_{H;use;mi} \times H_{sto;ls;tot} \quad [W/K] \quad (13.89)$$

waarin:

$H_{H;sto;ls}$ [W/K] is de effectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt van het deel van het voorraadvat bestemd voor ruimteverwarming, in maand mi ;

$f_{H;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor ruimteverwarming voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;

$H_{sto;ls;tot}$ [W/K] is de warmteverliescoëfficiënt van de volledige opslagtank. Zie formule (13.82) en de variabele verklaring bij formule (13.81).

De referentietemperatuur wordt berekend volgens formule (13.90).

$$\vartheta_{H;ref;mi} = 0,75 \times \vartheta_{H;dis;rtn} + 55 \quad [^{\circ}C] \quad (13.90)$$

waarin:

$\vartheta_{H;ref;mi}$ [$^{\circ}C$] is de referentietemperatuur voor ruimteverwarming, in maand mi ;

$\vartheta_{H;dis;rtn}$ [$^{\circ}C$] is de retourtemperatuur van het distributiesysteem voor de ruimteverwarming; gebruik hiervoor $\vartheta_{H;a;ontw}$ minus $\Delta\vartheta_{H;ontw}$ volgens 9.4.2;

$\vartheta_{H,a;ontw}$ [°C] is de ontwerpaanvoertemperatuur van het afgiftesysteem, voor warmtetransport, voor een ontwerptemperatuurklasse, uit tabel 9.14;

$\Delta\vartheta_{H;ontw}$ [°C] is het ontwerp-aanvoer-retourtemperatuurverschil van het afgiftesysteem, voor warmtetransport, voor een ontwerptemperatuurklasse, uit tabel 9.14.

Het effectieve pompvermogen voor ruimteverwarming wordt berekend volgens formule (13.91).

$$P_{H;sol;pmp} = f_{H;use;mi} \times P_{sol;pmp} \text{ [W]} \quad (13.91)$$

waarin:

$P_{H;sol;pmp}$ [W] is het effectieve vermogen van de collectorpomp voor ruimteverwarming, in maand mi ;

$f_{H;use;mi}$ [-] is de dimensieloze factor voor ruimteverwarming voor verdeling van het zonne-energiesysteem over warm tapwater en verwarming;

$P_{sol;pmp}$ [W] is het vermogen van de collectorpomp volgens opgave van de leverancier of bepaald volgens formule (13.76), afgerond naar boven op twee significante cijfers, bepaald volgens bijlage X.

13.7.2.2.4 Berekeningsmethode tapwater

In deze paragraaf wordt de berekening uitgevoerd voor het tapwaterdeel van het zonneboilersysteem. De berekening voor het ruimteverwarmingsdeel vindt op analoge wijze plaats in 13.7.2.2.5.

De correctiefactor van de capaciteit van het voorraadvat wordt berekend volgens formule (13.92).

$$f_{W;sto;mi} = \left(\frac{75 \times A_{W;sol;mi}}{V_{W;sto;sol}} \right)^{0,25} \text{ []} \quad (13.92)$$

waarin:

$f_{W;sto;mi}$ [-] is de dimensieloze correctiefactor voor de capaciteit van het voorraadvat voor warm tapwater;

$A_{W;sol;mi}$ [m²] is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor warm tapwater, in maand mi ;

$V_{W;sto;sol}$ [l] is het opslagvolume specifiek voor gegenereerde zonnewarmte voor warm tapwater berekend afhankelijk van het systeemtype (SOL_TYPE);

als SOL_TYPE = "SER":

$$V_{W;sto;sol} = V_{W;sto;tot} \text{ []} \quad (13.93)$$

als SOL_TYPE = "PAR":

$$V_{W;sto;sol} = V_{W;sto;tot} \times (1 - f_{aux}) \text{ []} \quad (13.93)$$

$V_{W;sto;tot}$ [l] is het effectieve totale opslagvolume van het voorraadvat bestemd voor warm tapwater volgens formule (13.79);

f_{aux} [-] berekend volgens formule (13.94).

Het aandeel van het voorraadvat gebruikt voor back-upverwarming wordt berekend volgens formule (13.94).

$$f_{\text{aux}} = f_{\text{bu}} \times \frac{V_{\text{W;sto;bu}}}{V_{\text{W;sto;tot}}} [-] \quad (13.94)$$

waarin:

- f_{aux} [-] is het aandeel van het voorraadvat gebruikt voor back-upverwarming;
- f_{bu} [-] is de controlecoëfficiënt voor de back-upverwarming; er wordt uitgegaan van continu gebruik: $f_{\text{bu}} = 1,0$ (NEN-EN 15316-4-3:2017, tabel B.15);
- $V_{\text{W;sto;bu}}$ [-] is het effectieve volume van het back-updeel van het voorraadvat van het zonne-energiesysteem bestemd voor warm tapwater, berekend volgens formule (13.80);
- $V_{\text{W;sto;tot}}$ [l] is het effectieve totale opslagvolume van het voorraadvat bestemd voor warm tapwater volgens formule (13.79).

Het warmteverlies van het back-updeel van de opslag bestemd voor verwarming wordt berekend volgens formule (13.95).

$$Q_{\text{W;bu;sto;ls;mi}} = H_{\text{W;sto;ls}} \times \frac{V_{\text{W;sto;tot}} - V_{\text{W;sto;sol}}}{V_{\text{W;sto;tot}}} \times (\vartheta_{\text{W;bu;set}} - \vartheta_{\text{sto;amb;mi}}) \times \frac{t_{\text{mi}}}{1\,000} [\text{kWh}] \quad (13.95)$$

waarin:

- $Q_{\text{W;bu;sto;ls;(sol);mi}}$ [kWh] is de hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel naverwarmerdeel van een zonneboileropslagvat (*sol*) ten behoeve van warm tapwater van systeem *si*, in maand *mi*;
- $H_{\text{W;sto;ls}}$ [W/K] is de effectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt voor het volledige voorraadvat bestemd voor warm tapwater;
- $V_{\text{W;sto;tot}}$ [l] is het effectieve totale opslagvolume van het voorraadvat bestemd voor warm tapwater volgens formule (13.79);
- $V_{\text{W;sto;sol}}$ [l] is het opslagvolume specifiek voor gegenereerde zonnewarmte voor warm tapwater berekend afhankelijk van het systeemtype (SOL_TYPE) volgens (13.93), in l;
- $\vartheta_{\text{W;bu;set}}$ [°C] is de ingestelde temperatuur van het back-updeel voor warm tapwater:
— voor tapwatersystemen met alleen uittapleidingen: $\vartheta_{\text{W;bu;set}} = \vartheta_{\text{sto;set}} = 60\text{ °C}$;
— voor tapwatersystemen met circulatieleidingen: $\vartheta_{\text{W;bu;set}} = \vartheta_{\text{sto;set}} = 65\text{ °C}$;
- $\vartheta_{\text{sto;amb;mi}}$ [°C] is de omgevingstemperatuur van de ruimte waar het voorraadvat is opgesteld;
- t_{mi} [h] is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand *mi*, bepaald volgens 17.2.

OPMERKING 1 Als het rendement van het back-upopwektoestel is bepaald inclusief de warmteverliezen van het voorraadvat, dan wordt $Q_{W;bu;sto;ls;(soli.)mi}$ op nul gezet om een dubbeltelling van dit warmteverlies te voorkomen.

Het energiegebruik toegepast op het zonnedeel van het systeem wordt berekend volgens formule (13.96).

$$Q_{W;soli;ls;us;mi} = \frac{Q_{W;soli;us;mi}}{f_{gebouw;si;W}} \quad (13.96)$$

waarin:

$Q_{W;soli;ls;us;mi}$	[kWh]	is het energiegebruik voor warm tapwater toegepast op het zonnedeel van het systeem, in kWh;
$f_{gebouw;si;W}$	[-]	is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;
$Q_{W;soli;us;mi}$	[kWh]	is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater; gebruik hiervoor $Q_{W;dis;si;mi}$ zoals bepaald in 13.1.2;

In het geval van meerdere zonneboilersystemen $soli$ die leveren aan één warmtapwatersysteem, moet het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater $Q_{W;soli;us;mi}$ worden bepaald per zonneboilersysteem $soli$. Bij meerdere identieke zonneboilersystemen kan dit bepaald worden door te delen door het aantal zonneboilers N_{soli} . Indien er echter sprake is van meerdere verschillende zonneboilers, moet $Q_{W;soli;us;mi}$ verdeeld worden over de verschillende zonneboilers aan de hand van het volume $V_{sto;tot}$ van de verschillende zonneboilers.

De bijdrage van het zonne-energiesysteem aan het energiegebruik wordt berekend in vier stappen. Bereken voor de eerste stap, de eerste schatting van de zonnebijdrage, eerst de waarde van de dimensieloze variabelen $X_{W;mi}$ en $Y_{W;mi}$.

De waarde van de factor $X_{W;mi}$ wordt berekend volgens formule (13.97).

$$X_{W;mi} = \frac{A_{W;soli;mi} \times H_{W;loop} \times \eta_{loop} \times (g_{W;ref;mi} - g_{e;mi}) \times f_{W;sto;mi} \times t_{mi}}{Q_{W;soli;ls;us;mi} \times 1\,000} \quad [-] \quad (13.97)$$

De minimumwaarde van $X_{W;mi} = 0$ en de maximumwaarde van $X_{W;mi} = 18$.

Waarin:

$X_{W;mi}$	[-]	is de dimensieloze variabele X voor warm tapwater, in maand mi ;
$A_{W;soli;mi}$	[m ²]	is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor warm tapwater, in maand mi ;
$H_{W;loop}$	[W/(m ² ·K)]	is de warmteverliescoëfficiënt van het collectorcircuit (leidingen en collector) berekend volgens formule (13.98);
η_{loop}	[-]	is het dimensieloze rendement van het collectorcircuit inclusief de invloed van de warmtewisselaar, berekend volgens formule (13.72);

- $\vartheta_{W;ref;mi}$ [°C] is de referentietemperatuur voor warm tapwater, in maand mi , berekend volgens formule (13.83);
- $\vartheta_{e;mi}$ [°C] is de maandgemiddelde buitenluchttemperatuur bepaald volgens 17.2;
- $f_{W;sto;mi}$ [-] is de dimensieloze correctiefactor voor de capaciteit van het voorraadvat voor warm tapwater, berekend volgens formule (13.92);
- $Q_{W;soll;us;mi}$ [kWh] is het energieverbruik voor warm tapwater toegepast op het zonnedeel van het systeem.

$$H_{W;loop} = a_1 + a_2 \times 40 + \frac{H_{loop;p}}{A_{W;soll;mi}} \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (13.98)$$

waarin:

- $H_{W;loop}$ [W/(m²·K)] is de warmteverliescoëfficiënt van het collectorcircuit (leidingen en collector);
- a_1 [W/(m²·K)] is de warmteverliescoëfficiënt;
- a_2 [W/(m²·K²)] is de temperatuurafhankelijkheid van de warmteverliescoëfficiënt;
- $H_{loop;p}$ [W/K] is de totale warmteverliescoëfficiënt van alle leidingen in het collectorcircuit, inclusief de leidingen tussen de collectoren en leidingreeksen tussen een collectorreeks en zonneopslagtank, volgens opgave van de leverancier of bepaald met formule (13.74) of (13.75);
- $A_{W;soll;mi}$ [m²] is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor warm tapwater, in maand mi .

Ontleen de waarde voor a_1 en a_2 aan productspecificaties. Forfaitaire rekenwaarden zijn gegeven in tabel 13.14.

Tabel 13.14 — Forfaitaire waarden voor de parameters van het collectorrendement

Symbol	Niet-beglaasde collector of onbekend type	Beglaasde collector	Vacuümbuis-collector	
η_o	0,8	0,8	0,8	[-]
a_1	15,0	3,5	1,8	[W/(m ² ·K)]
a_2	0	0	0	[W/(m ² ·K)]
$K_{hem}(50^\circ)$	1,0	0,94	1,0	[-]

De waarde van de factor $Y_{W;mi}$ wordt berekend volgens formule (13.99).

$$Y_{W;mi} = \frac{A_{W;soll;mi} \times K_{hem}(50^\circ) \times \eta_o \times \eta_{loop} \times I_{sol;mi} \times F_{sh;obst;mi} \times t_{mi}}{Q_{W;soll;us;mi} \times 1000} \quad [-] \quad (13.99)$$

De minimumwaarde van $Y_{W;mi} = 0$.

Waarin:

$Y_{W;mi}$	[-]	is de dimensieloze variabele Y voor warm tapwater, in maand mi ;
$A_{W;sol;mi}$	[m ²]	is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor warm tapwater, in maand mi ;
$K_{hem}(50^{\circ})$	[-]	is de hoekafhankelijkheidscoëfficiënt van de zonnecollector. Ontleen de waarde aan productspecificaties; forfaitaire rekenwaarden zijn gegeven in tabel 13.14;
η_o	[-]	is het maximale collectorrendement. Ontleen de waarde aan productspecificaties; forfaitaire rekenwaarden zijn gegeven in tabel 13.14;
η_{loop}	[-]	is het dimensieloze rendement van het collectorcircuit inclusief de invloed van de warmtewisselaar, berekend volgens formule (13.72);
$I_{sol;mi}$	[W/m ²]	is de opvallende zonnestraling in maand mi , bepaald volgens 17.2;
$F_{sh;obst;mi}$		is de dimensieloze beschaduwingsreductiefactor van het desbetreffende zonnearmsysteem in maand mi , bepaald volgens 17.3;
$Q_{W;sol;ls;us;mi}$	[kWh]	is het energiegebruik voor warm tapwater toegepast op het zonnedeel van het systeem.

De eerste schatting van de zonnebijdrage wordt berekend volgens formule (13.100).

$$Q_{W;sol;tmp;mi} = f_{app} \cdot (a \cdot Y_{mi} + b \cdot X_{mi} + c \cdot Y_{mi}^2 + d \cdot X_{mi}^2 + e \cdot Y_{mi}^3 + f \cdot X_{mi}^3) \cdot Q_{W;sol;ls;us;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.100)$$

De minimumwaarde van $Q_{W;sol;tmp;mi} = 0$.

Waarin:

$Q_{W;sol;tmp;mi}$	[kWh]	is de eerste schatting van de zonnebijdrage voor warm tapwater, in maand mi ;
f_{app}	[-]	is een correctiefactor met als standaardwaarde 1,08;
a.. f	[-]	zijn constanten vastgelegd in tabel 13.15;
$Q_{W;sol;ls;us;mi}$	[kWh]	is het energiegebruik voor warm tapwater toegepast op het zonnedeel van het systeem.

Tabel 13.15 — Correlatiefactoren (NEN-EN 15316-4-3, tabel B.18)

Factor	Wateropslag (de collector is verbonden aan het voorraadvat)
a	1,029
b	-0,065
c	-0,245
d	0,001 8
e	0,021 5
f	0

De eerste schatting van de zonnefractie wordt berekend volgens formule (13.101).

$$f_{W;tmp;mi} = \frac{Q_{W;sol;tmp;mi}}{Q_{W;sol;ls;us;mi}} \quad [-] \quad (13.101)$$

De maximumwaarde van $f_{W;tmp;mi} = 1$.

Waarin:

$f_{W;tmp;mi}$ [-] is de eerste schatting van de dimensieloze zonebijdrage van het zonne-energiesysteem voor warm tapwater, in maand mi ;

$Q_{W;sol;tmp;mi}$ [kWh] is de eerste schatting van de zonebijdrage voor warm tapwater, in maand mi ;

$Q_{W;sol;ls;us;mi}$ [kWh] is het energiegebruik voor warm tapwater toegepast op het zonnedeel van het systeem.

Het warmteverlies van de opslag van het zonneboilerdeel wordt berekend volgens formule (13.102), in kWh.

$$Q_{W;sol;sto;ls;mi} = H_{W;sto;ls} \times \frac{V_{W;sto;sol}}{V_{W;sto;tot}} \times \left(\vartheta_{W;low} + (\vartheta_{W;high} - \vartheta_{W;low}) \times f_{W;tmp;mi} - \vartheta_{sto;amb;mi} \right) \times f_{W;tmp;mi} \times \frac{t_{mi}}{1000} \quad (13.102)$$

De minimumwaarde van $Q_{W;sol;sto;ls;mi} = 0$.

Waarin:

$Q_{W;sol;sto;ls;mi}$ [kWh] is het warmteverlies van de opslag van het zonneboilerdeel voor warm tapwater, in maand mi ;

$\vartheta_{W;low;mi}$ [°C] is de maandgemiddelde koudwatertemperatuur ($= \vartheta_{W;cw;mi} = 10$ °C);

$\vartheta_{W;high;mi}$ [°C] is de warmtapwatertemperatuur (= $\vartheta_{W;hw}$):

— voor systemen met alleen uittapleidingen: $\vartheta_{W;hw} = 60$ °C;

— voor systemen met circulatieleidingen: $\vartheta_{W;hw} = 65$ °C.

De zonnebijdrage wordt berekend volgens formule (13.103).

$$Q_{W;sol;out;mi} = Q_{W;sol;tmp;mi} - Q_{W;sol;sto;ls;mi} \text{ [kWh]} \quad (13.103)$$

De minimumwaarde van $Q_{W;sol;out;mi} = 0$.

$$Q_{W;ren;si;mi} = Q_{W;sol;out;mi} \text{ [kWh]} \quad (13.104)$$

waarin:

$Q_{W;sol;out;mi}$ [kWh] is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie, ten behoeve van systeem si ;

$Q_{W;sol;sto;ls;mi}$ [kWh] is het warmteverlies van de opslag van het zonneboilerdeel voor warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$Q_{W;ren;si;mi}$ [kWh] is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie, ten behoeve van systeem si , in kWh.

Rond $Q_{W;ren;si;mi}$ af naar beneden op twee significante cijfers tot de dichtstbijzijnde getalswaarde uit de in bijlage X gegeven reeks.

De bijdrage van de back-upverwarming aan het energiegebruik wordt berekend volgens formule (13.105).

$$Q_{W;bu;out;mi} = \frac{Q_{W;sol;us;mi}}{f_{gebouw;si;W}} - Q_{W;sol;out;mi} + Q_{W;bu;sto;ls;mi} \text{ [kWh]} \quad (13.105)$$

De minimumwaarde van $Q_{W;bu;out;mi} = 0$.

Waarin:

$Q_{W;bu;out;mi}$ [kWh] is de output van de naverwarmer;

$Q_{W;sol;us;mi}$ [kWh] is het maandelijks energiegebruik voor warm tapwater; gebruik hiervoor $Q_{W;dis;si;mi}$ zoals bepaald in 13.1.2;

$f_{gebouw;si;W}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2.

In het geval van meerdere zonneboilersystemen sol_i die leveren aan één warmtapwatersysteem, moet het maandelijks energiegebruik voor warm tapwater $Q_{W;sol;us;mi}$ worden bepaald per zonneboilersysteem sol_i . Bij meerdere identieke zonneboilersystemen kan dit bepaald worden door te

delen door het aantal zonneboilers N_{sol} . Indien er echter sprake is van meerdere verschillende zonneboilers moet $Q_{W,sol;us;mi}$ verdeeld worden over de verschillende zonneboilers aan de hand van het volume $V_{sto;tot}$ van de verschillende zonneboilers.

Het warmteverlies van het back-upwarmtecircuit wordt berekend volgens formule (13.106).

$$Q_{W;bu;dis;ls;mi} = f_{bu;ins} \times Q_{W;bu;out;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.106)$$

waarin:

$Q_{W;bu;dis;ls;mi}$ [kWh] is het warmteverlies van het naverwarmerdeel voor warm tapwater, in maand mi ;

$f_{bu;ins}$ [-] is de factor die het effect beschrijft van het isoleren van het back-upwarmtecircuit, met als forfaitaire waarde $f_{bu;ins} = 0$.

Het totale terugwinbare verlies van het zonne-energiesysteem wordt berekend volgens formule (13.107).

$$Q_{W,sol;ls;rb;mi} = f_{rb} \times (Q_{W,sol;sto;ls;mi} + Q_{W;bu;sto;ls;mi} + Q_{W;bu;dis;ls;mi}) \quad [\text{kWh}] \quad (13.107)$$

waarin:

$Q_{W,sol;ls;rb;mi}$ [kWh] is het voor ruimteverwarming terugwinbare verlies van het verwante zonne-energiesysteem *sol* voor warm tapwater, in maand mi ;

f_{rb} [-] is de factor die het terugwinbare deel van het warmteverlies beschrijft. Voor verwarmde ruimten: $f_{rb} = 1$, voor onverwarmde ruimten: $f_{rb} = 0$ (op basis van NEN-EN 15316-4-3:2017, tabel B.17).

OPMERKING 2 Er wordt van uitgegaan dat alle installatieonderdelen zich op dezelfde locatie bevinden.

Het hulpenergiegebruik wordt berekend volgens formule (13.108).

$$W_{W;aux;sol;mi} = P_{W,sol;pmp} \times \frac{t_{W;aux;mi}}{1\,000} \quad [\text{kWh}] \quad (13.108)$$

waarin:

$W_{W;aux;sol;mi}$ [kWh] is het hulpenergiegebruik voor de bijdrage van de zonneboiler aan het energiegebruik voor warm tapwater, in maand mi ;

$P_{W,sol;pmp}$ [W] is het effectieve vermogen van de collectorpomp voor warm tapwater, in maand mi , volgens formule (13.84);

$t_{W;aux;mi}$ [h] is de maandelijkse bedrijfstijd van de collectorpomp, berekend volgens formule (13.109).

De verdeling van de jaarlijkse bedrijfstijd van de collectorpomp naar maandwaarden wordt berekend volgens formule (13.109).

$$t_{W;aux;mi} = \frac{I_{sol;mi}}{\sum_{mi=1}^{12} I_{sol;mi}} \times t_{W;aux} \quad [\text{h}] \quad (13.109)$$

waarin:

$I_{sol;mi}$ [W/m²] is de opvallende zonnestraling in maand mi , bepaald volgens 17.2;

$t_{W;aux}$ [h] is de jaarlijkse bedrijfstijd van de collectorpomp, vaste waarde $t_{aux} = 1\,500$ h bij zonneboilers die alleen leveren aan tapwater (SOL_USE=WHS) en $t_{aux} = 2\,000$ h bij zonneboilers die leveren aan tapwater en verwarming (SOL_USE=COMBI).

13.7.2.2.5 Berekeningsmethode verwarming

In deze paragraaf wordt de berekening uitgevoerd voor het verwarmingsdeel van het zonneboilersysteem.

De correctiefactor van de capaciteit van het voorraadvat wordt berekend volgens formule (13.110).

$$f_{H;sto;mi} = \left(\frac{75 \times A_{H;sol;mi}}{V_{H;sto;sol}} \right)^{0,25} \quad [1] \quad (13.110)$$

waarin:

$f_{H;sto;mi}$ [-] is de dimensieloze correctiefactor voor de capaciteit van het voorraadvat voor verwarming;

$A_{H;sol;mi}$ [m²] is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor ruimteverwarming, in maand mi ;

$V_{H;sto;sol}$ [l] is het opslagvolume specifiek voor gegenereerde zonnewarmte berekend afhankelijk van het systeemtype (SOL_TYPE);
als SOL_TYPE = "SER":
 $V_{H;sto;sol} = V_{H;sto;tot}$ [l]
als SOL_TYPE = "PAR"
 $V_{H;sto;sol} = V_{H;sto;tot} \times (1 - f_{aux})$ [l] (13.111)

$V_{H;sto;tot}$ [l] is het totale volume van het voorraadvat voor ruimteverwarming volgens formule (13.87);

f_{aux} [-] berekend volgens formule (13.112).

Het aandeel van het opslagtankvolume gebruikt voor back-upverwarming wordt berekend volgens formule (13.112).

$$f_{aux} = f_{bu} \times \frac{V_{H;sto;bu}}{V_{H;sto;tot}} \quad [-] \quad (13.112)$$

waarin:

f_{bu} [-] is de controlecoëfficiënt voor de back-upverwarming; er wordt uitgegaan van continu gebruik: $f_{bu} = 1,0$ (NEN-EN 15316-4-3:2017, tabel B.15);

$V_{H;sto;bu}$ [l] is het effectieve volume van het back-upopslagdeel bestemd voor ruimteverwarming. Dit wordt berekend volgens formule (13.88).

Het warmteverlies van het back-updeel van de opslag bestemd voor verwarming wordt berekend volgens formule (13.113).

$$Q_{H;bu;sto;ls;mi} = H_{H;sto;ls} \times \frac{V_{H;sto;tot} - V_{H;sto;sol}}{V_{H;sto;tot}} \times (\vartheta_{H;bu;set} - \vartheta_{sto;amb;mi}) \times \frac{t_{mi}}{1\,000} \text{ [kWh]} \quad (13.113)$$

waarin:

- $Q_{H;bu;sto;ls;mi}$ [kWh] is de hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel naverwarmerdeel van een zonneboileropslagvat ten behoeve van ruimteverwarming van systeem si , in maand mi ;
- $H_{H;sto;ls}$ [W/K] is de effectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt van het deel van het voorraadvat bestemd voor ruimteverwarming, in maand mi , volgens formule (13.89);
- $V_{H;sto;tot}$ [l] is het effectieve totale opslagvolume van het voorraadvat bestemd voor ruimteverwarming volgens formule (13.87);
- $V_{H;sto;sol}$ [l] is het opslagvolume specifiek voor gegenereerde zonnewarmte berekend afhankelijk van het systeemtype (SOL_TYPE) volgens formule (13.111);
- $\vartheta_{H;bu;set}$ [°C] is de thermostaatinstelling voor het naverwarmerdeel bestemd voor ruimteverwarming; gebruik hiervoor $\vartheta_{H;a;ontw}$ volgens 9.4.2;
- $\vartheta_{H;a;ontw}$ [°C] is de ontwerpaanvoertemperatuur van het afgiftesysteem, voor warmtetransport, voor een ontwerp temperatuurklasse, uit tabel 9.14.

OPMERKING 1 Als het rendement van het back-up opwекtoestel is bepaald inclusief de warmteverliezen van het voorraadvat, dan wordt, $Q_{H;bu;sto;ls;mi}$ op nul gezet om een dubbeltelling van dit warmteverlies te voorkomen.

Het energiegebruik toegepast op het zonnedeel van het systeem wordt berekend volgens formule (13.114).

$$Q_{H;sol;ls;us;mi} = \frac{Q_{H;sol;us;mi}}{f_{gebouw;si;H}} + Q_{H;bu;sto;ls;mi} \quad (13.114)$$

waarin:

- $Q_{H;sol;ls;us;mi}$ [kWh] is het energiegebruik voor ruimteverwarming toegepast op het zonnedeel van het systeem;
- $Q_{H;sol;us;mi}$ [kWh] is het maandelijkse energiegebruik voor ruimteverwarming; gebruik hiervoor de som van $Q_{H;nod;out}$ en $Q_{H;nod;ls}$ zoals bepaald in 9.2.3.2 en 9.2.3.3; in het geval van een boosterwarmtepomp voor warm tapwater in combinatie met het gebruik van een zonneboiler voor zowel verwarming als warm tapwater kan bij de bepaling van $Q_{H;nod;out}$ voor $Q_{W;BWP;si;in}$ $0,55 \times Q_{W;sol;us}$ aangehouden worden;
- $f_{gebouw;si;H}$ [-] is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie verwarming wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie verwarming, volgens 9.1;

$Q_{H;bu;sto;ls;mi}$ [kWh] is de hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel naverwarmerdeel van een zonneboileropslagvat ten behoeve van ruimteverwarming van systeem si , in maand mi .

$$X_{H;mi} = \frac{A_{H;sol;mi} \times H_{H;loop} \times \eta_{loop} \times (\vartheta_{H;ref;mi} - \vartheta_{e;mi}) \times f_{H;sto;mi} \times t_{mi}}{Q_{H;sol;ls;us;mi} \times 1\,000} \quad [-] \quad (13.115)$$

De minimumwaarde van $X_{H;mi} = 0$ en de maximumwaarde van $X_{H;mi} = 18$.

waarin:

$X_{H;mi}$	[-]	is de dimensieloze variabele X voor ruimteverwarming, in maand mi ;
$A_{H;sol;mi}$	[m ²]	is de effectieve collectoroppervlakte bestemd voor ruimteverwarming, in maand mi ;
$H_{H;loop}$	[W/(m ² ·K)]	is de warmteverliescoëfficiënt van het collectorcircuit (leidingen en collector) berekend volgens formule (13.116);
η_{loop}	[-]	is het dimensieloze rendement van het collectorcircuit inclusief de invloed van de warmtewisselaar, berekend volgens formule (13.72);
$\vartheta_{H;ref;mi}$	[°C]	is de referentietemperatuur voor ruimteverwarming, in maand mi , berekend volgens formule (13.90);
$\vartheta_{e;mi}$	[°C]	is de maandgemiddelde buitenluchttemperatuur bepaald volgens 17.2;
$f_{H;sto;mi}$	[-]	is de dimensieloze correctiefactor voor de capaciteit van het voorraadvat voor verwarming, berekend volgens formule (13.110).

$$H_{H;loop} = a_1 + a_2 \times 40 + \frac{H_{loop;p}}{A_{H;sol;mi}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (13.116)$$

waarin:

$H_{H;loop}$	[W/(m ² ·K)]	is de warmteverliescoëfficiënt van het collectorcircuit (leidingen en collector);
$H_{loop;p}$	[W/K]	is de totale warmteverliescoëfficiënt van alle leidingen in het collectorcircuit, inclusief de leidingen tussen de collectoren en leidingreeksen tussen een collectorreeks en zonneopslagtank, volgens opgave van de leverancier of bepaald met formule (13.74) of (13.75);
a_1	[W/(m ² ·K)]	is de warmteverliescoëfficiënt;
a_2	[W/(m ² ·K ²)]	is de temperatuurafhankelijkheid van de warmteverliescoëfficiënt.

Ontleen de waarde voor a_1 en a_2 aan productspecificaties. Forfaitaire rekenwaarden zijn gegeven in tabel 13.14.

$$Y_{H;mi} = \frac{A_{H;sol;mi} \times K_{hem}(50^\circ) \times \eta_o \times \eta_{loop} \times I_{sol;mi} \times F_{sh;ob;mi} \times t_{mi}}{Q_{H;sol;ls;us;mi} \times 1\,000} \quad [-] \quad (13.117)$$

De minimumwaarde van $Y_{H;mi} = 0$.

waarin:

- $Y_{H,mi}$ [-] is de dimensieloze variabele Y voor ruimteverwarming, in maand mi ;
- $K_{hem}(50^\circ)$ [-] is de hoekafhankelijkheidscoëfficiënt van de zonnecollector. Ontleen de waarde aan productspecificaties; forfaitaire rekenwaarden zijn gegeven in tabel 13.14;
- η_o [-] is het maximale collectorrendement. Ontleen de waarde aan productspecificaties; forfaitaire rekenwaarden zijn gegeven in tabel 13.14;
- η_{loop} [-] is het dimensieloze rendement van het collectorcircuit inclusief de invloed van de warmtewisselaar, berekend volgens formule (13.72);
- $I_{sol,mi}$ [W/m²] is de opvallende zonnestraling in maand mi , bepaald volgens 17.2;
- $F_{sh;ob;mi}$ [-] is de dimensieloze beschadwingreductiefactor van het desbetreffende zonnearmtesysteem in maand mi , bepaald volgens 17.3.

De bijdrage van het zonne-energiesysteem aan het energieverbruik wordt berekend in vier stappen.

De eerste schatting van de zonnebijdrage wordt berekend volgens formule (13.118).

$$Q_{H,sol,tmp;mi} = f_{app} \cdot (a \cdot Y_{mi} + b \cdot X_{mi} + c \cdot Y_{mi}^2 + d \cdot X_{mi}^2 + e \cdot Y_{mi}^3 + f \cdot X_{mi}^3) \cdot Q_{H,sol;ls;us;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.118)$$

De minimumwaarde van $Q_{H,sol,tmp;mi} = 0$.

waarin:

- $Q_{H,sol,tmp;mi}$ [kWh] is de eerste schatting van de zonnebijdrage voor ruimteverwarming, in maand mi ;
- f_{app} [-] is een correctiefactor met als standaardwaarde 1,08;
- a.. f [-] zijn constanten vastgelegd in tabel 13.15.

De eerste schatting van de zonnefracatie wordt berekend volgens formule (13.119).

$$f_{H,tmp;mi} = \frac{Q_{H,sol,tmp;mi}}{Q_{H,sol;ls;us;mi}} \quad [-] \quad (13.119)$$

De maximumwaarde van $f_{H,tmp;mi} = 1$.

waarin:

- $f_{H,tmp;mi}$ [-] is de eerste schatting van de dimensieloze zonnebijdrage van het zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming, in maand mi .

Het warmteverlies van de opslag van het zonneboilerdeel wordt berekend volgens formule (13.120).

$$Q_{H;sol;sto;ls;mi} = H_{H;sto;ls} \times \frac{V_{H;sto;sol}}{V_{H;sto;tot}} \times \left[\vartheta_{H;low} + (\vartheta_{H;high} - \vartheta_{H;low}) \times f_{H;tmp;mi} - \vartheta_{sto;amb;mi} \right] \times f_{H;tmp;mi} \times \frac{t_{mi}}{1\,000} \text{ [kWh]} \quad (13.120)$$

De minimumwaarde van $Q_{H;sol;sto;ls;mi} = 0$.

waarin:

- $Q_{H;sol;sto;ls;mi}$ [kWh] is het warmteverlies van de opslag van het zonneboilerdeel voor ruimteverwarming, in maand mi ;
- $H_{H;sto;ls}$ [W/K] is de effectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt van het deel van het voorraadvat bestemd voor ruimteverwarming, in maand mi , volgens formule (13.89);
- $V_{H;sto;sol}$ [l] is het opslagvolume specifiek voor gegenereerde zonnewarmte berekend afhankelijk van het systeemtype (SOL_TYPE) volgens formule (13.111);
- $V_{H;sto;tot}$ [l] is het effectieve totale opslagvolume van het voorraadvat bestemd voor ruimteverwarming volgens formule (13.87);
- $\vartheta_{H;low;mi}$ [°C] is de luchttemperatuur in een verwarmde ruimte (= $\vartheta_{sto;amb;mi}$ volgens 13.7.2.2);
- $\vartheta_{H;high;mi}$ [°C] is de retourtemperatuur van het distributiesysteem voor de ruimteverwarming (= $\vartheta_{H;dis;rtm}$);
- $\vartheta_{sto;amb;mi}$ [°C] is de omgevingstemperatuur van de ruimte waar het voorraadvat is opgesteld.

De zonnebijdrage wordt berekend volgens formule (13.121).

$$Q_{H;sol;out;mi} = Q_{H;sol;tmp;mi} - Q_{H;sol;sto;ls;mi} \text{ [kWh]} \quad (13.121)$$

De minimumwaarde van $Q_{H;sol;out;mi} = 0$.

$$Q_{H;ren;si;mi} = Q_{H;sol;out;mi} \text{ [kWh]} \quad (13.122)$$

waarin:

- $Q_{H;sol;out;mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van verwarming, in maand mi , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie, ten behoeve van systeem si , in kWh;
- $Q_{H;ren;si;mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van verwarming, in maand mi , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie, ten behoeve van systeem si , in kWh.

Rond $Q_{H;ren;si;mi}$ af naar beneden op twee significante cijfers tot de dichtstbijzijnde getalswaarde uit de in bijlage X gegeven reeks.

De bijdrage van de back-upverwarming aan het energiegebruik wordt berekend volgens formule (13.123).

$$Q_{H;bu;out;mi} = \frac{Q_{H;soli;us;mi}}{f_{gebouw;si;H}} - Q_{H;soli;out;mi} + Q_{H;bu;sto;ls;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.123)$$

De minimumwaarde van $Q_{H;bu;out;mi} = 0$.

waarin:

$f_{bu;ins}$ [kWh] is de output van het back-upverwarmingstoestel;

$f_{gebouw;si;H}$ [-] is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie verwarming wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie verwarming, volgens 9.1.

Het warmteverlies van het back-upwarmtecircuit wordt berekend volgens formule (13.124).

$$Q_{H;bu;dis;ls;mi} = f_{bu;ins} \times Q_{H;bu;out;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.124)$$

waarin:

$Q_{H;bu;dis;ls;mi}$ [kWh] is het warmteverlies van het naverwarmerdeel voor ruimteverwarming, in maand mi ;

$f_{bu;ins}$ [-] is de factor die het effect beschrijft van het isoleren van het back-upwarmtecircuit, met als forfaitaire waarde $f_{bu;ins} = 0$.

Het totale terugwinbare verlies van het zonne-energiesysteem wordt berekend volgens formule (13.125).

$$Q_{H;soli;ls;rbl;mi} = f_{rbl} \times (Q_{H;soli;sto;ls;mi} + Q_{H;bu;sto;ls;mi} + Q_{H;bu;dis;ls;mi}) \quad [\text{kWh}] \quad (13.125)$$

waarin:

$Q_{H;soli;ls;rbl;mi}$ [kWh] is het voor ruimteverwarming terugwinbare verlies van het verwante zonne-energiesysteem $soli$ voor ruimteverwarming, in maand mi ;

f_{rbl} [-] is de factor die het terugwinbare deel van het warmteverlies beschrijft. Voor verwarmde ruimten: $f_{rbl} = 1$, voor onverwarmde ruimten: $f_{rbl} = 0$;

$Q_{H;bu;sto;ls;mi}$ is de hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel naverwarmerdeel van een zonneboileropslagvat ten behoeve van ruimteverwarming van systeem si , in maand mi , in kWh.

OPMERKING 2 Er wordt van uitgegaan dat alle installatieonderdelen zich op dezelfde locatie bevinden.

Het hulpenergiegebruik wordt berekend volgens formule (13.126).

$$W_{H;aux;soli;mi} = P_{H;soli;pmp} \times \frac{t_{H;aux;mi}}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (13.126)$$

waarin:

$W_{H;aux;soli;mi}$ [kWh] is het hulpenergiegebruik voor de bijdrage van de zonneboiler aan het energiegebruik voor verwarming, in maand mi ;

$P_{H,sol;pmp}$	[W]	is het effectieve vermogen van de collectorpomp voor ruimteverwarming, in maand mi , volgens formule (13.91);
$t_{H,aux;mi}$	[h]	is de maandelijkse bedrijfstijd van de collectorpomp, berekend volgens formule (13.127).

De verdeling per maand van de jaarlijkse bedrijfstijd van de collectorpomp naar maandwaarden wordt berekend volgens formule (13.127).

$$t_{H,aux;mi} = \frac{I_{sol;mi}}{\sum_{mi=1}^{12} I_{sol;mi}} \times t_{H,aux} \quad [h] \quad (13.127)$$

waarin:

$t_{H,aux;mi}$	[h]	is de maandelijkse bedrijfstijd van de collectorpomp;
$I_{sol;mi}$	[W/m ²]	is de opvallende zonnestraling in maand mi , bepaald volgens 17.2;
$t_{H,aux}$	[h]	is de jaarlijkse bedrijfstijd van de collectorpomp, vaste waarde $t_{aux} = 2\,000$ h bij zonneboilers die leveren aan verwarming of tapwater en verwarming (SOL_USE=COMBI).

13.7.2.3 Zonneboilers getest als compleet systeem (alleen voor warm tapwater)

Rekenprocedure

De gemiddelde zonnestraling op het collectorvlak wordt bepaald voor de locatie van het gebouw en de oriëntatie van de collector. Daarbij wordt rekening gehouden met eventuele schaduw door obstakels.

De distributiefactor voor het omrekenen van de maandelijkse prestatie van het zonne-energiesysteem naar maandelijkse waarden wordt berekend volgens formule (13.128).

$$f_{dis;mi} = \frac{I_{sol;mi} \times F_{sh;obst;mi} \times t_{mi}}{I_{sol;s45;an} \times t_{an}} \quad [-] \quad (13.128)$$

$$Q_{W,sol;us;soli,mi} = \frac{Q_{W,sol;us;mi}}{N_{soli}} \quad [kWh] \quad (13.129)$$

waarin:

$f_{dis;mi}$	[-]	is de dimensieloze factor voor het verdelen van de jaarlijkse prestatie van een zonne-energiesysteem naar maandwaarden, in maand mi ;
$F_{sh;obst;mi}$	[-]	is de dimensieloze beschaduwingsreductiefactor van het desbetreffende zonnewarmtesysteem in maand mi , bepaald volgens 17.3;
t_{mi}	[h]	is de tijdstap van de berekening: aantal uren in een maand bepaald volgens 17.2;
$I_{sol;s45;an}$	[W/m ²]	is de jaarlijkse gemiddelde zonnestraling op een collectorvlak gericht op het zuiden met een hoek van 45° ten opzichte van de horizontaal;
t_{an}	[h]	is het aantal uren in een jaar;
$Q_{W,sol;us;soli,mi}$	[kWh]	is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater per zonne-energiesysteem $soli$;

$Q_{W;sol;us;mi}$	[kWh]	is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater. Gebruik hiervoor $Q_{W;dis;si;mi}$ zoals bepaald in 13.1.2;
N_{soli}	[-]	is het aantal identieke zonne-energiesystemen dat wordt toegepast binnen hetzelfde tapwatersysteem; $N_{soli} = N_{tap;si}$;
$N_{tap;si}$	[-]	is het aantal identieke opwektoestellen voor warm tapwater dat wordt toegepast binnen hetzelfde tapwatersysteem.

In de formules (13.131) t/m (13.135) is lineaire interpolatie vereist met als basis het energiegebruik van het systeem. Formule (13.130) wordt gebruikt waarbij de 'Y'-parameters in elke formule worden vervangen.

$$Y = Y_1 + \left(\sum_{mi=1}^{12} Q_{W;sol;us;soli,mi} - Q_{W;sol;us;an;i-1} \right) \times \frac{Y_2 - Y_1}{Q_{W;sol;us;an;i+1} - Q_{W;sol;us;an;i-1}} \quad [\text{kWh}] \quad (13.130)$$

waarin:

$Q_{W;sol;us;soli,mi}$	[kWh]	is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater per zonne-energiesysteem <i>soli</i> , volgens formule (13.129);
$Q_{W;sol;us;an;i-1}$	[kWh]	is de $Q_{W;sol;us;an}$ van de dataset, de laagste van de twee;
$Q_{W;sol;us;an;i+1}$	[kWh]	is de $Q_{W;sol;us;an}$ van de dataset, de hoogste van de twee;
Y_i	[kWh]	is het energiegebruik toegepast voor testresultaat <i>i</i> ;
$Q_{W;sol;us;an}$	[kWh]	is het jaarlijkse energiegebruik voor warm tapwater. Gebruik hiervoor de som over alle twaalf maanden van $Q_{W;dis;si,mi}$ zoals bepaald in 13.1.2.

OPMERKING 1 $Q_{W;sol;us;an}$ wordt in verklaringen ook wel aangeduid als Q_D .

De maandelijkse bijdrage van de back-up aan het warmtapwatergebruik voor voorverwarmerzonneboilers (SOL_TYPE = "SER") wordt berekend volgens formule (13.131).

$$Q_{W;bu;out;mi} = Q_{W;sol;us;soli,mi} - Q_{W;ren;si;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.131)$$

$$Q_{W;ren;si;mi} = f_{dis;mi} \times Q_{W;sol;out;an} \quad [\text{kWh}] \quad (13.132)$$

waarin:

$Q_{W;bu;out;mi}$	[kWh]	is de bijdrage aan de opwekking van warm tapwater in maand <i>mi</i> die door het opweksysteem geleverd moet worden aan systeem <i>si</i> ;
$Q_{W;sol;us;soli,mi}$	[kWh]	is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater per zonne-energiesysteem <i>soli</i> , volgens formule (13.129);
$Q_{W;ren;si;mi}$	[kWh]	is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand <i>mi</i> , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie, ten behoeve van systeem <i>si</i> ;
$Q_{W;sol;out;an}$	[kWh]	is de jaarlijkse zonnebijdrage aan het energiegebruik, berekend door lineaire interpolatie van de technische data van het product volgens formule (13.130), waarin $Y = Q_{W;sol;out;an}$, $Y_1 = Q_{W;sol;out;an;i-1}$ en $Y_2 = Q_{W;sol;out;an;i+1}$.

Rond $Q_{W;ren;si,mi}$ af naar beneden op twee significante cijfers tot de dichtstbijzijnde getalswaarde uit de in bijlage X gegeven reeks.

OPMERKING 2 $Q_{W;sol;out;an}$ wordt in verklaringen ook wel aangeduid als Q_L . $Q_{W;bu;out;mi}$ wordt als jaarsom in verklaringen ook wel aangeduid als $Q_{aux;net}$.

De maandelijkse bijdrage van de back-up aan het warmtapwatergebruik voor zonneboilers met geïntegreerde naverwarming (SOL_TYPE = "PAR") wordt berekend volgens formule (13.133).

$$Q_{W;bu;out;mi} = Q_{W;sol;us;sol,mi} - Q_{W;ren;si,mi} \quad [\text{kWh}] \quad (13.133)$$

$$Q_{W;ren;si,mi} = Q_{W;sol;us;sol,mi} - f_{dis;mi} \times Q_{W;bu;out;an} \quad [\text{kWh}] \quad (13.134)$$

waarin:

$Q_{W;bu;out;mi}$ [kWh] is de bijdrage aan de opwekking van warm tapwater in maand mi die door het opweksysteem geleverd moet worden aan systeem si ;

$Q_{W;sol;us;sol,mi}$ [kWh] is het maandelijkse energiegebruik voor warm tapwater per zonne-energiesysteem sol , volgens formule (13.129);

$Q_{W;ren;si,mi}$ [kWh] is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , aangeleverd door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie, ten behoeve van systeem si ;

$Q_{W;bu;out;an}$ [kWh] is de jaarlijkse bijdrage van de back-up aan het energiegebruik, berekend door lineaire interpolatie van de technische data van het product volgens formule (13.130), waarin $Y = Q_{W;bu;out;an}$, $Y_1 = Q_{W;bu;out;an;i-1}$ en $Y_2 = Q_{W;bu;out;an;i+1}$.

Het maandelijkse hulpenergiegebruik wordt berekend volgens formule (13.135).

$$W_{W;aux;sol;mi} = f_{dis;mi} \times W_{W;sol;aux;an} \quad [\text{kWh}] \quad (13.135)$$

waarin:

$W_{W;aux;sol;mi}$ [kWh] is het hulpenergiegebruik voor de bijdrage van zonne-energiesystemen ten behoeve van warm tapwater, in maand mi ;

$W_{W;sol;aux;an}$ [kWh] is het jaarlijkse hulpenergiegebruik, berekend door lineaire interpolatie van de technische data van het product volgens formule (13.130), waarin $Y = W_{W;sol;aux;an}$, $Y_1 = W_{W;sol;aux;an;i-1}$ en $Y_2 = W_{W;sol;aux;an;i+1}$.

OPMERKING 3 $W_{W;sol;aux;an}$ wordt in verklaringen ook wel aangeduid als Q_{par} .

De zonne fractie wordt berekend volgens formule (13.136).

$$f_{sol} = \frac{Q_{W;sol;us;sol,mi} - Q_{W;bu;out;mi}}{Q_{W;sol;us;sol,mi}} \quad [-] \quad (13.136)$$

Het warmteverlies van het deel van de opslag bestemd voor ruimteverwarming wordt berekend volgens formule (13.137).

$$Q_{W;sol;sto;ls;mi} = (\vartheta_{W;hw} - \vartheta_{sto;amb;mi}) \times \left(0,37 + 2,06 \times \left(\frac{Q_{W;sol;us;sol,mi}}{t_{mi}} \right)^{0,4} \right) \times f_{sol} \times \frac{t_{mi}}{1\,000} \quad [\text{kWh}] \quad (13.137)$$

De minimumwaarde van $Q_{W;sol;sto;ls;mi} = 0$.

Waarin:

- $Q_{W;sol;sto;ls;mi}$ [kWh] is het warmteverlies van de opslag van het zonneboilerdeel voor warm tapwater, in maand mi ;
- $\vartheta_{W;hw}$ [°C] is de warmtapwatertemperatuur;
voor systemen met alleen uittapleidingen: $\vartheta_{W;hw} = 60$ °C;
voor systemen met circulatieleidingen: $\vartheta_{W;hw} = 65$ °C;
- $\vartheta_{sto;amb;mi}$ [°C] is de maandgemiddelde omgevingstemperatuur rond het voorraadvat, bepaald door de locatie van het voorraadvat;
- $Q_{W;sol;us;soli,mi}$ [kWh] is het maandelijks energiegebruik voor warm tapwater per zonne-energiesysteem $soli$, volgens formule (13.129);
- t_{mi} [h] is de tijdstap van de berekening: het aantal uren in een maand bepaald volgens 17.2.

Voor de maandgemiddelde omgevingstemperatuur rond het voorraadvat geldt in het geval dat voor de opwekking van warm tapwater een warmtepomp met als bron ventilatieretourlucht wordt toegepast:

$$\vartheta_{sto;amb;mi} = \vartheta_{int;set;H;stc;zi,mi} \text{ [°C] in een verwarmde ruimte (STO_LOC = HS) (13.137a)}$$

In alle andere gevallen geldt:

$$\vartheta_{sto;amb;mi} = \vartheta_{int;set;H;zi,mi} \text{ [°C] in een verwarmde ruimte (STO_LOC = HS) (13.137b)}$$

waarin:

- $\vartheta_{int;set;H;stc;zi,mi}$ [°C] is de setpointtemperatuur voor de thermisch geconditioneerde zones van de aangrenzende rekenzone zi , bepaald volgens 7.9, in °C;
- $\vartheta_{int;set;H;zi,mi}$ [°C] is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor verwarming, bepaald volgens 7.9.4, in °C.

Het warmteverlies van het back-updeel van de opslag bestemd voor naverwarming wordt berekend volgens formule (13.138).

$$Q_{W;bu;sto;ls;mi} = (\vartheta_{W;hw} - \vartheta_{sto;amb}) \times \left(0,37 + 2,06 \times \left(\frac{Q_{W;sol;us;soli,mi}}{t_{mi}} \right)^{0,4} \right) \times \frac{t_{mi}}{1\,000} \text{ [kWh]} \quad (13.138)$$

Voor zonne-energiesystemen met voorverwarmer of alleen zonne-energie geldt $Q_{W;bu;sto;ls;(soli,mi)} = 0$.

Waarin:

- $Q_{W;bu;sto;ls;(soli,mi)}$ [kWh] is de maandelijks hoeveelheid warmteverlies die ontstaat bij een eventueel naverwarmerdeel van een zonneboileropslagvat ($soli$) ten behoeve van warm tapwater van systeem si .

Het warmteverlies van het back-upwarmtecircuit wordt berekend volgens formule (13.139).

$$Q_{W;bu;dis;ls;mi} = f_{bu;ins} \times Q_{W;bu;out;mi} \text{ [kWh]} \quad (13.139)$$

waarin:

$f_{bu;ins}$ [-] is de factor die het effect beschrijft van het isoleren van het back-upwarmtecircuit, met als forfaitaire waarde $f_{bu;ins} = 0$.

Het totale terugwinbare verlies van het zonne-energiesysteem wordt berekend volgens formule (13.140).

$$Q_{W;sol;ls;rbl;mi} = f_{rbl} \times (Q_{W;sol;sto;ls;mi} + Q_{W;bu;sto;ls;mi} + Q_{W;bu;dis;ls;mi}) \quad [\text{kWh}] \quad (13.140)$$

waarin:

f_{rbl} [-] is de factor die het terugwinbare deel van het warmteverlies beschrijft, zie formule (13.107) voor vaste waarden.

OPMERKING 4 Er wordt van uitgegaan dat alle installatieonderdelen zich op dezelfde locatie bevinden.

13.7.2.4 Rekenwaarden PVT

Bepaal voor PVT-systemen de thermische reductiefactor $f_{PVT;th}$ volgens tabel 13.16 voor met enkel glas afgedekte PVT-systemen. Voor onafgedekte PVT-systemen bedraagt $f_{PVT;th}$ 0,9.

Tabel 13.16 — PVT-reductiefactor voor met enkel glas afgedekte PVT-systemen

$(A_{sol;mod} \times N_{col}) / V_{sto;tot}$	$f_{PVT;th}$
$< 0,015 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0,76
$0,015 \text{ m}^2/\text{dm}^3 - 0,03 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0,83
$> 0,03 \text{ m}^2/\text{dm}^3$	0,89
waarin:	
$A_{sol;mod}$	is de referentieoppervlakte van een collectormodule, in m^2 ;
N_{col}	is het aantal geïnstalleerde collectormodules per zonne-energiesysteem <i>sol</i> ;
$V_{sto;tot}$	is het totale volume van het opslagvat van zonne-energiesysteem <i>sol</i> , in dm^3 ;
$f_{PVT;th}$	is de reductiefactor voor thermische opbrengst van PVT-systemen.

13.8 Warmteopwekking

13.8.1 Principe

13.8.1.1 Inleiding

Wanneer het tapwatersysteem gemodelleerd wordt als één groot systeem met meerdere identieke fysieke opweksystemen (met dezelfde opwekkers van hetzelfde merk, type en vermogen en dezelfde

energiedragers; bijvoorbeeld bij een woongebouw met een individueel opweksysteem per woning), dan moet bij de bepaling van het opwekrendement, het vermogen van een toestel of pomp en het hulpenergiegebruik rekening worden gehouden met de energievraag per (individueel) fysiek opweksysteem en het werkelijke aantal identieke systemen.

Hierbij mag de totale oppervlakte van het gemodelleerde systeem worden gedeeld door het aantal fysieke identieke systemen om de gebruiksoppervlakte per systeem vast te stellen.

13.8.1.2 Rendement

Het opwekkingsrendement van de warmteopwekking van warm tapwater is de verhouding tussen de nuttige warmtelevering en alle hiervoor vereiste door een energiedrager toe te leveren energie. De hierbij vereiste hulpenergie wordt in principe afzonderlijk bepaald.

OPMERKING 1 Voor bepaalde soorten toestellen is de hulpenergie inbegrepen in het opwekkingsrendement; in dat geval wordt deze niet apart in rekening gebracht.

De warmteopwekking van warm tapwater kan op drie manieren worden verzorgd:

- a) individuele gebouwgebonden warmteopwekking voor één energieprestatieplichtig gebouwdeel, eventuele warmteopslag en verbindende waterleidingen;
- b) collectieve gebouwgebonden warmteopwekking voor meerdere energieprestatieplichtige gebouwdelen, eventuele warmtewisseling, eventuele warmteopslag en verbindende waterleidingen;
- c) warmteopwekking en circulatieleidingen van de warmtedistributie buiten de perceelgrens (externe warmtelevering); eventuele gebouwgebonden centrale warmtewisseling, eventuele warmteopslag en/of warmtedistributie.

De warmteverliezen van voorraadvaten en/of boilervaten van zonne-energiesystemen worden apart berekend.

Per opwekker gi worden het dimensieloze opwekkingsrendement voor warm tapwater $\eta_{W;gen;prac;gi}$, de bijdrage $Q_{W;gen;gi,out;mi}$ van elk toestel aan de warmteopwekking $Q_{W;dis;nren}$ en de terugwinbare systeemverliezen $Q_{W;gen;is}$ bepaald. Deze grootheden kunnen op verschillende manieren worden bepaald, afhankelijk van het type opwekkingsinstallatie:

- a) kleine en grote toestellen die volledig in de tapwatervraag kunnen voorzien

Dit omvat zowel monovalente toestellen als bivalente toestellen met geïntegreerde bij- en/of naverwarmer.

- b) opwekinstallaties samengesteld uit meerdere toestellen of componenten

Hieronder vallen onder meer systemen met toestellen zonder geïntegreerde naverwarming en bij- en/of naverwarmers voor zonne-energiesystemen.

De prestaties van deze opweksystemen zijn niet als geheel getest.

- c) systemen met indirect verwarmde voorraadvaten opgebouwd uit verschillende toestellen en/of componenten

De prestaties van de warmteopwekking voor warm tapwater worden bepaald op basis van de prestaties van de afzonderlijke componenten waarmee de warmtapwaterbereiding wordt verzorgd.

d) warmtelevering

Dit kan worden toegepast in combinatie met afleversets op externe warmtelevering of op een collectieve verwarmingsinstallatie, eventueel opgebouwd uit verschillende toestellen en/of componenten.

Een opweksysteem dat het warm tapwater verzorgt voor twee of meer energieprestatieplichtige gebouwen of delen van een gebouw binnen het eigen perceel, wordt beschouwd als een collectief tapwatersysteem. Dit geldt niet voor systemen die zijn opgebouwd uit meerdere identieke individuele toestellen die afzonderlijk in (een deel van) de opwekking van het warm tapwater voorzien (zoals bij keukenboilers, doorstroomtoestellen of boosterwarmtepompen).

Het opwekkingsrendement kan bepaald worden aan de hand van testgegevens indien deze beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er rekenmethoden en forfaitaire gegevens beschikbaar afhankelijk van het type opwekker. In alle gevallen wordt het opwekkrendement gecorrigeerd met een correctiefactor voor het functioneren onder praktijkomstandigheden.

Eerst wordt de verdeling over meerdere services en toestellen toegelicht. Vervolgens worden de verschillende methoden afhankelijk van het type opwekinstallatie uitgewerkt.

OPMERKING 2 De methoden onder a) en b) zijn vooral geschikt voor met gas of olie gestookte (combi)toestellen met een belasting tot 70 kW of voor elektrische toestellen of (combi)warmtepompen die volgens de methode van bijlage T (Gaskeur), NEN-EN 13203-2, NEN-EN 16147 of op gelijkwaardige wijze zijn getest. De methode onder c) is vooral geschikt voor opwekinstallaties die bestaan uit een of meer grote indirect verwarmde voorraadvaten, waarbij de warmte wordt geleverd door een of meer verwarmingstoestellen, zoals ketels en warmtepompen. Dergelijke installaties zijn in de meeste gevallen per toepassing samengesteld.

13.8.1.3 Verdeling van de opwekking over meerdere services en toestellen

De opwekverdeling wordt eerst gebaseerd op de serviceverdeling ('service operating mode') over bijvoorbeeld warm tapwater en verwarming en daarna over de verdeling over meerdere opwekkers.

De totale hoeveelheid energie voor warm tapwater $Q_{W,dis;nren}$ die door het opweksysteem geleverd moet worden, wordt verdeeld over de verschillende opwekkers afhankelijk van een altemnerende of parallelle bedrijfswijze wanneer het systeem invulling geeft aan verschillende services.

Wanneer de bedrijfswijze voor meerdere services altemnerend is, dan worden de services in de onderstaande volgorde afgehandeld:

- a) warm tapwater;
- b) verwarming;
- c) andere services.

Wanneer meerdere opwekkers in serie worden geplaatst, zijn er verschillende te onderscheiden situaties:

- a) elk toestel verzorgt een gedeelte van de benodigde temperatuurverhoging voor verwarming van warm tapwater. De benodigde temperatuur voor warm tapwater wordt pas bereikt bij het laatste toestel. Er is sprake van een getrapte temperatuurverhoging;
- b) de toestellen kunnen afzonderlijk de benodigde temperatuurverhoging bewerkstelligen. Het tweede toestel wordt gedurende een groot deel van de tijd gevoed met warm water dat reeds voldoende verwarmd is (zogeheten hotfill);

- c) er is sprake van een individuele boosterwarmtepomp die warm tapwater produceert uit koud drinkwater met behulp van de warmte uit het verwarmingssysteem.

Wanneer twee toestellen, die elk afzonderlijk in de productie van warm tapwater kunnen voorzien (situatie b), in serie worden opgesteld, dan is er sprake van zogeheten hotfill. Het tweede toestel ontvangt dan reeds verwarmd warm tapwater van het eerste toestel. In de leiding tussen de toestellen treden er warmteverliezen op.

Individuele boosterwarmtepompen (situatie c) nemen een aparte situatie in. Deze gebruiken bronzijdig de warmte uit een verwarmingssysteem en produceren vervolgens het benodigde warm tapwater. De twee systemen werken wel samen, maar het warme tapwater wordt volledig geproduceerd in de boosterwarmtepomp. Individuele boosterwarmtepompen worden apart beschreven in 13.8.4.4.

13.8.1.4 Gemeten toestelprestaties

Het opwekkingsrendement van een toestel voor warmtapwaterbereiding is het jaargebruiksrendement van het toestel, waarbij de nuttige warmtelevering rechtstreeks over het toestel wordt bepaald en het brandstofverbruik ook de stilstandsverliezen inclusief een eventuele waakvlam omvat.

Uitgangspunt is het gemeten opwekkingsrendement van één compleet toestel, zoals bepaald bij een of meer tappatronen. Dit omvat zowel monovalente toestellen als bivalente toestellen met geïntegreerde bij- en/of naverwarmer. Voorbeelden hiervan zijn:

- individuele met gas gestookte warmwatertoestellen;
- individuele met gas gestookte combitoestellen;
- individuele met gas gestookte (combi)toestellen met microWKK ten behoeve van de tapfunctie;
- elektrische boilers;
- elektrische tapwaterwarmtepompen met eventueel een geïntegreerd elektrisch bijstookelement;
- elektrische combiwarmtepompen met eventueel een geïntegreerd elektrisch bijstookelement.

Het opwekkingsrendement is bepaald volgens een van de volgende drie methoden.

- a) Voor toestellen waarvan het type reeds vóór 2021 werd geleverd, kan gebruik worden gemaakt van de Nederlandse methode, zoals ontwikkeld voor Gaskeur en zoals beschreven in bijlage A van NEN 7120+C2:2012 inclusief C5.

Het opwekkingsrendement is bepaald bij een of meer van in totaal vijf gegeven Nederlandse toepassingsklassen van warmtapwatergebruikspatronen. Elke toepassingsklasse wordt gekarakteriseerd door tappatroon, warmtapwaterhoeveelheid en -comfort. Een gegeven opwekkingsrendement behoort dus bij een bepaalde toepassingsklasse.

Het opwekkingsrendement is afhankelijk van de warmtapwatervraag aan het toestel. Omdat de warmtapwatervraag in de praktijk doorgaans niet precies overeenkomt met de warmtapwatervraag waarbij het opwekkingsrendement is gemeten, zal over het algemeen een interpolatie nodig zijn tussen twee gemeten rendementen. In afwijking hiervan mag het rendement ook worden bepaald volgens de gemeten waarde bij één bepaalde toepassingsklasse, waarbij een passende correctiefactor ($C_{W;gen}$) zorgt voor de forfaitaire omrekening naar de waarde die past bij de warmtapwatervraag.

Bij deze methode is het hulpenergiegebruik reeds in het opwekkingsrendement inbegrepen.

- b) Voor warmtepompen waarvoor (in het kader van ecodesign) conform NEN-EN 16147 slechts één meetpunt (meetgegevens bij één Europese toepassingsklasse) beschikbaar is, kan het opwekkingsrendement worden bepaald volgens die meetgegevens bij één bepaalde toepassingsklasse (maximaal XL), waarbij een passende correctiefactor ($c_{W,EU,gen}$) zorgt voor de forfaitaire omrekening naar de waarde die past bij de warmtapwatervraag. Bij deze methode is het hulpenergiegebruik reeds in het opwekkingsrendement inbegrepen.
- c) De Europese methode, zoals beschreven in NEN-EN 13203-2 of NEN-EN 16147. Het opwekkingsrendement moet voor toepassing in deze NTA bepaald zijn bij ten minste twee in een van beide normen gegeven warmtapwatergebruikspatronen. In 13.8.4.2 is aangegeven op welke wijze het opwekkingsrendement zoals gemeten volgens NEN-EN 13203-2 of NEN-EN 16147 wordt omgerekend.

Voor installaties met een gescheiden warmteopwekking en opslag van warm tapwater (indirect verwarmd voorraadvat) heeft de hiervoor beschreven methode betrekking op de hele keten van ketel-warmteoverdracht-voorraadvat(en).

Voor combiketels heeft het opwekkingsrendement betrekking op het jaargebruiksrendement, waarin zowel de zomer- als de wintercondities zijn verdisconteerd.

Voor bivalente toestellen die als compleet product worden geleverd en getest, zoals een elektrische warmtepomp met een geïntegreerd elektrisch bijstookelement, een met gas gestookte warmtepomp met een geïntegreerde bijstookketel of een met gas gestookt (combi)toestel met microWKK ten behoeve van de tapfunctie met een geïntegreerde bijstookketel, heeft het opwekkingsrendement betrekking op het jaargebruiksrendement van het gehele bivalente toestel.

De meetresultaten voor toestellen die zijn getest inclusief voorraadvat mogen alleen worden toegepast indien het opwektoestel binnen staat.

13.8.1.5 Samengestelde opwekinstallaties

Het opwekkingsrendement van een samengestelde opwekinstallatie voor warmtapwaterbereiding is opgebouwd uit de bijdrage van de afzonderlijke delen. Hierbij wordt gebruikgemaakt van gemeten prestaties van een of meer van de toestellen waaruit de installatie is samengesteld. De prestaties van deze installaties zijn niet als geheel getest. De verliezen van een voorraadvat worden apart bepaald.

Voorbeelden van samengestelde opwekinstallaties zijn:

- alle zonne-energiesystemen met bij- en/of naverwarmers;
- bivalente warmtepompen zonder geïntegreerde naverwarming, bijvoorbeeld elektrische warmtepompen met een met gas gestookt (combi)toestel als bij- en/of naverwarmer;
- boosterwarmtepompen die gebruikmaken van een verwarmingssysteem of een collectief systeem waaraan warmte wordt onttrokken.

Voor individuele warmtapwaterwarmtepompen met een (collectieve) hogetemperatuurwarmtebron (het verwarmingssysteem), met een watertemperatuur boven 12 °C, hierna aangeduid als boosterwarmtepompen (BWP), is een aparte bepalingmethode gegeven in bijlage W.

De energieprestatie van de BWP als warmteopwekker voor warm tapwater wordt op de volgende manier in deze NTA weergegeven:

- het opwekkingsrendement is de verhouding tussen gevraagde tapwarmte en vereiste warmte van het verwarmingssysteem; de bepaling van het primair energiegebruik maakt gebruik van het opwekkingsrendement en de energiefactor van het verwarmingssysteem;
- het elektrische-energiegebruik wordt verwerkt als hulpenergiegebruik van de BWP.

Indien de BWP deels gebruikmaakt van de warmte uit het koelsysteem, dan heeft de BWP tevens het karakter van een koelmachine met een opwekkingsrendement en de energetische bijdrage voor koeling. Het opwekkingsrendement betreft de verhouding tussen geleverde koude en energiegebruik van de circulatiepomp. Het gelijktijdige elektrische-energiegebruik van de BWP zelf wordt toegerekend aan de tapfunctie.

13.8.1.6 Direct verwarmde voorraadvaten

Gasboilers kunnen toegepast worden als individueel toestel en als toestel in een collectief systeem, eventueel opgebouwd uit meerdere in serie opgestelde toestellen.

Voor gasboilers kan gebruik worden gemaakt van twee methoden:

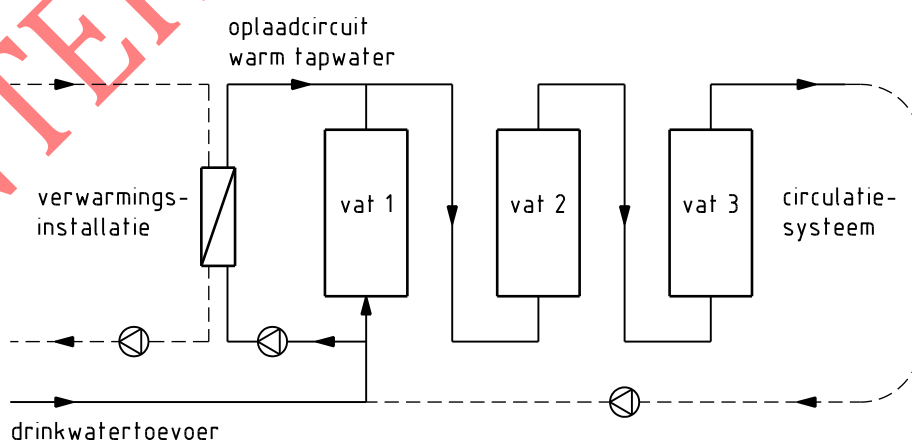
- testgegevens volgens NEN-EN 13203-2 (tot 70 kW);
- de aanpak uit NEN-EN 15316-4-1, met testgegevens volgens NEN-EN 89 (tot en met 150 kW) zoals opgenomen in 13.8.4.5.2.

Voor overige direct verwarmde voorraadvaten is geen normatieve methode beschikbaar.

De meetresultaten volgens NEN-EN 13203-3 of NEN-EN 89 mogen alleen worden toegepast indien het opwektoestel binnen staat.

13.8.1.7 Indirect verwarmde voorraadvaten

Een systeem voor warmtapwaterbereiding met indirect verwarmde voorraadvaten bestaat uit een of meer (in serie opgestelde) indirect verwarmde warmwatervoorraadvaten, die via een warmtewisselaar worden verwarmd door een verwarmingssysteem.



Figuur 13.5 — Een systeem met indirect verwarmde voorraadvaten

Het systeem met indirect verwarmde warmwatervoorraadvaten kan als volgt zijn samengesteld:

- a) een of meer (in serie opgestelde) warmwatervoorraadvaten; hierbij treden permanente verliezen op;
- b) een extern oplaadcircuit met pomp (een variant met een interne warmtewisselaar per vat is ook mogelijk); hierbij treden verliezen op tijdens het opladen;
- c) leidingwerk van het verwarmingssysteem en pomp tussen de warmtewisselaar en de warmteopwekker(s); de verliezen van leidingdelen die ook voor verwarming worden gebruikt, worden niet toegerekend aan de warmtapwaterbereiding tijdens het verwarmingsseizoen; de verliezen van leidingdelen die uitsluitend voor de warmtapwaterbereiding worden gebruikt, worden over het gehele jaar aan de warmtapwaterbereiding toegerekend;
- d) warmteopwekker(s), zoals cv-ketels, warmtekracht, collectieve gebouwverwarming; hierbij wordt uitgegaan van het rendement bij bedrijf op hoge temperatuur (90 °C/70 °C of 80 °C/60 °C).

Het warmteverlies van de verschillende componenten wordt afzonderlijk bepaald, waarna het totale verlies kan worden bepaald.

13.8.1.8 Warmtelevering

Bij warmtelevering wordt er onderscheid gemaakt in externe warmtelevering en warmtelevering op gebouwniveau of voor een beperkt aantal gebouwen samen. In beide gevallen worden de individuele woningen, gebouwen en/of gebouweenheden via een afleverset aangesloten op een collectief verwarmingssysteem. Wanneer er sprake is van een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming, zie hoofdstuk 9 voor het opweksysteem bij verwarming.

13.8.2 Inzet van toestellen

13.8.2.1 Volgorde

Bij de opwekking van warm tapwater wordt beschikbare zonne-energie preferent ingezet. De andere opwektoestellen worden in onderstaande volgorde ingezet:

- a) warmtepomp op ventilatieretourlucht – zonder overventilatie en zonder buitenlucht;
- b) warmtepomp, ketel op biomassa of WKK;
- c) overige toestellen.

Indien er meerdere toestellen worden toegepast in de categorieën zoals hierboven omschreven onder b) en c), moet voor de volgorde van de toestellen binnen de categorie uitgegaan worden van het toestel met het hoogste rendement.

OPMERKING 1 Zonne-energie wordt preferent benut door de opbrengst van het zonneboilersysteem af te trekken van de energie voor warm tapwater die door de rest van het systeem opgewekt moet worden, zie formule (13.4).

Er is sprake van hotfill als het hoofdtoestel (eerste toestel) voor warm tapwater in serie is opgesteld met een ander warmtapwatertoestel. Wanneer een hotfill-elektroboiler is geplaatst in de nabijheid van het aanrecht van een keuken of kitchenette, dan wordt voor de berekening van het energieverbruik de elektroboiler aangemerkt als enige opwektoestel. Bij de berekening voor woningbouw moet hiervoor een apart tapwatersysteem voor de keuken aangemaakt worden. Indien er voor de badkamer geen sprake is van een serieopstelling van meerdere toestellen kan voor het tapwatersysteem voor de badkamer uitgegaan worden van het hoofdtoestel (eerste toestel).

OPMERKING 2 Bij de combinatie van een centraal warmtapwatertoestel en een hotfill-elektroboiler nabij het keukentappunt treden er verliezen op in de verbindende warmwaterleiding. Door de aard van de tappingen bij een keukenpunt wordt de hotfill-elektroboiler voor een deel gevoed met afgekoeld water. Door de warmteopwekking volledig via de elektroboiler te beschouwen, blijft het energiegebruik van het eerste toestel buiten beschouwing en wordt voor de warmteopwekking gerekend met het opwekkingsrendement van de elektroboiler. Dit is een pragmatische benadering. De warmteverliezen van de verbindende warmwaterleiding worden verrekend via de afgifteverliezen in 13.3.

OPMERKING 3 Wanneer er sprake is van een in serie geschakeld voorraadvat dat niet beschikt over een eigen verwarmingssysteem dan moet dit voor de bepaling van de energieprestatie beschouwd worden als een hotfill-toestel zoals een in serie geschakelde elektroboiler.

Wanneer er sprake is van een getrapte temperatuurverhoging die door meerdere toestellen in een serieopstelling wordt gerealiseerd, dan is er geen sprake van preferente en niet-preferente inzet van de verschillende toestellen. Alle toestellen leveren dan een (vaste) bijdrage aan de temperatuurverhoging en zijn tegelijkertijd actief. Eventuele zonne-energie wordt wel preferent ingezet op het opweksysteem.

13.8.2.2 Maximale output per toestel

Bepaal voor elke opwekker gi de maximale hoeveelheid energie die geleverd kan worden, als volgt:

$$Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi} = f_{gebouw;si;W} \times f_{func} \times P_{nom} \times t_{mi} \quad (13.141)$$

Wanneer bij een individueel opweksysteem een elektroboiler in serie is geplaatst na een ander warmtapwater toestel dan geldt voor het eerste toestel uit de serie:

$$Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi} = Q_{W;dis;nren;si;mi} \times 0,8 \quad (13.141a)$$

Wanneer er in een collectief gebouwsysteem sprake is van een opstelling met twee toestellen in serie waarbij het eerste toestel ook wordt gebruikt voor verwarming, dan moet de energiefractie van het eerste en tweede toestel als volgt bepaald worden:

$$f_{pref;serie}(gi = 1) = \sum_{(mi = 1 \text{ tot } 12)} \{t_{mi} \times (\theta_{H,max;si,mi} - 10) / (70 - 10)\} / t_{an} \quad (13.141b)$$

$$f_{pref;serie}(gi = 2) = 1 - f_{pref;serie}(gi = 1) \quad (13.141c)$$

Voor de maximale output per toestel geldt in dat geval:

$$Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi} = Q_{W;dis;nren;si;mi} \times f_{pref;serie;gi} \quad (13.141d)$$

Indien er meer dan twee toestellen in serie worden toegepast, dan kan deze methode niet worden toegepast.

Voor warmtelevering via een afleverset kan ervan uitgegaan worden dat het vermogen van het opweksysteem altijd voldoende is voor het leveren van de energievraag. Dan geldt:

$$Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi} = Q_{W;dis;nren;si;mi} \quad (13.142)$$

waarin:

$Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi}$ is de maximale hoeveelheid energie die door het toestel geleverd kan worden op basis van het vermogen, in maand mi , in kWh;

$f_{gebouw;si;W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt

bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;

f_{func}	is de dimensieloze tijdfractie dat opwekker gi voor warm tapwater maximaal in bedrijf is. Voor toestellen in grote systemen ($A_{g;si} > 500 \text{ m}^2$) geldt $f_{\text{func}} = 0,6$. Voor alle overige toestellen geldt $f_{\text{func}} = 1,0$;
P_{nom}	is het nominale vermogen van het toestel volgens opgave van de leverancier of zoals vermeld op het typeplaatje, in kW; voor warmtepompen op ventilatieretourlucht moet voor woningbouw uitgegaan worden van een gemiddeld nominaal vermogen gedurende tapwaterbedrijf; indien onbekend kan voor individuele toestellen uitgegaan worden van 1,0 kW;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;
$Q_{W;\text{dis};nren;si,mi}$	is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , door de niet-duurzame opwekkers (n_{ren}) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , bepaald volgens 13.1, in kWh.
$\theta_{H;\text{max};si,mi}$	is de maximale aanvoertemperatuur per maand van de op systeem si aangesloten rekenzones zi . Gebruik hiervoor in het geval van een constante aanvoertemperatuur $\theta_{H;a;\text{ontw}}$ volgens tabel 9.14. Gebruik hiervoor in alle andere gevallen de maximale waarde van $\theta_{H;i;z;mi}$ volgens formule 9.31;
$f_{\text{pref};\text{serie } (gi=x)}$	is de energiefraction van een in serie opgesteld toestel (met volgnummer x);
t_{an}	is de lengte van het jaar, bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING 1 De waarde voor f_{func} is gebaseerd op de aanname dat de preferente opwekkers over 60 % van de gehele dagperiode van 24 h warmte kunnen leveren aan het voorraadsysteem.

OPMERKING 2 In veel installaties worden voor deze vorm van warmtapwaterbereiding dezelfde opwekkingstoestellen ingezet als voor verwarming. De volgens hoofdstuk 9 bepaalde nominale vermogens van de opwekkingstoestellen mogen dan ook hier worden gebruikt.

OPMERKING 3 Het gaat bij het nominale vermogen van de opwekker om het vermogen exclusief een eventueel elektrisch naverwarmingselement. Indien er in het toestel een elektrisch naverwarmingselement is opgenomen, is er feitelijk sprake van een toestel met daarin twee opwekkers.

OPMERKING 4 Het gemiddelde nominale vermogen gedurende tapwaterbedrijf van een warmtepomp op ventilatieretourlucht kan bepaald worden uit de meetgegevens van de test door de geproduceerde hoeveelheid warm tapwater uit de testfase te delen door de tijd dat het toestel in tapwaterbedrijf was.

13.8.2.3 Output per toestel

Bereken achtereenvolgens voor elke opwekker gi de hoeveelheid energie $Q_{W;\text{gen};gi;\text{out}}$ die door het toestel geleverd moet worden ten behoeve van warm tapwater, te beginnen bij de eerste opwekker volgens de preferenties zoals bepaald in 13.8.2.1 bij de volgorde van de in te zetten toestellen.

Bereken voor toestel gi eerst de resterende hoeveelheid energie $Q_{W;gi;\text{rest}}$ die door de resterende opwekkers geleverd moet worden binnen het tapwatersysteem:

$$Q_{W;gi;rest;si,mi} = Q_{W;dis;nren;si,mi} - \sum_{1...gi-1} Q_{W;gen;gi;out;mi} \quad (13.143a)$$

Bepaal vervolgens, de maximale hoeveelheid energie $Q_{W;gen;gi;out;max}$ die door elk toestel geleverd kan worden.

In het geval van een warmtepomp op retourlucht wordt de maximale hoeveelheid energie $Q_{W;gen;gi;out;max}$ in het geval van een ventilatiesysteem C (VENT_SYS_OP = EXTRACT_OP) of een ventilatiesysteem D zonder warmteterugwinning ($\eta_{hr}=0$ volgens 11.3.2.2) als volgt bepaald:

$$Q_{W;gen;gi;out;max;mi} = Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi} \times (1 - f_{combi;mi}) \quad (13.144a)$$

Bij alle andere ventilatiesystemen geldt voor een warmtepomp op retourlucht $Q_{W;gen;gi;out;max} = 0$.

Voor alle overige toestellen geldt voor de maximale hoeveelheid energie $Q_{W;gen;gi;out;max}$:

$$Q_{W;gen;gi;out;max;mi} = Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi} \quad (13.144b)$$

Bereken als laatste de hoeveelheid energie $Q_{W;gen;gi;out}$ die door elk toestel geleverd wordt:

$$Q_{W;gen;gi;out;mi} = MIN(Q_{W;rest;si,mi}; Q_{W;gen;gi;out;max;mi}) \quad (13.145)$$

$Q_{W;gi;rest;si,mi}$ is de resterende hoeveelheid energie die door de resterende opwekkers gi geleverd moet worden ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$Q_{W;dis;nren;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , door de niet-duurzame opwekkers ($nren$) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , bepaald volgens 13.1, in kWh;

$Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$Q_{W;gen;gi;out;max;mi}$ is de maximale hoeveelheid energie die door het toestel geleverd kan worden, in maand mi , in kWh;

$Q_{W;gen;gi;Pout;max;mi}$ is de maximale hoeveelheid energie die door het toestel geleverd kan worden op basis van het vermogen, in maand mi , volgens formule (13.141) of (13.142), in kWh;

$f_{combi;mi}$ is de correctiefactor voor gecombineerd gebruik voor verwarming en warm tapwater van een warmtepomp op ventilatieretourlucht, in maand mi . In het geval dat de warmtepomp op ventilatieretourlucht alleen wordt ingezet voor warm tapwater, geldt $f_{combi;mi} = 0$; wanneer de warmtepomp ook wordt ingezet voor verwarming, geldt bij toepassing van het forfaitaire opwekkingsrendement voor verwarming volgens 9.6.3.1: $f_{combi;mi} = 1$ voor mi =oktober t/m maart en $f_{combi;mi} = 0$ voor mi =april t/m september; wanneer de energieprestatie voor verwarming wordt bepaald volgens bijlage Q, geldt $f_{combi;mi} = f_{H;t;hp-on;mi}$ volgens Q.5.2.3;

$f_{H;t;hp-on;mi}$ is de tijdfractie dat de warmtepomp in bedrijf is voor verwarming, in maand mi volgens Q.5.2.3.

Voer bovenstaande stappen uit voor alle opwekkers gi binnen het warmtapwatersysteem si . De opvolging eindigt als alle benodigde energie wordt geleverd. Als door het laatste opgegeven toestel niet alle vereiste energie geleverd kan worden, moet een extra elektrisch doorstroomtoestel in de toestelvolgorde opgenomen worden.

OPMERKING 1 Bij niet-modulerende warmtepompen op retourlucht kan ervan uitgegaan worden dat er sprake is van overventilatie indien er onvoldoende warmte beschikbaar is uit retourlucht zonder overventilatie. Bij modulerende warmtepompen op retourlucht is de overventilatie afhankelijk van de instelling van het toestel. Er wordt van uitgegaan dat de warmtepomp op retourlucht niet-modulerend is.

OPMERKING 2 Wanneer er bij een warmtepomp op ventilatieretourlucht sprake is van een combitoestel dat wordt ingezet voor zowel warm tapwater als verwarming, dan kan dit toestel voor warm tapwater slechts ingezet worden gedurende het deel van de tijd dat het niet in gebruik is voor verwarming. De NTA voorziet niet in een goede methode voor het gecombineerd gebruik van ventilatieretourlucht voor zowel verwarming als warm tapwater in combinatie met eventuele overventilatie voor verwarming en/of warm tapwater.

OPMERKING 3 Wanneer volgens formule (13.145) de hoeveelheid energie $Q_{W;gen;gi;out}$ die door het toestel geleverd wordt, is bepaald, kan voor warmtepompen op retourlucht waarbij gebruik wordt gemaakt van de forfaitaire waarde voor het opwekkingsrendement, ook het door de warmtepomp benodigde ventilatiedebiet per rekenzone ($q_{ve;hp,W;zi;mi}$) worden berekend volgens formule (13.148) en de tijdfractie dat de warmtepomp op ventilatieretourlucht voor warm tapwater in bedrijf is ($f_{W;t;hp-on;mi}$) volgens formule (13.149). Voor warmtepompen op retourlucht waarbij gebruik wordt gemaakt van meetresultaten voor het opwekkingsrendement, wordt het voor de warmtepomp benodigde ventilatiedebiet ontleend aan de verklaring met meetresultaten.

In voorkomende gevallen kan de energetische bijdrage $F_{W;gen;gi}$ ontleend worden aan een kwaliteitsverklaring. Indien deze waarden voor meer tappatronen (klassen) zijn bepaald, moeten de waarden van de energetische bijdrage $F_{W;gen;gi}$ door interpolatie worden bepaald voor de specifieke waarde van de warmtebehoefte $Q_{W;dis;nren;an}$.

In het geval dat de energetische bijdrage $F_{W;gen;gi}$ bekend is, kan de door het toestel geleverde energie $Q_{W;gen;gi;out;mi}$ bepaald worden volgens:

$$Q_{W;gen;gi;out;mi} = F_{W;gen;gi} \times Q_{W;dis;nren;si;mi} \quad (13.146)$$

13.8.2.4 Overventilatie bij warmtepompen op retourlucht

Indien er voor het goed functioneren van de warmtepomp met als bron ventilatieretourlucht in enige maand een grotere lucht volumestroom nodig is dan vanuit de standaard systeemgerelateerde ventilatie ($q_{V;ODA;req;zi;mi}$ volgens 11.2.2.1.1), dan is er sprake van overventilatie.

Onderstaande methode voor de bepaling van het ventilatiedebiet inclusief overventilatie ($q_{ve;hp,W;zi;mi}$) wordt alleen gebruikt indien de warmtepomp op ventilatieretourlucht alleen wordt ingezet voor warm tapwater.

Wanneer er voor de warmtepomp gebruik wordt gemaakt van het forfaitaire opwekkingsrendement, wordt het ventilatiedebiet per rekenzone bepaald met formule (13.148).

Bij toepassing van een kwaliteitsverklaring voor het opwekkingsrendement van de warmtepomp kan het ventilatiedebiet inclusief overventilatie ($q_{ve;hp,W}$) ontleend worden aan de kwaliteitsverklaring en wordt het ventilatiedebiet per rekenzone bepaald met formule (13.148a).

In het geval van een combiwarmtepomp op retourlucht voor verwarming en warm tapwater waarbij gebruik wordt gemaakt van een kwaliteitsverklaring voor het opwekkingsrendement voor verwarming volgens bijlage Q, wordt het ventilatiedebiet voor warm tapwater $q_{ve;hp,W}$ (inclusief eventuele overventilatie) ontleend aan de kwaliteitsverklaring.

In alle gevallen moet de tijdfractie dat de warmtepomp in bedrijf is voor tapwater met formule (13.149) bepaald worden.

Bepaal ten behoeve van de berekening van de systeemontwerppafhankelijke minimale volumestroom in 11.2.2.1.2 het door de warmtepomp benodigde ventilatiedebiet per rekenzone ($q_{ve;hp;W;zi,mi}$) en de tijdfractie dat de warmtepomp op ventilatieretourlucht in bedrijf is ($f_{W;t;hp-on;mi}$) als volgt:

Bij toepassing van het forfaitaire opwekrendement:

$$q_{ve;hp;W;zi,mi} = MAX \left(MAX \left(44 \times \frac{A_{g;zi}}{\sum_{si,zi} A_{g;zi}}; A_{g;zi} \times 0,44 \right) \times 3,6; q_{v;ODA;req;zi,mi} \right) \quad (13.148)$$

Bij toepassing van een kwaliteitsverklaring:

$$q_{ve;hp;W;zi,mi} = MAX \left(q_{ve;hp;W} \times \frac{A_{g;zi}}{\sum_{si,zi} A_{g;zi}}; q_{v;ODA;req;zi,mi} \right) \quad (13.148a)$$

$$f_{W;t;hp-on;mi} = \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{Q_{W;gen;gi;Pout,max;mi}} \quad (13.149)$$

waarin:

- $q_{ve;hp;W;zi,mi}$ is de lucht volumestroom die minimaal nodig is voor het goed functioneren van een warmtepomp met de ventilatievolumestroom als warmtebron van een warmtapwatersysteem, bepaald door de ventilatieretourluchtcapaciteit die nodig is voor de warmtepomp voor warm tapwater (hp;W) van de in het systeemontwerp opgenomen warmtapwatersystemen, in m³/h;
- $q_{ve;hp;W}$ is de lucht volumestroom die minimaal nodig is voor het goed functioneren van een warmtepomp met de ventilatievolumestroom als warmtebron van een warmtapwatersysteem (hp;W) volgens opgave van de leverancier, in m³/h;
- $Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , volgens 13.8.2.3, in kWh;
- $q_{v;ODA;req;zi,mi}$ is de benodigde lucht volumestroom van buitenlucht voor rekenzone zi voor kalendermaand mi , waarbij geen rekening wordt gehouden met overventilatie, in m³/h, voor de warmtebehoefte volgens formule (11.22) in 11.2.2.1.1;
- $f_{W;t;hp-on;mi}$ is de tijdfractie dat de warmtepomp voor warm tapwater in bedrijf is in maand mi .

OPMERKING De lucht volumestroom die minimaal nodig is voor het goed functioneren van een warmtepomp met de ventilatievolumestroom als warmtebron is gelijk aan de forfaitaire waarde uit formule (Q.88).

13.8.2.5 Fractie en gebruikstijd per toestel

Bepaal per maand per toestel de fractie waarin bijgedragen wordt aan de opwekking van warm tapwater.

$$F_{W;gen;si,gi,mi} = \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{Q_{W;dis;nren;si,mi}} \quad (13.150)$$

$$t_{W;use;gi,mi} = \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{P_{nom;gi} \times f_{gebouw;si,W}} \quad (13.151)$$

waarin:

$F_{W;gen;si,gi,mi}$	is de dimensieloze energetische bijdrage voor warm tapwater, in maand mi , die opwekker gi levert aan het systeem si ;
$Q_{W;gen;gi,out,mi}$	is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , volgens 13.8.2.3, in kWh;
$Q_{W;dis;nren;si,mi}$	is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , door de niet-duurzame opwekkers ($nren$) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , bepaald volgens 13.1, in kWh;
$t_{W;use;gi,mi}$	is de tijd dat toestel gi , in maand mi , in bedrijf is voor de verwarming van tapwater, in h;
$P_{nom;gi}$	is het nominale vermogen van het toestel gi volgens opgave van de leverancier of zoals vermeld op het typeplaatje, in kW;
$f_{gebouw;si,W}$	is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2.

13.8.3 Praktijkrendement per opwekker

Bepaal het praktijkrendement van elk toestel als volgt:

$$\eta_{W;gen;prac;si,gi,mi} = f_{prac;gi} \times \eta_{W;gen;gi} \quad [-] \quad (13.152)$$

waarin:

$\eta_{W;gen;prac;si,gi,mi}$	is het dimensieloze opwekkingsrendement onder praktijkomstandigheden voor warm tapwater, in maand mi , van opwekker gi in systeem si ;
$f_{prac;gi}$	is de dimensieloze correctiefactor voor het opwekkingsrendement van toestel gi onder praktijkomstandigheden. Voor opwekkingsrendementen bepaald met NEN-EN 16147 geldt voor voorraadtoestellen $f_{prac;gi} = 0,9$, tenzij aangetoond kan worden dat bij de test conform NEN-EN 16147 rekening is gehouden met wekelijkse legionellapreventie. Voor de forfaitaire opwekkingsrendementen uit 13.8.4.5, 13.8.4.6 en 13.8.4.7 geldt $f_{prac;gi} = 1,0$. Indien bij externe warmtelevering de primaire energiefactor van externe warmtelevering ($f_{p;del;dh/dw}$) de vaste waarde van 0,9 heeft of conform bijlage P gebaseerd is op uitsluitend gemeten waarden, dan geldt $f_{prac;gi} = 1,0$. Als de primaire energiefactor van externe warmtelevering conform bijlage P gebaseerd is op berekende en eventueel gemeten waarden, dan geldt $f_{prac;gi} = 0,95$. In alle overige gevallen geldt $f_{prac;gi} = 0,95$;
$\eta_{W;gen;gi}$	is het dimensieloze opwekkingsrendement voor warm tapwater, in maand mi , van opwekker gi in systeem si , bepaald volgens 13.8.4.2 e.v.

OPMERKING 1 Voor voorraadtoestellen waarbij het opwekkingsrendement is bepaald op basis van testresultaten conform NEN-EN 16147, geldt $f_{\text{prac};gi} = 0,95$ indien het toestel is beproefd bij en toegepast wordt op een temperatuurinstelling van 55 °C of hoger. Er is dan geen aanvullende legionellapreventie vereist. Wanneer de opwekkingsrendementen zijn gecorrigeerd naar een temperatuurinstelling van 55 °C, geldt $f_{\text{prac};gi} = 0,9$.

OPMERKING 2 Voor gasboilers kan in 13.8.4.5 gebruik worden gemaakt van meetgegevens uit NEN-EN 89. In dat geval geldt $f_{\text{prac};gi} = 0,95$.

Indien het opwekkingsrendement bepaald wordt door interpolatie tussen twee meetgegevens, dan kan het voorkomen dat f_{prac} voor beide meetsituaties verschilt. In dat geval moet f_{prac} op gelijke wijze als het opwekkingsrendement geïnterpoleerd worden.

13.8.4 Opwektoestellen

13.8.4.1 Inleiding

Bepaal voor elk opwektoestel gi in maand mi :

- het opwekkingsrendement $\eta_{W;\text{gen};gi}$;
- het hulpenergiegebruik $W_{W;\text{aux};\text{gen};gi}$;
- de terugwinbare systeemverliezen: deze kunnen bestaan uit $Q_{W;\text{gen};\text{aux};\text{ls};\text{rbl}}$, $Q_{W;\text{gen};\text{ls};\text{rbl}}$ en/of $Q_{W;\text{sto};\text{ls};\text{rbl}}$.

Bepaal deze waarden afhankelijk van het type toestel en type opwekinstallatie volgens een van onderstaande methoden:

A voor direct verwarmde voorraadvaten:

- met testresultaten volgens NEN-EN 13203-2:2015: volgens 13.8.4.2;
- voor gasboilers tot en met 150 kW op basis van forfaitaire waarden of op basis van eventuele meetresultaten volgens NEN-EN 89: volgens 13.8.4.5.2;
- voor elektroboilers op basis van forfaitaire waarden: volgens 13.8.4.5.3;
- voor overige direct verwarmde voorraadvaten op basis van forfaitaire waarden: volgens 13.8.4.5.4.

B voor toestellen waarbij het verlies van een eventueel voorraadvat is opgenomen in het opwekkingsrendement:

- met gas gestookt:
 - met testresultaten bij meerdere tappatronen volgens NEN-EN 13203-2: volgens 13.8.4.2;
 - op basis van forfaitaire waarden: volgens 13.8.4.7.2;
- elektrische warmtepompen:
 - met testresultaten bij meerdere tappatronen volgens NEN-EN 16147: volgens 13.8.4.2;
 - met testresultaten bij één tappatroon volgens NEN-EN 16147: volgens 13.8.4.3;
 - op basis van forfaitaire waarden: volgens 13.8.4.7.2;
- boosterwarmtepompen (die gebruikmaken van warmte uit een ander systeem): volgens 13.8.4.4;

- op vaste biobrandstof gestookt:
 - op basis van forfaitaire waarden: volgens 13.8.4.6;
- overige elektrische toestellen:
 - op basis van forfaitaire waarden: volgens 13.8.4.7.2;

C voor toestellen in combinatie met indirect verwarmde voorraadvaten:

- voor WKK's of toestellen op vaste biobrandstoffen op basis van meetresultaten: volgens 13.8.4.8;
- op basis van forfaitaire waarden: volgens 13.8.4.7.4;

OPMERKING 1 Het warmteverlies van het voorraadvat wordt apart bepaald.

D voor warmtelevering via een afleverset:

- volgens 13.8.4.9.

Meetresultaten voor toestellen die zijn getest inclusief voorraadvat volgens NEN-EN 16147 of NEN-EN 13203-2 en meetresultaten voor gasboilers volgens NEN-EN 13203-2 of NEN-EN 89 mogen alleen worden toegepast indien het opwektoestel binnen staat.

Voor elektroboilers kan voor de bepaling van het opwekrendement ook gebruik worden gemaakt van NEN-EN 50440:2016. Het verlies van het voorraadvat is dan meegenomen in het opwekrendement en kan in 13.6 buiten beschouwing blijven. De bepalingmethode voor het opwekkingsrendement op basis van testresultaten volgens NEN-EN 50440:2016 is in NTA 8800 niet in detail beschreven.

Voor de bepaling van het opwekrendement van elektroboilers kan de methode voor testresultaten van 24 uursmetingen in 13.8.4.2 voor warmtepompen gevolgd worden. Er mag geen sprake zijn van testresultaten voor 'off-peak'. Er hoeft niet gecorrigeerd te worden voor de temperatuurinstelling volgens formule (13.153c). Het dagelijkse elektrische-hulpenergiegebruik (voor standby) is meegenomen in het totale elektrische-energiegebruik voor het tappatroon. Wanneer een elektroboiler alleen wordt toegepast voor de keuken, kan volstaan worden met 1 tappatroon (S of M). Tappatroon i_1 is dan gelijk aan i_2 .

Voor toestellen waarvan het type reeds vóór 2021 werd geleverd, mag ook gebruik worden gemaakt van de Nederlandse methode, zoals beschreven in bijlage A van NEN 7120+C2:2012 inclusief C5, die is overgenomen in bijlage T. De methode mag alleen worden toegepast indien het opwektoestel binnen staat.

In de methode is het opwekkingsrendement bepaald bij een of meer van in totaal vijf gegeven Nederlandse toepassingsklassen van warmtapwatergebruikspatronen. Voor de bepaling van het opwekkingsrendement, zal over het algemeen een interpolatie nodig zijn tussen twee gemeten rendementen. Indien er sprake is van extrapolatie onder het onderste meetpunt dan mag het opwekkingsrendement van het toestel niet hoger worden dan is bepaald bij de meetgegevens voor de laagste toepassingsklasse.

In afwijking hiervan mag het rendement ook worden bepaald volgens de gemeten waarde bij één bepaalde toepassingsklasse, waarbij een passende correctiefactor ($c_{w,gen}$) volgens 13.8.4.7.3 zorgt voor de forfaitaire omrekening naar de waarde die past bij de warmtapwatervraag. Daarna moet het bepaalde opwekkingsrendement omgezet worden naar het opwekkingsrendement onder praktijkomstandigheden volgens 13.8.3.

Bij deze methode is het hulpenergiegebruik reeds in het opwekkingsrendement inbegrepen. De

bepalingsmethode voor het opwekkingsrendement op basis van testresultaten is in NTA 8800 niet in detail beschreven.

Indien bij grote installaties niet bekend is of er sprake is van direct of indirect verwarmde voorraadvaten, moet uitgegaan worden van de bepalingmethode in 13.8.4.5.4 voor direct verwarmde voorraadvaten.

Bij toestellen in combinatie met een zonneboilersysteem gelden de volgende afwijkende bepalingen:

- a) Bij toepassing van zonneboilersystemen met geïntegreerde met gas gestookte naverwarming, waarbij de warmte aan het vat wordt overgedragen door een warmtewisselaar (type b in 13.7.1), moet het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ van de bij- en naverwarmer ontleend worden aan 13.8.4.7.2.
- b) Bij toepassing van zonneboilersystemen met geïntegreerde naverwarming, waarbij de warmte aan het vat wordt overgedragen door een elektrisch element (type c in 13.7.1), bedraagt het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ van de elektrische bij- en naverwarmer 1,0.

OPMERKING 2 Voor bepaalde soorten toestellen is de hulpenergie inbegrepen in het opwekkingsrendement; in dat geval wordt deze niet apart in rekening gebracht.

Toestellen die gevoed worden met waterstof (H_2) moeten worden behandeld als een HR-107-ketel op aardgas inclusief de getalswaarden voor de primaire energiefactor voor aangeleverde energie (aardgas) en de CO_2 -emissiecoëfficiënten van aardgas.

13.8.4.2 Getest met 24 uursmetingen, bij meerdere tappatronen

Methode voor warm tapwater, getest met 24 uursmetingen

De inputgegevens op basis van de beproeving van het toestel, gemeten met een of meer cycli van 24 h, staan in tabel 13.17. In de laatste kolom staan de overeenkomstige symbolen zoals ze in NEN-EN 13203-2 en NEN-EN 16147 voorkomen. De meetresultaten voor toestellen die zijn getest inclusief voorraadvat mogen alleen worden toegepast indien het opwektoestel binnen staat.

Tabel 13.17 — Inputgegevens uit de beproevingsnorm voor het warmtapwatertoestel

Symbool	Omschrijving	Eenheid	Symbool in NEN-EN 13203-2	Symbool in NEN-EN 16147
$Q_{W;b;d;gi}$	Is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker <i>gi</i> geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, volgens formule (13.157)	kWh		
$Q_{W;test;i}$	Is de dagelijks geleverde energiehoeveelheid aan warm tapwater bij tappatroon <i>i</i> (volgens tabel 1, 2, 3, 4, 5, 6 en 7 van NEN-EN 13203-2:2015)	kWh	$Q_{ref}(i)$	
	Is de som van de nuttige warmtelevering van de waterafname in belastingsprofiel (<i>i</i>) volgens bijlage A van NEN-EN 16147:2017	kWh		$Q_{ref} [i]$
$E_{W;gen;in;test;i}$	Is het dagelijkse brandstofgebruik voor tappatroon <i>i</i> , gecorrigeerd voor zomer en winter (in NEN-EN 13203-2 bepaald op basis van de netto calorische waarde)	kWh	$Q_{gas;p}(i) \times f_{comb}$	
	Is het dagelijkse elektrische-energiegebruik	kWh		$Q_{elec} \times (1 - SCF \times smart)$
$W_{W;gen;test;i}$	Is het dagelijkse elektrische-hulpenergiegebruik voor tappatroon <i>i</i> (in NEN-EN 13203-2 inclusief energiegebruik voor stand-by)	kWh	$E_{elecco}(i)$	
	OPMERKING Het hulpenergiegebruik voor elektrische warmtepompen is meegenomen bij het totale elektrische-energiegebruik voor het tappatroon	kWh		N.v.t.
$E_{W;gen;in;test;stb}$	Is het dagelijkse brandstofgebruik voor stand-by (in NEN-EN 13203-2 bepaald op basis van de netto calorische waarde)	kWh	$Q_{gas;stb}$	
$W_{W;gen;test;stb}$	Is het dagelijkse elektrische-hulpenergiegebruik voor stand-by	kWh	$E_{elecco;stb}$	$P_{es} \times 24$

Brandstofverbruik in de winter bij met gas gestookte combitoestellen

Bij de bepaling van $E_{W;gen;test;i}$ ($Q_{gas;p(i)}$) volgens NEN-EN 13203-2 mag een afwijkende meetmethode worden toegepast voor het vaststellen van het brandstofverbruik in de winter. Gebruik hierbij onderstaande formule in plaats van formule (5) van NEN-EN 13203-2:2015:

$$Q_{gas;w} = Q_{gas;s} - 13,5 \times \frac{1,21 \times P_s}{\eta_{100}} \quad (13.153)$$

waarin:

- $Q_{gas;w}$ is het dagelijkse energieverbruik in de winter, gecorrigeerd voor het vermeden warmteverlies van de primaire warmtebron, op basis van de netto calorische waarde, in kWh;
- $Q_{gas;s}$ is het dagelijkse energieverbruik in de zomer, op basis van de netto calorische waarde volgens 5.4.1 van NEN-EN 13203-2:2015, in kWh;
- 1,21 is de correctiefactor voor het warmteverlies van de primaire warmtewisselaar van 50 °C naar 55 °C;
- 13,5 is de periode waarin dagelijks centraal warmte wordt geproduceerd, in h;
- P_s is het stand-byverlies van de primaire warmtewisselaar bepaald volgens 9.3.2.3.1.3 van NEN-EN 15502-1+A1:2015 met een gemiddelde watertemperatuur van 50 °C en een omgevingstemperatuur van 20 °C, in kW;
- η_{100} is het opwekkingsrendement van de opwekker op onderwaarde Q_n of voor een serie opwekkers het rekenkundig gemiddelde van het maximale en minimale warmtetoevoerrendement Q_a bepaald volgens 9.2.2 van NEN-EN 15502-1+A1:2015.

Correctie van het dagelijkse energieverbruik voor met gas gestookte toestellen

De meetresultaten uit NEN-EN 13203-2 moeten zoals aangegeven in tabel 13.17 gecorrigeerd worden voor gas van onder- naar bovenwaarde volgens:

$$E_{W;gen;in;test;i} = f_{\frac{H_s}{H_i}} \times Q_{gas;p;i} \quad (13.153a)$$

waarin:

- $E_{W;gen;in;test;i}$ is het dagelijkse energieverbruik voor tappatroon i , gecorrigeerd voor zomer en winter, in kWh/dag, op bovenwaarde;
- $f_{\frac{H_s}{H_i}}$ is de factor voor omzetting van het brandstofgebruik voor gas van onder- naar bovenwaarde; voor aardgas geldt $f_{\frac{H_s}{H_i}} = 1,11$;
- $Q_{gas;p;i}$ is het dagelijkse energieverbruik voor tappatroon i , gecorrigeerd voor zomer en winter, bepaald volgens NEN-EN 13203-2, in kWh/dag, op onderwaarde (H_i).

Correctie van het dagelijkse elektrische-energiegebruik voor warmtepompen

De meetresultaten uit NEN-EN 16147 moeten zoals aangegeven in tabel 13.17 als volgt gecorrigeerd worden met een relatieve besparing door slimme regeling. Daarnaast wordt voor combiwarmtepompen met als bron een mix van buitenlucht en ventilatieretourlucht een aanvullende correctie toegepast voor de verhoogde brontemperatuur van deze menglucht:

$$Q_{\text{elec};\text{SCF};i} = Q_{\text{elec};i} \times (1 - \text{SCF}_{gi} \times \text{smart}) / C_{W;\text{mixed air};mi} \quad (13.153b)$$

waarin:

- $Q_{\text{elec};\text{SCF};i}$ is het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon i bepaald volgens NEN-EN 16147 – inclusief correctie voor smart control, in kWh/dag;
- $Q_{\text{elec};i}$ is het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon i bepaald volgens NEN-EN 16147, in kWh/dag;
- SCF_{gi} is de dimensieloze Smart Control Factor voor opwekker gi , volgens NEN-EN 16147; smart is de dimensieloze correctiefactor voor toekenning van de SCF volgens NEN-EN 16147; $\text{smart}=0$ als $\text{SCF} < 0,07$ of als ‘smart control’ niet van toepassing is; anders geldt $\text{smart}=1$.
- $C_{W;\text{mixed air};mi}$ is de dimensieloze maandgemiddelde correctiefactor voor combiwarmtepompen die als bron een mix van buitenlucht en ventilatieretourlucht gebruiken. Voor alle overige warmtepompen geldt $C_{W;\text{mixed air};mi} = 1$.

Corrigeer voor warmtepompen vervolgens het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon i , zoals bepaald in formule (13.153b) voor de gemeten maximale temperatuur tijdens het testen van het toestel en het ontwerp van de installatie:

$$E_{W;\text{gen};\text{in};\text{test};i} = Q_{\text{elec};\text{SCF};i} \times (1 + (55 - T_{\text{max};\text{test};i}) \times 0,02) / (1 + (55 - T_{\text{set};\text{design}}) \times 0,02) \quad (13.153c)$$

waarin:

- $E_{W;\text{gen};\text{in};\text{test};i}$ is het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon i , in kWh/dag;
- $Q_{\text{elec};\text{SCF};i}$ is het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon i bepaald volgens NEN-EN 16147 – inclusief correctie voor ‘smart control’, in kWh/dag;
- $T_{\text{max};\text{test};i}$ is de maximale gemeten temperatuur gedurende de vereiste tappings voor warm tapwater bij test i , in °C;
- $T_{\text{set};\text{design}}$ is de temperatuurinstelling voor tapwater van de warmtepomp conform de dimensionering van het toestel en het ontwerp van de installatie, in °C.

Bij het Europese tappatroon S of groter is de vereiste minimale taptemperatuur (T_p) bij een of meer tappings 55 °C.

OPMERKING 1 Bij de bepaling van de gemeten maximale temperatuur gedurende de vereiste tappings gaat het om het gemiddelde van de *hoogst* gemeten temperatuur tijdens de verschillende 55 °C-tappings.

De forfaitaire waarde van de temperatuurinstelling voor tapwater van de warmtepomp, $T_{\text{set};\text{design}}$, is 55 °C. Een lagere waarde moet worden onderbouwd met de dimensionering van het toestel en het ontwerp van de installatie.

De dimensionering van het toestel omvat ten minste de grootte van het voorraadvat in relatie tot de gewenste taphoeveelheid in liters warm water van 40 °C.

Het ontwerp van de installatie omvat ten minste de dimensionering van het leidingnet met inachtneming van de eisen aan de stroomsnelheid, de keuze van mengkranen met het oog op het functioneren bij de toegepaste temperatuurinstelling en de aanwezigheid van voorzieningen om op een of meer tappunten een temperatuur van 55 °C te kunnen leveren, conform NEN 1006.

OPMERKING 2 In NEN-EN 16147 zijn geen vaste temperatuurinstellingen voor uitvoering van de testen opgegeven. Door correctie van het dagelijkse energiegebruik voor de temperatuurinstelling bij de uitgevoerde testen ($T_{\text{set;test}}$) ontstaan voor warmtepompen onderling vergelijkbare prestaties wanneer uitgegaan wordt van eenzelfde installatieontwerp ($T_{\text{set;design}}$).

Correctiefactor voor combiwarmtepompen met als bron een mix van buitenlucht en ventilatieretourlucht

De correctie $C_{W;\text{mixed air};mi}$ voor combiwarmtepompen met als bron een mix van buitenlucht en ventilatieretourlucht kan ontleend worden aan een kwaliteitsverklaring. Indien de ventilatieretourlucht van meerdere rekenzones is aangesloten op de mengluchtwarmtepomp, moet voor het systeem een ventilatiedebietgewogen waarde worden bepaald.

De correctiefactor wordt op onderstaande wijze bepaald met behulp van de resultaten voor ruimteverwarming uit NEN-EN 14511. Indien de testresultaten uit NEN-EN 14511 niet beschikbaar zijn, is de bepaling van $C_{W;\text{mixed air};mi}$ niet mogelijk en geldt $C_{W;\text{mixed air}} = 1$.

$$C_{W;\text{mixed air};mi} = \text{COP}_{H;hp;2;\text{mixed air};mi} / \text{COP}_{H;hp;2} \quad (13.153d)$$

waarin:

$\text{COP}_{H;hp;2;\text{mixed air};mi}$ is de COP van de warmtepomp voor verwarming bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bij de van toepassing zijnde mengluchttemperatuur, in maand mi , bepaald volgens 13.153e;

$\text{COP}_{H;hp;2}$ is de COP van de warmtepomp voor verwarming bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens Q.4.2 (zie tabel Q.11);

Bepaal de COP van de warmtepomp voor verwarming bij toepassing van menglucht aan de hand van het carnotrendement onder handhaving van het temperatuurverschil over de verdamper bij conditie A7/W55 (zie tabel Q.9, conditie 2b), gemeten conform NEN-EN 14511:

$$\text{COP}_{H;hp;2;\text{mixed air};mi} = \eta_{\text{carnot};H;hp;2} \times -(\theta_{\text{cond};out;2} + 273,15 + 2) / -(\theta_{\text{cond};out;2} - (\theta_{\text{evap};\text{mixed air};mi} - (\theta_{\text{evap};in;2} - \theta_{\text{evap};out;2})) + 7) \quad (13.153e)$$

waarin:

$\eta_{\text{carnot};H;hp;2}$ is het dimensieloze carnotrendement bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens 13.153f;

$\theta_{\text{cond};out;2}$ is de uitgaande condensortemperatuur bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens Q.4.2, in °C (zie tabel Q.11);

$\theta_{\text{evap};\text{mixed air};mi}$ is de maandgemiddelde verdampertemperatuur voor de productie van warm tapwater, in °C;

$\theta_{\text{evap};in;2}$ is de ingaande verdampertemperatuur bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens Q.4.2, in °C (zie tabel Q.11);

$\theta_{\text{evap;out;2}}$ is de uitgaande verdampertemperatuur bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens Q.4.2, in °C (zie tabel Q.11).

OPMERKING 3 De conditie A7/W55 sluit goed aan bij de conditie voor de warmtapwaterproductie van een individueel toestel. Opgemerkt wordt dat een deel van de warmtapwaterproductie bij lagere condensortemperaturen plaatsvindt en daarmee bij een beter rendement.

Bepaal uit de meetresultaten voor conditie 2b (conform NEN-EN 14511) het carnotrendement onder aanname van een delta-T tussen koudemiddel en lucht (verdamer) van 5 K, en voor koudemiddel en water (condensor) van 2 K.

$$\eta_{\text{carnot;H;hp;2}} = \text{COP}_{\text{H;hp;2}} / \text{COP}_{\text{theoretisch;conditie2b}} \quad (13.153f)$$

$$\text{COP}_{\text{theoretisch;conditie2b}} = (\theta_{\text{cond;out;2}} + 273,15 + 2) / (\theta_{\text{cond;out;2}} - \theta_{\text{evap;out;2}} + 7) \quad (13.153g)$$

waarin:

$\text{COP}_{\text{H;hp;2}}$ is de COP van de warmtepomp voor verwarming bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens Q.4.2 (zie tabel Q.11);

$\theta_{\text{cond;out;2}}$ is de uitgaande condensortemperatuur bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens Q.4.2, in °C (zie tabel Q.11);

$\theta_{\text{evap;out;2}}$ is de uitgaande verdampertemperatuur bij conditie 2, bij maximaal vermogen, bepaald volgens Q.4.2, in °C (zie tabel Q.11).

De maandgemiddelde verdampertemperatuur voor de productie van warm tapwater en de verhouding tussen ventilatielucht en verdamperluchtdebiet wordt als volgt bepaald:

$$\theta_{\text{evap;mixed air;mi}} = (\theta_{\text{e;avg;mi}} - 3,7) \times f_{\text{buitenlucht;mi}} + \theta_{\text{ETA;dis;out;zi;mi}} \times (1 - f_{\text{buitenlucht;mi}}) \quad (13.153h)$$

$$f_{\text{buitenlucht;mi}} = \text{MAX} [0; (1 - (\sum_{(si)zi} [q_{V;\text{ODA;req;zi;mi}}] / q_{V;\text{hp;W}}))] \quad (13.153i)$$

waarin:

$\theta_{\text{e;avg;mi}}$ is de gemiddelde buitentemperatuur in maand mi , bepaald volgens 17.2, in °C;

$f_{\text{buitenlucht;mi}}$ is de dimensieloze factor voor contributie van buitenlucht aan de totale bronzijdige (verdamer) luchtvolumestroom van alle rekenzones zi die zijn aangesloten op systeem si , in maand mi ;

$\theta_{\text{ETA;dis;out;zi;mi}}$ is de temperatuur van de luchtvolumestroom die de kanalen verlaat naar de AHU of ventilatie-unit, bepaald volgens formule (11.130), in °C;

$q_{V;\text{ODA;req;zi;mi}}$ is de benodigde luchtvolumestroom van buitenlucht voor rekenzone zi , in maand mi , in m³/h, volgens **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**;

$q_{V;\text{hp;W}}$ is de luchtvolumestroom die minimaal nodig is voor het goed functioneren van een warmtepomp met een combinatie van ventilatieretourlucht en buitenlucht als warmtebron van een warmtapwatersysteem, volgens opgave van de leverancier, in m³/h.

Bepaal bij combiwarmtepompen met als bron een mix van buitenlucht en ventilatieretourlucht $Q_{\text{elec;i}}$ conform NEN-EN 16147 bij de voorgeschreven 7 °C ingaande verdampertemperatuur.

Doordat gerekend wordt met de maandgemiddelde buitentemperatuur ontstaat een verschil ten opzichte van buitenluchtwarmtepompen met een standaard testconditie bij 7 °C buitentemperatuur. Het verschil bedraagt 3,7 °C ten opzichte van de klimaatgegevens uit NEN 5060:2018.

Energiegebruik per dag

Bepaal voor toestellen die zijn getest volgens NEN-EN 13203-2 of NEN-EN 16147, het energiegebruik, $E_{W;gen;gi;in;d}$, in kWh per dag op de volgende wijze:

$$E_{W;gen;gi;in;d} = E_{W;gen;in;test;i1} + (E_{W;gen;in;test;i2} - E_{W;gen;in;test;i1}) \times \frac{(Q_{W;b;d} - Q_{W;test;i1})}{(Q_{W;test;i2} - Q_{W;test;i1})} - E_{W;gen;in;PFHRD} \quad (13.154)$$

Wanneer bij extrapolatie onder het onderste meetpunt de verhouding $Q_{W;b;d}/E_{W;gen;in;d}$ groter is dan $Q_{W;test;i1}/E_{W;gen;in;test;i1}$ dan geldt voor het dagelijks energiegebruik $E_{W;gen;gi;in;d}$:

$$E_{W;gen;gi;in;d} = E_{W;gen;in;test;i1} / Q_{W;test;i1} \times Q_{W;b;d} - E_{W;gen;in;PFHRD} \quad (13.154a)$$

waarin:

$E_{W;gen;gi;in;d}$ is de gemiddelde dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi gebruikt wordt ten behoeve van warm tapwater, in kWh/dag;

$E_{W;gen;in;test;i(x)}$ is het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon $i(x)$, waar nodig gecorrigeerd voor zomer en winter, en voor de ingestelde temperatuur in kWh/dag, op bovenwaarde;

$Q_{W;b;d}$ is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, volgens formule (13.157), in kWh/dag;

$Q_{W;test;i(x)}$ is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater voor tappatroon $i(x)$, in kWh/dag;

$E_{W;gen;in;PFHRD}$ is de gemiddelde dagelijkse hoeveelheid energie die door toepassing van PFHRD in opwekker gi wordt gereduceerd ten behoeve van warm tapwater, in kWh/dag.

De tappatronen met beschikbare gegevens zijn gekenmerkt door een code (3XS, XXS, XS, S, M, L, XL, XXL, 3XL en 4XL) met oplopende hoeveelheid geleverde energie (Q_{ref} volgens het tappatroon).

OPMERKING 4 De tappatronen in NEN-EN 13203-2 en NEN-EN 16147 zijn gelijk aan elkaar en worden met uitzondering van 3XL en 4XL ook gebruikt voor het energielabel.

OPMERKING 5 De geleverde energie per dag (Q_{ref} volgens het tappatroon) betreft bij S 2,1 kWh, M 5,845 kWh, L 11,655 kWh, XL 19,07 kWh, XXL 24,53 kWh, 3XL 46,76 kWh en 4XL 93,52 kWh.

Bij toepassing van de tappatronen i_1 en i_2 gelden de volgende randvoorwaarden:

Wanneer voor i_2 tappatroon L wordt toegepast, dan moet i_1 volgens tappatroon S of M zijn bij voorraadtoestellen en volgens tappatroon M bij doorstroomtoestellen. Bij elektrische warmtepompen mag formule (13.154) alleen toegepast worden, indien $Q_{W;b;d} \leq (Q_{W;test;i=L} + Q_{W;test;i=XL})/2$.

Wanneer voor i_2 tappatroon XL wordt toegepast, dan moet i_1 volgens tappatroon S, M of L zijn bij voorraadtoestellen en volgens tappatroon M of L bij doorstroomtoestellen. Bij elektrische warmtepompen mag formule (13.154) alleen toegepast worden indien $Q_{W;b;d} \leq Q_{W;test;i=XL}$.

Wanneer voor i_2 tappatroon XXL wordt toegepast, dan moet i_1 volgens tappatroon M, L of XL zijn.

Formule (13.154) mag alleen toegepast worden:

- bij toepassing van tappatroon XL voor i_1 indien $Q_{W;b;d} \geq Q_{W;test;i=L}$;
- bij toepassing van tappatroon L voor i_1 indien $Q_{W;b;d} \geq Q_{W;test;i=M}$;
- bij toepassing van elektrische warmtepompen indien $Q_{W;b;d} \leq Q_{W;test;i=XXL}$.

Voor de bepaling van het energiegebruik bij een lagere $Q_{W;b;d}$ dan hierboven aangegeven mag voor tapklasse M of S gebruik worden gemaakt van $c_{W,EU;gen}$ conform tabel 13.18.

Wanneer voor i_2 tappatroon 3XL wordt toegepast dan moet i_1 volgens tappatroon X zijn. Formule (13.154) mag alleen toegepast worden, indien $Q_{W;b;d} \geq Q_{W;test;i=XL}$ en bij elektrische warmtepompen indien $Q_{W;b;d} \leq Q_{W;test;i=3XL}$.

Wanneer voor i_2 tappatroon 4XL wordt toegepast dan moet i_1 volgens tappatroon 3XL zijn. Formule (13.154) mag alleen toegepast worden indien $Q_{W;b;d} \geq (Q_{W;test;i=XXL} + Q_{W;test;i=3XL})/2$ en bij elektrische warmtepompen indien $Q_{W;b;d} \leq Q_{W;test;i=4XL}$.

Randvoorwaarden toepasbare tappatronen en randvoorwaarde voor extrapolatie in formule (13.154).

Bij toepassing voor i_2 van tappatroon:	Toegestaan tappatroon voor i_1	Randvoorwaarde extrapolatie	
		algemeen: $Q_{W;b;d} \geq$	bij elektrische warmtepompen: $Q_{W;b;d} \leq$
L	M of S bij voorraadtoestel		$(L+XL)/2$
XL	M of L of S bij voorraadtoestel		XL
XXL	M		XXL
	L	M	XXL
	XL	L	XXL
3XL	XXL	XL	3XL
4XL	3XL	$(XXL+3XL)/2$	4XL

OPMERKING 6 Door voor het tappatroon i_1 uit te gaan van tappatroon S of M wordt impliciet aangesloten bij het minimale tapwaterverbruik in een woonfunctie met 1 bewoner. Alleen in het geval van DWTW en/of een zonneboiler kan het warmtapwatergebruik lager zijn dan volgens tappatroon S.

PFHRD-bijdrage

De indirecte PFHRD-bijdrage aan warm water is een aftrekpost op het energiegebruik voor warm water. De dagelijkse bijdrage wordt gemeten volgens prEN 13203-7 onder referentiecondities. De werkelijke jaarlijkse PFHRD-bijdrage aan het energiegebruik voor warm water is direct afhankelijk van de gebruikte hoeveelheid gas voor verwarming.

Indien het opwektoestel geen PFHRD heeft, geldt $E_{W;gen;in;PFHRD} = 0$. Bepaal de bijdrage van een eventueel aanwezige PFHRD als volgt:

$$E_{W;gen;in;PFHRD} = \sum_{mi=1}^{12} E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in} / 365 \times f_{PFHRD} \quad (13.156a)$$

$$f_{PFHRD} = Q_{gas;indirect} / Q_{gas;CH;test} \quad (13.156b)$$

waarin:

$E_{W;gen;in;PFHRD}$ is de gemiddelde dagelijkse hoeveelheid energie die door toepassing van PFHRD in opwekker gi wordt gereduceerd ten behoeve van warm tapwater, in kWh/dag;

$E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in}$ is het energieverbruik van het toestel gi (=combutoestel) voor ruimteverwarming, in maand mi , bepaald volgens 9.2.1, in kWh op bovenwaarde;

f_{PFHRD} is de dimensieloze factor voor de opbrengst van de PFHRD t.g.v. het verwarmingsbedrijf van het combutoestel;

$Q_{gas;indirect}$ is de reductie op het brandstofgebruik door de indirecte PFHRD-bijdrage, bepaald volgens prEN 13203-7 volgens de 24 uur testmethode, in kWh/dag op onderwaarde;

$Q_{gas;CH;test}$ is het brandstofgebruik voor verwarming, gemeten tijdens de test voor de bepaling van $Q_{gas;indirect}$, in kWh/dag op onderwaarde.

De verkorte testmethode van prEN 13203-7 voor de bepaling van de indirecte PFHRD-bijdrage is niet toegestaan, omdat er in prEN 13203-7 geen opgave wordt gedaan van het brandstofverbruik voor verwarming.

Opwekkingsrendement

$$Q_{W;b;d} = \frac{\sum_{mi} Q_{W;gen;gi;out;mi}}{365} \quad (13.157)$$

$$\eta_{W;gen;gi} = \frac{Q_{W;b;d}}{E_{W;gen;gi;in;d}} \quad (13.158)$$

waarin:

$Q_{W;b;d}$ is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in kWh/dag;

$Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$\eta_{W;gen;gi}$ is het dimensieloze opwekkingsrendement voor warm tapwater van opwekker gi ;

$E_{W;gen;gi;in;d}$ is de gemiddelde dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi gebruikt wordt ten behoeve van warm tapwater, in kWh/dag.

Rond $\eta_{W;gen;gi}$ af naar beneden op een veelvoud van 0,025 voor met gas gestookte toestellen of 0,05 voor elektrische toestellen.

Hulpenergie

Bepaal het hulpenergiegebruik, $W_{W;aux;gen;gi,mi}$ voor toestellen die zijn getest volgens NEN-EN 13203-2 als volgt:

$$W_{W;gen;d} = W_{W;gen;test;i1} + (W_{W;gen;test;i2} - W_{W;gen;test;i1}) \times \frac{(Q_{W;b;d} - Q_{W;test;i1})}{(Q_{W;test;i2} - Q_{W;test;i1})} \quad (13.159)$$

$$W_{W;aux;gen;gi,mi} = W_{W;gen;d} \times 365 \times \frac{t_{mi}}{t_{an}} \quad (13.160)$$

waarin:

- $W_{W;gen;d}$ is de dagelijkse hoeveelheid hulpenergie die door opwekker gi gebruikt wordt ten behoeve van warm tapwater, in kWh/dag;
- $W_{W;gen;test;i(x)}$ is het dagelijkse elektrische-hulpenergiegebruik voor tappatroon $i(x)$, in kWh/dag; gebruik hiervoor $E_{elecco;i(x)}$;
- $E_{elecco;i}$ is het dagelijkse elektrische-hulpenergiegebruik voor tappatroon i , in kWh/dag (in NEN-EN 13203-2 inclusief energiegebruik voor stand-by);
- $Q_{W;b;d}$ is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, volgens formule (13.157), in kWh/dag;
- $Q_{W;test;i(x)}$ is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater voor tappatroon $i(x)$, in kWh/dag;
- $W_{W;aux;gen;gi,mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van opwekkingstoestel gi , in maand mi , in kWh;
- t_{mi} is de lengte van maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;
- t_{an} is de lengte van het jaar, bepaald volgens 17.2, in h.

Bij de bepaling van het hulpenergiegebruik moet parallel aan de uitgangspunten, zoals vermeld bij 'Energiegebruik per dag', rekening worden gehouden met de volgende tappatronen:

Het tappatroon i_1 moet volgens tappatroon S of M zijn bij voorraadtoestellen en volgens tappatroon M bij doorstroomtoestellen.

Het tappatroon i_2 moet volgens tappatroon L of XL zijn.

Voor toestellen die zijn getest volgens NEN-EN 16147, geldt: $W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$. Het elektrische-hulpenergiegebruik is reeds meegenomen in het opwekkingsrendement zoals hiervoor bepaald.

Bij toepassing van een combitoestel wordt het hulpenergiegebruik voor zowel de opwekking van warm tapwater als voor verwarming bepaald bij het onderdeel verwarming. Dan geldt $W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$.

Terugwinbare systeemverliezen

Bij toepassing van de meetgegevens voor het opwekkingsrendement uit deze paragraaf kunnen de terugwinbare verliezen die optreden bij een warmtepomp op ventilatieretourlucht en bij combitoestellen met een geïntegreerd voorraadvat, als volgt worden bepaald:

$$Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi} = \frac{Q_{W;test;i1}}{E_{W;gen;in;test;i1}} \times \left(E_{W;gen;in;test;i2} - \frac{(E_{W;gen;in;test;i2} - E_{W;gen;in;test;i1})}{(Q_{W;test;i2} - Q_{W;test;i1})} \times Q_{W;test;i2} \right) \times 365 \times \frac{t_{mi}}{t_{an}} \times \frac{A_{g;zi,si}}{A_{g;si,W}} \quad (13.160a)$$

waarin:

- $E_{W;gen;in;test;i(x)}$ is het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon $i(x)$, waar nodig gecorrigeerd voor zomer en winter, in kWh/dag, op bovenwaarde;
- $Q_{W;test;i(x)}$ is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater voor tappatroon $i(x)$, in kWh/dag;
- t_{mi} is de lengte van maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;
- t_{an} is de lengte van het jaar, bepaald volgens 17.2, in h;
- $A_{g;zi,si}$ is de gebruiksoppervlakte in zone zi die door systeem si wordt bediend in m²;
- $A_{g;si,W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald, en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens formules (13.19b) of (13.20a), in m².

Voor de overige typen opwekkers geldt $Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi} = 0$.

Voor de hulpenergie geldt:

De teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van de opwekker voor warm tapwater:

$$Q_{W;gen;aux;rvd;gi,mi} = 0$$

De terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik van de opwekker voor ruimteverwarming:

$$Q_{W;gen;aux;ls;rb;gi,mi} = 0$$

waarin:

- $Q_{W;gen;aux;rvd;gi,mi}$ is de voor warm tapwater teruggewonnen energie van het hulpenergiegebruik van opwekker gi , in maand mi , in kWh;
- $Q_{W;gen;aux;ls;rb;gi,mi}$ is de voor ruimteverwarming terugwinbare energie van het hulpenergiegebruik van opwekker gi , in maand mi , in kWh.

OPMERKING 7 In NEN-EN 13203-2 en NEN-EN 16147 ontbreekt een bepalingmethode voor de (terugwinbare) verliezen via het voorraadvat en/of de behuizing van het toestel.

OPMERKING 8 De verliezen en daarmee ook het terugwinbare deel daarvan worden via ecodesign beperkt.

13.8.4.3 Getest met 24 uursmetingen, bij één tappatroon

Voor warmtapwatertoestellen die conform NEN-EN 16147 zijn beproefd bij (slechts) één Europees tappatroon, mag het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ worden bepaald volgens:

$$\eta_{W;gen;gi} = \frac{Q_{W;test;i(x)} \times c_{W,EU;gen}}{E_{W;gen;in;test;i(x)}} \quad (13.160b)$$

waarin:

- $\eta_{W;gen;gi}$ is het dimensieloze opwekkingsrendement voor warm tapwater van opwekker gi ;
- $Q_{W;test;i(x)}$ is de dagelijkse hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater voor tappatroon $i(x)$, in kWh/dag;
- $c_{W,EU;gen}$ is de dimensieloze correctiefactor voor de warmtebehoefte en de Europese toepassingsklasse;
- $E_{W;gen;in;test;i(x)}$ is het dagelijkse energiegebruik voor tappatroon $i(x)$, waar nodig gecorrigeerd voor zomer en winter, en voor de ingestelde temperatuur in kWh/dag, op bovenwaarde.

Rond $\eta_{W;gen;gi}$ af naar beneden op een veelvoud van 0,05 voor elektrische toestellen.

De meetresultaten voor toestellen die zijn getest inclusief voorraadvat mogen alleen worden toegepast indien het opwektoestel binnen staat.

Bepaal voor individuele warmtepompen de rekenwaarde voor de correctiefactor voor de warmtebehoefte en de Europese toepassingsklasse volgens tabel 13.18 uit de brutowarmtebehoefte $Q_{W;dis;nren;an}$ en de toepassingsklasse waarbij het rendement van de warmtepomp is gemeten.

Tabel 13.18 — Correctiefactor voor opwekkingsrendement voor individuele warmtepompen bij gebruik van meetresultaten op basis van Europese tappatronen

$c_{W,EU;gen}$	$Q_{W;dis;nren;an}$ kWh			
Toepassingsklasse: energiegebruik gemeten volgens Europees tappatroon	≤ 765	2 130	4 250	≥ 6 960
S	1	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
M	0,56	1	N.v.t.	N.v.t.
L	0,43	0,74	1	N.v.t.
XL	0,35	0,61	0,79	1
waarin: $Q_{W;dis;nren;an}$ is de jaarlijkse brutowarmtebehoefte voor warmtapwaterbereiding, bepaald volgens 13.1.2, in kWh.				

Voor tussengelegen waarden van $Q_{W;dis;nren;an}$ moet rechtlijnig worden geïnterpoleerd.

Voor warmtepompen is toepassing in een hogere klasse dan waarbij het rendement is gemeten, niet toegelaten, omdat bij gebruik in een hogere klasse de vergrote inzet van de (elektrische) bijstookvoorziening kan leiden tot een significante daling van het rendement.

Voor tappatronen groter dan XL zijn geen correctiefactoren beschikbaar.

Hulpenergie

Voor toestellen die zijn getest volgens NEN-EN 16147 geldt: $W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$. Het elektrisch hulpenergiegebruik is reeds meegenomen in het opwekkingsrendement zoals hiervoor bepaald.

Terugwinbare systeemverliezen

Bij toepassing van de meetgegevens voor het opwekkingsrendement uit deze paragraaf geldt voor de terugwinbare verliezen: $Q_{W;gen;ls;rbl;zi;gi;mi} = 0$.

13.8.4.4 Boosterwarmtepompen

Een boosterwarmtepomp is een individuele warmtapwaterwarmtepomp met een hogetemperatuurwarmtebron, met een watertemperatuur boven 12 °C.

De boosterwarmtepomp kan worden toegepast in woningen en gebouwen met een (collectief) verwarmingssysteem waarbij de warmte van een (collectief) verwarmingssysteem, al dan niet aangevuld met warmte onttrokken aan de woning of het gebouw, fungeert als hogetemperatuurwarmtebron.

De benodigde warmte uit het verwarmingssysteem en het elektrische-(hulp)energiegebruik kan worden bepaald aan de hand van meetgegevens of forfaitaire rekenwaarden uit deze paragraaf.

OPMERKING 1 Wanneer gebruik wordt gemaakt van de forfaitaire rekenwaarden, kan geen rekening worden gehouden met koeling (onttrekking van warmte uit het koelsysteem in de woning of het gebouw) door de boosterwarmtepomp.

OPMERKING 2 Een boosterwarmtepomp in een woongebouw wordt meestal toegepast in combinatie met een circulatiesysteem met cv-water dat wordt ingezet voor warm tapwater. Dit kan een systeem op basis van externe warmtelevering zijn of een collectief gebouwsysteem voor de functie verwarming. Circulatieleidingen na een eventuele afleverset moeten worden meegenomen als separaat circulatiesysteem.

Opwekkingsrendement

Bij een boosterwarmtepomp wordt het elektrische-energiegebruik van het toestel samen met het hulpenergiegebruik berekend. Er is voor de berekening geen opwekkingsrendement nodig. Voor het energiegebruik voor warm tapwater volgens formule (13.3) geldt:

$$E_{W;si,gi(=BWP),ci(=el)} = 0$$

Benodigde warmte uit verwarmingssysteem

De door de boosterwarmtepomp voor warm tapwater onder praktijkomstandigheden gebruikte energie, geleverd door een (collectief) verwarmingssysteem ($E_{W;gen;in;prac;BWP;hj;mi}$), wordt als volgt bepaald:

$$E_{W;gen;in;prac;BWP;hj;mi} = E_{W;gen;in;hj;mi} \quad (13.161)$$

Alleen indien het (hulp)energiegebruik $W_{W;aux;gen;gi,mi}$ met behulp van de forfaitaire waarden bepaald is, mag de door de boosterwarmtepomp voor warm tapwater onder praktijkomstandigheden gebruikte energie, geleverd door het (collectieve) verwarmingssysteem ($E_{W;gen;in(,prac);BWP;hj;mi}$) op onderstaande wijze worden bepaald:

$$E_{W;gen;in;prac;BWP;hj;mi} = \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{\eta_{gen;hj} \times c_{W;gen}} \quad (13.162)$$

waarin:

- $E_{W;gen;in;prac;BWP;hj;mi}$ is de door de BWP onder praktijkomstandigheden gebruikte energie, geleverd door het (collectieve) verwarmingssysteem $si = hj$, per maand, in kWh;
- $E_{W;gen;in;hj;mi}$ is de door de BWP onder praktijkomstandigheden gebruikte energie, geleverd door het (collectieve) verwarmingssysteem $si = hj$, per maand, bepaald volgens bijlage W, in kWh;
- $Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.8.2, in kWh;
- $\eta_{gen;hj}$ is het dimensieloze opwekkingsrendement van een boosterwarmtepomp voor de benodigde warmte uit een verwarmingssysteem. Bij koppeling aan een verwarmingssysteem met een ontwerpaanvoertemperatuur op 24 °C geldt $\eta_{gen;hj} = 1,15$, bij koppeling aan een verwarmingssysteem met een ontwerpaanvoertemperatuur op 40 °C geldt $\eta_{gen;hj} = 1,05$. Voor afwijkende ontwerpaanvoertemperaturen tussen 24 °C en 40 °C mag worden geïnterpoleerd. Voor ontwerpaanvoertemperaturen van 20 °C tot 24 °C en van 40 °C tot en met 44 °C mag worden geëxtrapoleerd. Voor ontwerpaanvoertemperaturen lager dan 20 °C en hoger dan 44 °C moet de waarde van $\eta_{gen;hj}$ bij 20 °C respectievelijk 44 °C aangehouden worden. Indien het temperatuurniveau van het verwarmingssysteem niet bekend is, geldt $\eta_{gen;hj} = 1,15$;
- $c_{W;gen}$ is de dimensieloze correctiefactor voor de warmtebehoefte en de toepassingsklasse, volgens 13.8.4.7.3. Voor boosterwarmtepompen geldt klasse 4;

OPMERKING 3 De energie die wordt geleverd door het (collectieve) verwarmingssysteem $E_{W;gen;in;prac;hj;mi}$, wordt meegenomen in hoofdstuk 9 bij het energiegebruik van verwarming.

(Hulp)energiegebruik

Bepaal het (hulp)energiegebruik van een boosterwarmtepomp $W_{W;aux;gen;gi(=BWP),mi}$ volgens bijlage W. Het (hulp)energiegebruik van de boosterwarmtepomp mag ook forfaitair als volgt bepaald worden:

$$W_{W;aux;gen;gi,mi} = \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{COP_{W;BWP} \times c_{W;gen} \times f_{prac;gi}} \quad (13.163)$$

waarin:

- $W_{W;aux;gen;gi,mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van opwekkingstoestel gi , in maand mi , in kWh;
- $Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.8.2.3, in kWh;
- $COP_{W;BWP}$ is de dimensieloze COP van de BWP, met de forfaitaire waarde 4 voor een verwarmingssysteem met een ontwerpaanvoertemperatuur op 40 °C en een forfaitaire waarde 3 voor een verwarmingssysteem met een

ontwerpaanvoertemperatuur op 24 °C. Voor afwijkende ontwerpaanvoertemperaturen tussen 24 °C en 40 °C mag worden geïnterpoleerd. Voor ontwerpaanvoertemperaturen van 20 °C tot 24 °C en van 40 °C tot en met 44 °C mag worden geëxtrapoleerd. Voor ontwerpaanvoertemperaturen lager dan 20 °C en hoger dan 44 °C moet de waarde van $\eta_{\text{gen};\text{hj}}$ bij 20 °C respectievelijk 44 °C aangehouden worden. Indien het temperatuurniveau van het verwarmingssysteem niet bekend is, kan voor de *COP* uitgegaan worden van 3;

$C_{W;\text{gen}}$ is de dimensieloze correctiefactor voor de warmtebehoefte en de toepassingsklasse, volgens 13.8.4.7.3. Voor boosterwarmtepompen geldt klasse 4;

$f_{\text{prac};\text{gi}}$ is de dimensieloze correctiefactor voor het opwekkingsrendement van toestel *gi* onder praktijkomstandigheden. Bij toepassing van het forfaitaire opwekkingsrendement van boosterwarmtepompen geldt $f_{\text{prac};\text{gi}} = 1,0$. In overige gevallen geldt $f_{\text{prac};\text{gi}} = 0,95$.

OPMERKING 4 Het (hulp)energiegebruik en de *COP* van een boosterwarmtepomp worden in principe bepaald voor de situatie dat het (collectieve) verwarmingssysteem wordt bedreven met een stooklijn. Alleen indien met een verklaring aangetoond kan worden dat het collectieve verwarmingssysteem jaarrond functioneert op een vastgelegde continue aanvoertemperatuur, kunnen het (hulp)energiegebruik en de *COP* van een boosterwarmtepomp bepaald worden bij die vastgelegde continue aanvoertemperatuur.

Terugwinbare systeemverliezen

Bereken de terugwinbare systeemverliezen volgens de bepalingwijze in 13.6.5. Gebruik daarbij de verliezen van de boosterwarmtepomp $Q_{W;\text{BWP};\text{ls};\text{tot};\text{mi}}$ uit formule (13.164) voor de verliezen van het voorraadvat $Q_{\text{sto};\text{ls};\text{si};\text{mi}}$. Indien het (hulp)energiegebruik forfaitair is bepaald, geldt voor de terugwinbare systeemverliezen $Q_{\text{sto};\text{ls};\text{si};\text{mi}} = 0$.

$$Q_{W;\text{BWP};\text{ls};\text{tot};\text{mi}} = Q_{W;\text{hp};\text{ls};\text{mi}} / 3,6 \quad (13.164)$$

waarin:

$Q_{W;\text{BWP};\text{ls};\text{tot};\text{mi}}$ is de hoeveelheid warmteverlies van een boosterwarmtepomp, in maand *mi*, in kWh;

$Q_{W;\text{hp};\text{ls};\text{mi}}$ is de door de verdamper opgenomen warmte ter compensatie van warmteverlies, per maand, volgens bijlage W, in MJ.

Rond $Q_{W;\text{BWP};\text{ls};\text{tot};\text{mi}}$ af naar beneden op twee significante cijfers tot de dichtstbijzijnde getalswaarde uit de in bijlage X gegeven reeks.

13.8.4.5 Direct verwarmde voorraadvaten

13.8.4.5.1 Algemeen

Voor gasboilers tot en met 150 kW worden de rekenwaarden bepaald op basis van forfaitaire waarden of op basis van eventuele meetresultaten volgens NEN-EN 89 volgens 13.8.4.5.2. Indien testgegevens volgens NEN-EN 13203-2 (tot 70 kW) beschikbaar zijn, dan kan gebruik worden gemaakt van de methode volgens 13.8.4.2.

Voor elektroboilers is geen normatieve methode beschikbaar. Hiervoor moet gebruik worden gemaakt van de forfaitaire waarden volgens 13.8.4.5.3.

Voor overige direct verwarmde voorraadvaten (waaronder gasboilers vanaf 150 kW) moet gebruik worden gemaakt van de forfaitaire waarden volgens 13.8.4.5.4.

OPMERKING Indien testresultaten beschikbaar zijn volgens NEN-EN 13203-2:2015, kan gebruik worden gemaakt van de methode in 13.8.4.2.

13.8.4.5.2 Gasboilers tot en met 150 kW

Bepaal het opwekkingsrendement van een gasboiler voor toestellen tot en met 150 kW als volgt:

$$\eta_{W;gen;gi,mi} = \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{E_{W;gen;gi;in;mi}} \quad (13.165)$$

$$E_{W;gen;gi;in;mi} = Q_{W;gen;gi;out;mi} + Q_{gen;ls;tot;mi} \quad (13.166; \text{NEN-EN 15316-4-1:2017, (34)})$$

$$Q_{gen;ls;tot;mi} = Q_{W;gen;ls;mi} + Q_{W;S;ls;mi} \quad (13.167; \text{NEN-EN 15316-4-1:2017, (36)})$$

waarin:

$\eta_{W;gen;gi,mi}$ is het dimensieloze opwekkingsrendement voor warm tapwater, in maand mi , van opwekker gi in systeem si ;

$Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.8.2.3, in kWh;

$E_{W;gen;gi;in;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi gebruikt wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh;

$Q_{gen;ls;tot;mi}$ is het totale energieverlies van een gasboiler, in maand mi , in kWh;

$Q_{W;gen;ls;mi}$ is de hoeveelheid opwekverlies van een gasboiler, in maand mi , bepaald volgens formule (13.174), in kWh;

$Q_{W;S;ls;mi}$ is de hoeveelheid warmteverlies van een gasboiler, in maand mi , bepaald volgens formule (13.168), in kWh.

Rond $\eta_{W;gen;gi,mi}$ af naar beneden op een veelvoud van 0,025.

Warmteverlies toestel

Het warmteverlies van een met gas gestookt tapwatertoestel wordt berekend volgens formule (13.168).

Aangenomen dat de totale warmteproductie van het toestel gedurende het jaar als een verlies kan worden aangemerkt, geldt:

$$Q_{W;S;ls;mi} = f_{gebouw;si;W} \times \frac{\vartheta_{Wc;mn} + 5 - \vartheta_{W;amb;zi,mi}}{45} \times \frac{t_{mi}}{24} \times q_{B;S} \quad (13.168)$$

waarin:

$Q_{W;S;ls;mi}$ is de hoeveelheid warmteverlies van een gasboiler, in maand mi , in kWh;

$f_{\text{gebouw};si;W}$	is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;
$q_{B;S}$	is het dagelijkse warmteverlies in stand-by, in kWh; gemeten volgens NEN-EN 89 of bepaald met formule (13.169) of (13.170);
$\vartheta_{Wc;mn}$	is de gemiddelde temperatuur van de warmtapwatervoorraad. Voor systemen met circulatie: $\vartheta_{Wc;mn} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, voor systemen zonder circulatie: $\vartheta_{Wc;mn} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
$\vartheta_{W;amb;zi,mi}$	is de omgevingstemperatuur in rekenzone zi , in maand mi , in $^{\circ}\text{C}$. Voor onverwarmde zones geldt: $\vartheta_{W;amb;zi,mi} = \vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ volgens 8.9.7. Voor verwarmde rekenzones moet gebruik worden gemaakt van $\vartheta_{int;set;H;zi,mi}$ bepaald in 7.9.4. Voor onverwarmde zones is de omgevingstemperatuur afhankelijk van de benaderingswijze van de onverwarmde ruimte(n). Indien de omgevingstemperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimte(n) $\vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ (bepaald volgens formule (7.82)) bekend is (er is een aangrenzende onverwarmde ruimte ingevoerd), dan geldt: $\vartheta_{W;amb;zi,mi} = \vartheta_{ztu;k;zi;H;mi}$ volgens 7.9.7. Indien de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimte(n) niet bekend is (er is niet één aangrenzende onverwarmde ruimte ingevoerd), dan geldt $\vartheta_{W;amb;zi,mi} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING De temperatuur $\vartheta_{Wc;mn}$ is een gemiddelde voorraadtemperatuur. De temperatuur van het uitstromende water is hoger dan $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Het warmteverlies tijdens stand-by $q_{B;S}$ van het warmwatervoorraadtoestel moet gemeten worden volgens NEN-EN 89 (met een gemiddeld temperatuurverschil tussen de watervoorraad en de installatieruimte van 45 K).

Het warmteverlies $Q_{W;S;ls}$ van het warmwatervoorraadtoestel kan worden bepaald op basis van het stand-byverlies, en kan zodoende worden gemeten. Aangezien de warmteopwekking in het warmwatertoestel plaatsvindt, kunnen de betreffende verliezen worden bepaald op basis van formule (13.174).

Als niet bekend is wat het stand-byverlies $q_{B;S}$ van het met gas gestookte warmtapwater-voorraadtoestel is (dat wil zeggen, het is niet gemeten volgens NEN-EN 89), dan kan het benaderd worden met formule (13.169). Op deze manier wordt het warmteverlies als gevolg van de voorraad bepaald. (Dit komt overeen met 80 % van de minimumeis in NEN-EN 89 waarin een volume-afhankelijke nominale warmtetoevoer van $0,07\text{ kW}$ per liter voorraadvolume wordt opgegeven):

$$q_{B;S} = (2,0 + 0,033 \times V^{1,1}) \quad (13.169)$$

Voor gasboilers van voor 1985 geldt:

$$q_{B;S} = 1,4 \times (2,0 + 0,033 \times V^{1,1}) \quad (13.170)$$

waarin:

$q_{B;S}$ is het dagelijkse stand-byverlies, in kWh;

V is de nominale voorraadcapaciteit, in l (maximaal 500 l per vat; bij grotere vaten moet het verlies berekend worden door sommatie van het verlies van meerdere vaten).

Opwekverlies toestel

Het opwekverlies van een warmwatervoorraadtoestel dat rechtstreeks met gas wordt gestookt, wordt op overeenkomstige wijze bepaald als van een ketel, waarbij het stand-byverlies al is meegerekend.

Het opwekverlies $Q_{W;gen;ls}$ wordt verkregen met behulp van het opwekkingsrendement $\eta_{100\%}$ van de ketel in de betreffende rekenperiode:

$$Q_{W;gen;ls;mi} = P_{W;gen;100\%} \times t_{mi}, \text{ in kWh} \quad (13.174)$$

$$P_{W;gen;100\%} = \frac{(f_{Hs/Hi} - \eta_{100\%})}{\eta_{100\%}} \times \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{t_{mi}}, \text{ in kW} \quad (13.175)$$

waarin:

$\eta_{100\%}$	is het opwekkingsrendement van de gasboiler op onderwaarde; volgens NEN-EN 89 moet hiervoor 84 % aangenomen worden;
$P_{W;gen;100\%}$	is het opwekvermogen op onderwaarde;
Hs/Hi	is de conversiefactor voor de energie-inhoud op bovenwaarde/onderwaarde. Voor aardgas geldt $Hs/Hi = 1,11$.

Hulpenergie

Het elektrische-hulpenergiegebruik $W_{W;aux;gen;gi;mi}$ wordt bepaald op basis van 13.8.4.7.5.

Terugwinbare systeemverliezen

Bereken de terugwinbare systeemverliezen volgens de bepalingswijze in 13.6.5. Gebruik daarbij de verliezen van de gasboiler $Q_{W;S;ls;mi}$ uit formule (13.168) voor de verliezen van het voorraadvat $Q_{W;sto;ls;si;mi}$.

13.8.4.5.3 Elektroboilers

Opwekkingsrendement

Voor elektroboilers is geen normatieve methode beschikbaar. Hiervoor geldt $\eta_{W;gen;gi} = 1,0$.

Het verlies van het voorraadvat moet voor elektroboilers separaat worden bepaald volgens 13.6. Dit geldt ook voor heet- of kokendwatersystemen waarbij gebruik wordt gemaakt van een klein voorraadvat met kokend heet water.

Hulpenergie

Het elektrische-hulpenergiegebruik van elektroboilers is onderdeel van het opwekkingsrendement van deze toestellen. Hiervoor geldt $W_{W;aux;gen;gi;mi} = 0$.

Terugwinbare systeemverliezen

Voor elektroboilers geldt $Q_{W;gen;ls;rbl;zi;gi;mi} = 0$.

13.8.4.5.4 Overige direct verwarmde voorraadvaten

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van een of meer (in serie opgestelde) direct verwarmde warmwatervoorraadvaten mag bepaald worden voor het systeem als geheel.

In dat geval bedraagt het primaire opwekkingsrendement $\eta_{W;gen}$ per warmtapwatersysteem 0,50. De dimensieloze energetische bijdrage $F_{W;gen;gi}$ per warmtapwatersysteem bedraagt dan 1,00.

In het geval van gasboilers is deze aanpak alleen toegestaan wanneer er sprake is van een of meer gasboilers waarvan het vermogen groter is dan 150 kW. Voor gasboilers tot en met 150 kW moet de bepalingwijze in 13.8.4.5.2 worden toegepast.

Indien voor direct verwarmde voorraadvaten een afwijkende waarde voor het opwekkingsrendement wordt bepaald, behoren de volgende uitgangspunten te worden gevolgd:

- Bepaal de energetische bijdrage $F_{W;gen;gi}$ per toestel gi naar rato van het vatvolume over de toestellen.
- Bepaal per toestel gi het energiegebruik op basis van de continue verliezen van het vat en op basis van het rendement van de warmwaterbereiding, voor het deel van de warmtebehoefte waarin het desbetreffende toestel moet voorzien ($Q_{W;dis;nren;an} \times F_{W;gen;gi}$).
- De continue verliezen moeten zijn bepaald in een proef waarbij het vat continu op temperatuur wordt gehouden bij een bedrijfstemperatuur van minimaal 60 °C, zonder tappingen uit te voeren.
- Het rendement van de warmwaterbereiding moet zijn bepaald in een proef waarbij het vat continu op temperatuur wordt gehouden bij een bedrijfstemperatuur van minimaal 60 °C, waarbij gedurende de proef een of meer tappingen worden uitgevoerd. Het energiegebruik moet vervolgens worden gecorrigeerd voor de continue verliezen van het vat.

Hulpenergie

Bepaal het hulpenergiegebruik van de toestellen $W_{W;gen;gi}$ volgens 13.8.4.7.5.

Terugwinbare verliezen

Bij toepassing van de forfaitaire rekenwaarden uit deze paragraaf geldt voor de terugwinbare verliezen van de opwekkers $Q_{W;gen;ls;rb;gi} = 0$.

13.8.4.6 Toestellen met vaste biobrandstof

Forfaitaire rekenwaarden voor het opwekkingsrendement van met vaste biobrandstoffen gestookte combitoestellen die voldoen aan de emissiegrenswaarden van bijlage R, zijn gegeven in tabel 13.22. Deze rendementen zijn inclusief de verliezen van het voorraadvat.

Tabel 13.22 — Opwekkingsrendement van een op vaste biobrandstof gestookt combitoestel met voorraadvat voor warmtapwaterbereiding dat voldoet aan de grenswaarden van bijlage R

Ketel met vaste biobrandstof en voorraadvat die voldoet aan de grenswaarden van bijlage R	Opstellingsplaats toestel	
	Binnen	Buiten
* minimaal 20 mm isolatie rond de warmwatervoorraad en het leidingwerk	0,65	0,60
* minimaal 10 mm isolatie rond de warmwatervoorraad en het leidingwerk	0,575	0,525
* zonder isolatie rond de warmwatervoorraad en het leidingwerk	0,35	0,325

Voor de overige toestellen met vaste biobrandstof moet voor het opwekkingsrendement gebruik worden gemaakt van de rekenwaarden voor het opwekkingsrendement van een opwektoestel (met

vaste biobrandstof) in combinatie met een indirect verwarmd voorraadvat volgens 13.8.4.7.5. De verliezen van het voorraadvat moeten dan apart in rekening worden gebracht volgens 13.6.

Hulpenergie

Bij toepassing van de forfaitaire rekenwaarden voor het opwekkingsrendement uit deze paragraaf geldt voor het hulpenergiegebruik:

$$W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$$

In alle overige gevallen moet het hulpenergiegebruik $W_{W;aux;gen;gi,mi}$ bepaald worden volgens 13.8.4.7.5.

Terugwinbare systeemverliezen

Bij toepassing van de forfaitaire rekenwaarden voor het opwekkingsrendement uit deze paragraaf geldt voor de terugwinbare verliezen van de opwekkers $Q_{W;gen;ls;rbl;gi} = 0$.

13.8.4.7 Forfaitaire rekenwaarden

13.8.4.7.1 Algemeen

Opwekkingsrendement

Bepaal het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ voor complete toestellen volgens 13.8.4.7.2, voor warmtepompen zonder geïntegreerde naverwarming volgens 13.8.4.3 en voor toestellen in combinatie met indirect verwarmde voorraadvaten volgens 13.8.4.7.4.

OPMERKING Aanvullingen in de bepalingswijze van het opwekkingsrendement van toestellen wanneer deze worden toegepast in combinatie met een zonneboiler, zijn gegeven in 13.8.4.1.

Hulpenergie

Wanneer het opwekkingsrendement wordt bepaald volgens 13.8.4.7.2 of 13.8.4.3, geldt behalve voor elektrische doorstroomtoestellen voor het hulpenergiegebruik van de toestellen $W_{W;gen;gi} = 0$. Voor elektrische doorstroomtoestellen moet het elektrische-hulpenergiegebruik van de toestellen $W_{W;gen;gi}$ bepaald worden volgens 13.8.4.7.5.

OPMERKING De rekenwaarden voor het opwekkingsrendement in 13.8.4.7 zijn inclusief de opwekking van elektrische (hulp)energie (bijvoorbeeld driewegklep, cv-pomp, ventilator bij gastoestel) respectievelijk het verbruik van een eventuele waakvlam. Echter, voor combitoestellen is de hulpenergie voor de elektronica reeds bij de cv-functie in rekening gebracht. Voor elektrische warmtepompen is de benodigde hulpenergie (voor regeling, voor pompen die specifiek voor de bereiding van warm tapwater benodigd zijn en niet onder een andere functie vallen) in het opwekkingsrendement verdisconteerd.

Voor toestellen in combinatie met indirect verwarmde voorraadvaten moet het elektrische-hulpenergiegebruik van de toestellen $W_{W;gen;gi}$ bepaald worden volgens 13.8.4.7.5. Bij deze toestellen kan er ook sprake zijn van thermische-hulpenergiegebruik. Dit kan bestaan uit het gasverbruik voor waakvlammen, zoals bepaald in 9.6.2.1. Dit moet alleen in rekening worden gebracht indien het desbetreffende opwekkingstoestel niet (ook) wordt gebruikt voor verwarming.

Terugwinbare systeemverliezen

Bij toepassing van de forfaitaire rekenwaarden uit deze paragraaf geldt voor de terugwinbare verliezen van elektrische doorstroomtoestellen:

$$Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi} = \left(\frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{\eta_{W;gen;gi}} - Q_{W;gen;gi;out;mi} \right) \times \frac{A_{g;zi,si}}{A_{g;si;W}} \quad (13.179)$$

waarin:

- $Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi}$ is het voor ruimteverwarming terugwinbare thermische systeemverlies van de verwante opwekkers voor warm tapwater in rekenzone zi , in maand mi , in kWh;
- $\eta_{W;gen;gi,mi}$ is het dimensieloze opwekkingsrendement voor warm tapwater, in maand mi , van opwekker gi in systeem si , bepaald volgens 13.8.4.7.2 of 13.8.4.3;
- $Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.8.2, in kWh;
- $A_{g;zi,si}$ is de gebruiksoppervlakte in zone zi die door systeem si wordt bediend, in m²;
- $A_{g;si;W}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens formules (13.19b) of (13.20a), in m².

Voor de overige opwekkers uit deze paragraaf geldt $Q_{W;gen;ls;rb;zi,gi,mi} = 0$.

13.8.4.7.2 Complete toestellen

Deze methode wordt uitsluitend toegepast op systemen met één opwekker (eventueel bivalent met een geïntegreerde tweede opwekker die in de rendementsbepaling is meegenomen) voor systeem si .

Met complete toestellen wordt bedoeld op de situatie dat alle onderdelen van het opweksysteem zich in één behuizing bevinden. Indien er sprake is van een los voorraadvat dat indirect verwarmd wordt door het warmteopwektoestel, dan moet gebruik worden gemaakt van de methode in 13.8.4.7.4. Voor toestellen op vaste biobrandstoffen is de methode in 13.8.4.6 van toepassing. Wanneer het opwektoestel inclusief het losse voorraadvat is getest met 24 uursmetingen, dan kan gebruik worden gemaakt van de methode in 13.8.4.2.

Ontleen het opwekkingsrendement aan tabel 13.25.

Tabel 13.23 — Toepassingsklassen van warmtapwatergebruik (vaste waarden)

Warmtapwatergebruik $Q_{W;dis;nren;an}$ kWh/jaar	Bijbehorende toepassingsklasse (klasse voor de meting van het opwekkingsrendement)
Indien alleen aanrechtgebruik (bijv. keukengeiser)	'Aanrecht'
1 805	Klasse 1
2 500	Klasse 2
3 195	Klasse 3
3 890	Klasse 4
waarin: $Q_{W;dis;nren;an}$ is de jaarlijkse brutowarmtebehoefte voor warmtapwaterbereiding, bepaald volgens 13.1.2, in kWh. Indien de brutowarmtebehoefte voor warmtapwaterbereiding voor installatie i niet overeenkomt met het warmtapwatergebruik van de klasse waarvoor het rendement is gemeten, moet het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;i}$ van het warmtapwatersysteem i rechtlijnig worden geïnterpoleerd.	

OPMERKING 1 Bij gebruik van tabel 13.23 zal doorgaans moeten worden geïnterpoleerd tussen twee klassen, hetgeen betekent dat er ten minste twee metingen nodig zijn. De interpolatie is nodig omdat een indeling van het rendement in klassen leidt tot een 'zaagtandeffect' bij de overgang tussen twee klassen. Bij gebruik van tabel 13.25 is maar één meting nodig; de correctiefactor CW_{gen} zorgt in dat geval, waar nodig, voor de bijstelling van de gemeten waarde van het opwekkingsrendement, afhankelijk van enerzijds de klasse van warmtapwatergebruik waarbij is gemeten en anderzijds de brutowarmtebehoefte voor warm tapwater van (het deel van) de woonfunctie of het woongebouw.

OPMERKING 2 De klasse-indeling loopt parallel aan de indeling in klassen CW volgens Gaskeur CW. CW staat voor comfort warm water. Zie tabel 13.24.

Tabel 13.24 — Verband met Gaskeur CW-toepassingsklassen (informatief)

Toepassingsklasse	Gaskeur-CW-toepassingsklasse
'Aanrecht'	CW-1
1	CW-1+
2	CW-2
3	CW-3
4	CW-4 of 5 of 6
Klasse 'Aanrecht' geldt voor een toestel voor uitsluitend keukengebruik. Klasse 1 (CW-1+) is klasse CW-1 met toevoeging van de avonddouche-tapping van klasse CW-2 en bijbehorend debiet van 3,5 dm³/min. Overigens omvatten de Gaskeur CW-klassen aanvullende warmtapwatercomforteisen.	

Tabel 13.25 — Opwekkingsrendement van een toestel voor warmtapwaterbereiding

Toestel en label	$\eta_{W;gen,gi}$
Met gas gestookte warmwatertoestellen met een belasting tot 70 kW en een opslagcapaciteit voor water tot 300 l:	
— warmwater- of combitoestel zonder Gaskeur	0,30
— warmwatertoestel met Gaskeur	$C_{W;gen} \times 0,40$
— warmwatertoestel met Gaskeur CW	$C_{W;gen} \times 0,625$
— keukengeiser ^c	$C_{W;gen} \times 0,50$
— combitoestel met Gaskeur	$C_{W;gen} \times 0,50$
— combitoestel met Gaskeur HR en Gaskeur CW	$C_{W;gen} \times 0,675$
— (combi)toestel met microWKK ten behoeve van de tapfunctie ^e	$C_{W;gen} \times \epsilon_{W;chp;th}$
— toesteltype onbekend	0,30
Individuele warmtepompen:	
— elektrische warmtepomp met ventilatieretourlucht als bron	1,4 ^a
— combiwarmtepomp met andere bron dan ventilatieretourlucht	$1,4 \times c_{source}^b$
— toesteltype onbekend	$1,4 \times c_{source}^b$
Overige elektrische toestellen:	
— elektrisch doorstroomtoestel ^f	0,95
waarbij: $\eta_{W;gen,gi}$ is het opwekkingsrendement voor de warmtapwaterbereiding van opwekker <i>gi</i> in installatie <i>si</i>; $C_{W;gen}$ is de correctiefactor voor de toepassingsklasse volgens 13.8.4.7.3. Deze moet worden opgegeven bij toepassing van de bovenstaande forfaitaire rendementen. Indien de toepassingsklasse niet bekend is, moet uitgegaan worden van klasse 4; c_{source} is de correctiefactor voor de bron, zie voetnoot ^b; $\epsilon_{W;chp;th}$ is het jaargemiddelde thermische omzettingsgetal van de microWKK voor warm tapwater op bovenwaarde, bepaald volgens 9.6.6, zie voetnoot ^d.	
^a Niet inbegrepen: elektriciteitsgebruik voor de ventilator; dit wordt bepaald volgens hoofdstuk 11. ^b Correctiefactor voor collectieve warmtebron of regeneratie van een individuele bodemwarmte-wisselaar, volgens de in bijlage V gegeven methode. Indien dit niet van toepassing is, $c_{source} = 1,0$. ^c Een met gas gestookte keukengeiser is een met gas gestookt warmwatertoestel zonder voorraadvat met een maximale branderbelasting van 13 kW op bovenwaarde. ^d De verrekening van de opgewekte elektriciteit vindt plaats volgens 16.4.2, waarbij het elektrisch omzettingsgetal wordt gebruikt, bepaald volgens 9.6.6. Hierbij wordt alleen de elektriciteit verrekend die wordt opgewekt bij een warmtebehoefte volgens de bedrijfsvoering van de WKK. ^e Het betreft hier een (combi)toestel waarvan de microWKK structureel wordt ingezet voor de warmtapwaterbereiding. Indien de microWKK niet structureel wordt ingezet voor de warmtapwaterbereiding, zijn de gebruikelijke kwalificaties van toepassing, zoals Gaskeur CW. ^f Voor elektrische doorstroomtoestellen is in NEN-EN 15316-4-1:2017, 6.11.1 aangegeven dat de verliezen verwaarloosbaar zijn. Toch is in NEN-EN 15316-4-1:2017 in tabel B.17 voor toestellen tot 1980 forfaitair een 10 % hogere input opgegeven, oftewel een rendement van 91 %. Voor alle doorstroomtoestellen is een rendement van 95 % aangehouden. OPMERKING Combitoestel: een cv-toestel met ingebouwde voorziening voor warmtapwaterbereiding.	

In NEN-EN 15316-4-1:2017, 6.11.1 is aangegeven dat gasgeisers ('instantaneous gas water heaters') berekend moeten worden als lagetemperatuurcombiketels; deze beschouwingwijze voor gasgeisers is niet representatief voor de Nederlandse situatie en mag niet gebruikt worden.

In het opwekkingsrendement van een warmtepomp moet het verbruik van een bronpomp of bronventilator zijn verwerkt; voor met gas gestookte warmtepompen moet het elektrisch verbruik hiertoe worden omgerekend naar primaire energie met de primaire energiefactor voor aangeleverde elektriciteit. Een uitzondering geldt voor warmtepompen met ventilatielucht als warmtebron; hiervoor wordt de ventilatorenergie bepaald in hoofdstuk 9, waarbij eventuele overventilatie in rekening moet worden gebracht. Ook het hulpenergiegebruik wordt apart bepaald volgens 13.8.4.7.5.

Indien de tabelwaarden worden gebruikt, is na vermenigvuldiging met $c_{W;gen}$ geen afronding vereist. Indien een van de tabel afwijkende waarde wordt overlegd, moet het opwekkingsrendement naar beneden zijn afgerond naar een veelvoud van 0,025 voor met gas gestookte toestellen of 0,05 voor elektrische toestellen. Indien voor een toestel afwijkende rendementswaarden zijn bepaald voor verschillende tappatronen, mag hiertussen eerst worden geïnterpoleerd voordat afronding plaatsvindt.

Een toestel dat in deze tabel is aangeduid met Gaskeur of Gaskeur CW, wordt als zodanig aangeduid indien het, gemeten volgens bijlage T, een opwekkingsrendement op bovenwaarde heeft dat ten minste de in de bijbehorende rechterkolom genoemde waarde bedraagt.

OPMERKING 3 Deze wijze van omschrijving maakt het mogelijk om aansluiting te zoeken bij privaatrechtelijke aanduidingen, zonder vanuit de NTA rechtstreeks naar een privaatrechtelijk keurmerk te verwijzen. Aanduidingen van warmwater- en combitoestellen zijn de volgende:

- Een warmwatertoestel met aanduiding Gaskeur: bedoeld wordt een toestel dat voldoet aan Gaskeur of dat in de bepalingsmethode volgens bijlage T een opwekkingsrendement (jaarrendement) op bovenwaarde heeft van ten minste 0,40.
- Een combitoestel met aanduiding Gaskeur: bedoeld wordt een toestel dat voldoet aan Gaskeur of dat in de bepalingsmethode volgens bijlage T een opwekkingsrendement (jaarrendement) op bovenwaarde heeft van ten minste 0,50.
- Een warmwater- of combitoestel met aanduiding Gaskeur CW: bedoeld wordt een toestel dat voldoet aan de eisen van Gaskeur CW:2015 of dat voldoet aan de eisen voor het HRww-label volgens Gaskeur CW-HRww:2010 of dat in de bepalingsmethode volgens bijlage T een opwekkingsrendement (jaarrendement) op bovenwaarde heeft van ten minste 0,625 (warmwatertoestellen) respectievelijk 0,675 (combitoestellen).
- Voor al deze toestellen geldt: het gemeten rendement geldt voor een bepaalde toepassingsklasse (zie tabel 13.23); met de correctiefactor voor de toepassingsklasse kan het rendement worden vertaald naar het rendement behorend bij een andere klasse.

OPMERKING 4 Deze rekenwaarden zijn inclusief de opwekking van elektrische (hulp)energie (bijvoorbeeld drierwegklep, cv-pomp, ventilator bij gastoestel) respectievelijk het verbruik van een eventuele waakvlam. Echter, voor combitoestellen is de hulpenergie voor de elektronica reeds bij de cv-functie in rekening gebracht. Voor elektrische warmtepompen is de benodigde hulpenergie (voor regeling, voor pompen die specifiek voor de bereiding van warm tapwater benodigd zijn en niet onder een andere functie vallen) in het opwekkingsrendement verdisconteerd.

OPMERKING 5 Het gebruik van tabel 13.25 en de bijbehorende correctiefactoren kan aan de hand van de volgende voorbeelden worden geïllustreerd.

- Stel de volgende situatie:
 - Woonfunctie met: $Q_{W;dis;nren;an} = 2\,150$ kWh en een met gas gestookt combitoestel met gemeten rendement: $\eta_{W;gen} = 0,625$ bij toepassingsklasse 2. Dan geldt volgens tabel 13.25: toestel is een warmwatertoestel met Gaskeur CW. Rekenwaarde $\eta_{W;gen} = c_{W;gen} \times 0,625$.
 - Volgens tabel 13.26 geldt bij 1 805 kWh: $c_{W;gen} = 0,90$ en bij 2 500 kWh: $c_{W;gen} = 1,0$.
 - Dus bij 2 150 kWh: $c_{W;gen} = 0,95$. Kortom: $\eta_{W;gen} = 0,95 \times 0,625 = 0,594$.

- b) Stel: een ander met gas gestookt combitoestel heeft hetzelfde rendement, maar gemeten bij klasse 4 in plaats van bij klasse 2. Dan geldt opnieuw volgens tabel 13.25: toestel is toestel CW.
- Rekenwaarde $\eta_{W;gen} = c_{W;gen} \times 0,625$.
 - Maar nu geldt volgens tabel 13.26 bij 1 805 kWh: $c_{W;gen} = 0,80$ en bij 2 500 kWh: $c_{W;gen} = 0,867$.
 - Dus bij 2 150 kWh: $c_{W;gen} = 0,834$. Kortom: $\eta_{W;gen} = 0,834 \times 0,625 = 0,521$, dus significant lager dan een klasse 2toestel met hetzelfde rendement, maar gemeten bij een lagere klasse (geringere warmtapwatervraag).
- c) Stel: een keukengeiser met gemeten rendement: $\eta_{W;gen} = 0,40$ bij toepassingsklasse 'Aanrecht'. Dan geldt volgens tabel 13.25: toestel is toestel Gaskeur.
- Rekenwaarde $\eta_{W;gen} = c_{W;gen} \times 0,40$. Maar omdat het een toestel voor uitsluitend aanrechtgebruik betreft, geldt volgens 13.8.4.7.3: $c_{W;gen} = 1,0$.

OPMERKING 7 Deze methode is ontwikkeld voor individuele toestellen in woningen, maar mag ook worden toegepast voor individuele toestellen in utiliteit. Ook voor deze toepassing behoort correctie met $c_{W;gen}$ te worden uitgevoerd als de tapvraag lager is dan die waarbij het toestelrendement is bepaald.

OPMERKING 8 Voor met gas gestookte (combi)toestellen met microWKK ten behoeve van de tapfunctie zijn nog geen forfaitaire waarden beschikbaar, omdat deze toestellen nog nauwelijks beschikbaar zijn en voor deze toestellen nog geen label beschikbaar is waarbij kan worden aangesloten.

13.8.4.7.3 Correctiefactor $c_{W;gen}$

De correctiefactor voor warmtebehoefte en toepassingsklasse wordt als volgt bepaald:

- a) voor uitsluitend aanrechtgebruik (keukengeiser, elektrische keukenboiler):

$$c_{W;gen} = 1,0;$$

- b) voor met gas gestookte toestellen, elektroboilers en WKK:

- bepaal de rekenwaarde voor de correctiefactor volgens tabel 13.26 uit de brutowarmtebehoefte en de toepassingsklasse waarbij het rendement van het toestel is gemeten;

- c) voor individuele warmtepompen:

- bepaal de rekenwaarde voor de correctiefactor volgens tabel 13.27 uit de brutowarmtebehoefte en de toepassingsklasse waarbij het rendement van de warmtepomp is gemeten.

Tabel 13.26 — Correctiefactor voor opwekkingsrendement gastoestellen, elektroboilers of WKK

$c_{W;gen}$	$Q_{W;dis;nren;an}$ kWh				
Rendement gemeten volgens klasse	≤ 555	1 805	2 500	3 195	≥ 3 890
Klasse 1 (CW-1 ⁺)	1	1	1	1	1
Klasse 2 (CW-2)	0,72	0,90	1	1	1
Klasse 3 (CW-3)	0,72	0,85	0,925	1	1
Klasse 4 (CW-4/5/6)	0,68	0,80	0,867	0,933	1
waarbij: $c_{W;gen}$ is de correctiefactor voor de warmtebehoefte en de toepassingsklasse; $Q_{W;dis;nren;an}$ is de jaarlijkse brutowarmtebehoefte voor warmtapwaterbereiding, bepaald volgens 13.1.2, in kWh.					

Tabel 13.27 — Correctiefactor voor opwekkingsrendement individuele warmtepompen

$c_{W;gen}$	$Q_{W;dis;nren;an}$ kWh			
Rendement gemeten volgens klasse	≤ 1 805	2 500	3 195	≥ 3 890
Klasse 1 (CW-1+)	1	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Klasse 2 (CW-2)	0,60	1	N.v.t.	N.v.t.
Klasse 3 (CW-3)	0,49	0,81	1	N.v.t.
Klasse 4 (CW-4/5/6)	0,45	0,75	0,92	1
waarbij: $c_{W;gen}$ is de correctiefactor voor de warmtebehoefte en de toepassingsklasse; $Q_{W;dis;nren;an}$ is de jaarlijkse brutowarmtebehoefte voor warmtapwaterbereiding, bepaald volgens 13.1.2, in kWh.				

Voor tussengelegen waarden van $Q_{W;dis;nren;an}$ moet rechtlijnig worden geïnterpoleerd.

OPMERKING 1 Voor de keuze van een toestel uit een bepaalde toepassingsklasse geldt volgens tabel 13.26 of tabel 13.27 ruwweg dat een toestel in een woonfunctie of woongebouw leidt tot $c_{W;gen} < 1$ indien is gemeten bij een tappatroon met een warmtebehoefte die groter is dan op grond van de genormeerde warmtebehoefte voor de desbetreffende woonfunctie of het woongebouw nodig zou zijn.

OPMERKING 2 De getalswaarden voor $c_{W;gen}$ zijn niet op twee decimalen afgerond om een rechtlijnig verband te houden met de warmtebehoefte.

Voor warmtepompen is toepassing in een hogere klasse dan waarbij het rendement is gemeten, niet toegelaten, omdat bij gebruik in een hogere klasse de vergrote inzet van de (elektrische) bijstookvoorziening kan leiden tot een significante daling van het rendement.

OPMERKING 3 De interpolatie is nodig om een zogenoemd ongewenst 'zaagtandeffect' in het energiegebruik te voorkomen: zonder interpolatiemogelijkheid zou, bij een kleine verhoging van de warmtebehoefte, juist op de overgang van een lagere naar een hogere klasse, het opwekkingsrendement doorgaans significant toenemen, dankzij de overgang naar de hogere klasse. Het totaaleffect zou een daling van het primaire energiegebruik zijn, ondanks de stijging van de warmtebehoefte.

Indien er sprake is van een toestel dat in serie is opgesteld met meerdere toestellen om gezamenlijk de warmtapwater vraag te dekken, dan moet het deel van de warmtebehoefte waarin dit toestel voorziet, $Q_{W;gen;gi;out;an}$ ($= \sum_{mi} Q_{W;gen;gi;out;mi}$), als uitgangspunt voor de bepaling van de correctiefactor $c_{W;gen}$ worden genomen, in plaats van de totale warmtebehoefte $Q_{W;dis;nren;an}$ van het systeem.

13.8.4.7.4 Toestellen in systemen met indirect verwarmde voorraadvaten

Bij systemen met indirect verwarmde voorraadvaten bestaat de warmteopwekking ten behoeve van de warmtapwaterbereiding die deel uitmaakt van het subsysteem warmteopwekking, uit een of meer opwekkingstoestellen die tevens deel kunnen uitmaken van het verwarmingssysteem. De verliezen die ontstaan bij de warmwatervoorraad, het oplaadcircuit en de eventuele externe warmtewisselaar, worden bepaald in 13.6.

Het thermische-hulpenergiegebruik kan bestaan uit het gasverbruik voor waakvlammen, zoals bepaald in 9.6.2.1. Dit mag alleen in rekening worden gebracht als het desbetreffende opwekkingstoestel niet wordt gebruikt voor verwarming.

Het opwekkingsrendement van een toestel voor warmtapwaterbereiding wordt in principe bepaald door het vollastrendement bij bedrijfstemperaturen van 60 °C/80 °C.

De rekenwaarden voor het opwekkingsrendement van met gas en met olie gestookte ketels zijn gegeven in tabel 13.28.

Tabel 13.28 — Opwekkingsrendement van warmteopwekkers voor indirecte verwarming van warm tapwater van met gas of met olie gestookte ketels

Warmteopwekkingsinstallatie voor warmtapwaterbereiding	Opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$
Een of meer cv-toestellen, geplaatst binnen de begrenzing van de energieprestatieberekening	
a) conventionele ketel of onbekend type	0,75
b) VR-ketel	0,80
c) HR 100-, HR 104-ketel	0,85
d) HR 107-ketel	0,90
Een of meer cv-toestellen, geplaatst buiten de begrenzing van de energieprestatieberekening	
a) conventionele ketel of onbekend type	0,70
b) VR-ketel	0,75
c) HR 100-, HR 104-ketel	0,80
d) HR 107-ketel	0,85
waarbij: conventioneel VR HR 100-, 104-, 107-ketel is een met gas gestookte ketel zonder nadere aanduiding, of een met olie gestookte ketel; is een met gas gestookte ketel met een vollastrendement van ten minste 88,5 %/88,7 % op onderwaarde; is een met gas gestookte ketel met deellastrendement van ten minste 100 %, 104 % respectievelijk 107 % op onderwaarde.	

Indien een van de tabel afwijkende waarde wordt overlegd, moet het opwekkingsrendement naar beneden zijn afgerond naar een veelvoud van 0,025.

Het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ voor WKK is identiek aan het thermische omzettingsgetal voor verwarming, zoals bepaald in 9.6.6.1 **voor een HT-systeem**. De verrekening van de opgewekte elektriciteit wordt bepaald volgens 16.4.2, waarbij het elektrische omzettingsgetal wordt gebruikt. Hierbij wordt alleen de elektriciteit verrekend die wordt opgewekt bij een warmtebehoefte volgende bedrijfsvoering van de WKK.

Het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ van met vaste biobrandstoffen gestookte verbrandingstoestellen is identiek aan het opwekkingsrendement voor verwarming, zoals bepaald in 9.6.5.1.

Het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ voor warmtedistributie (externe warmtelevering) wordt bepaald in 13.8.4.9.

Warmtepompen kunnen op zeer uiteenlopende manieren worden ingezet voor warmtapwaterbereiding, in de meeste gevallen in combinatie met een andere warmteopwekker. Voor de bepaling van het opwekkingsrendement zijn geen eenvoudige rekenmethoden beschikbaar. Voor warmtepompen die ingezet worden voor het opwarmen van indirect verwarmde voorraadvaten, kan forfaitair uitgegaan worden van $\eta_{W;gen;gi} = 1,4$. De verliezen van een voorraadvat met warm tapwater dat deel uitmaakt van een circulatiesysteem met warm tapwater, moeten apart in rekening worden gebracht volgens 13.6. De verliezen van een eventueel buffervat direct geplaatst bij de warmtepomp zijn meegenomen in het opwekkingsrendement.

OPMERKING 1 De rekenwaarde voor $\eta_{W;gen;gi}$ voor met gas gestookte ketels is identiek aan het vollastrendement, bij 80 °C/60 °C gemeten volgens NEN-EN 297, NEN-EN 483 resp. NEN-EN 677.

OPMERKING 2 De rekenwaarde van het ongecorrigeerde opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi}$ wordt naar beneden afgerond op 0,025.

OPMERKING 3 HR 100-, HR 104-, HR 107-ketel: bedoeld is een met gas gestookte ketel met een deellastrendement van ten minste 100 %, 104 % respectievelijk 107 % op onderwaarde, gemeten volgens NEN EN 677 (alleen van toepassing voor bestaande bouw) en/of de NEN-EN 15502-reeks.

Ketels met het Gaskeur HR-label, zoals door Kiwa afgegeven vanaf 1 juli 2015, voldoen aan de eis voor een HR 107-ketel.

Ketels met het Gaskeur HR 100-, HR 104- of HR 107-label, zoals door Kiwa afgegeven vanaf 1997 tot 1 juli 2015, voldoen aan de eis voor een HR 100-, HR 104- of HR 107-ketel.

Ketels met het Gaskeur CV-HR-label, zoals door Kiwa afgegeven tot 1997, voldoen aan de eis voor een HR 100-ketel.

13.8.4.7.5 Hulpenergie forfaitair

13.8.4.7.5.1 Principe

Het elektrische-hulpenergiegebruik van een opwekkingstoestel, $W_{W;aux;gen;gi}$, wordt bepaald per systeem si , per opwekkingstoestel gi , per maand mi . Dit elektrische-hulpenergiegebruik kan bestaan uit het gebruik van:

- a) Elektronica van het opwekkingstoestel;
Uitgangspunt is continu stand-bybedrijf van het toestel. Bij toestellen die tevens een verwarmingsfunctie hebben, wordt dit verbruik uitsluitend toegerekend aan de verwarmingsfunctie.
- b) Ventilator en gasklep van het opwekkingstoestel (alleen voor met (bio)gas of olie gestookte verbrandingstoestellen).
- c) Elektrische ontsteking, brandstofvijzel of andere voorzieningen voor geautomatiseerde brandstoftoevoer, ventilatoren (bij branderbedrijf), voorzieningen voor geautomatiseerde ontassing en voorzieningen voor geautomatiseerde reiniging van de warmtewisselaar (alleen voor verbrandingstoestellen met vaste biobrandstoffen).
- d) Bronpomp of bronventilator voor een warmtepomp
Voor individuele toestellen moet dit verbruik zijn opgenomen in het opwekkingsrendement van het toestel.

e) Oplossingspomp in een sorptiewarmtepomp

Het verbruik van een oplossingspomp maakt geen deel uit van het opwekkingsrendement van het toestel en moet afzonderlijk worden bepaald.

Uitgangspunt voor de posten b), c), d) en e) is het gemiddelde gebruik tijdens de bedrijfstijd en een eventuele voor- en nadraaitijd.

13.8.4.7.5.2 Rekenregels

Wanneer het opwekkingsrendement bepaald is volgens 13.8.4.2 (getest met 24 uursmetingen) of 13.8.4.4 (boosterwarmtepompen), dan is de bepalingwijze voor het elektrische-hulpenergiegebruik opgegeven in voornoemde paragrafen.

Behalve voor elektrische doorstroomtoestellen is het elektrische-hulpenergiegebruik van warmtapwatertoestellen of van samengestelde opwekinstallaties onderdeel van het opwekkingsrendement van deze toestellen wanneer dit is bepaald volgens 13.8.4.7.2 of 13.8.4.3. Dan is:

$$W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$$

Bij toepassing van een combitoestel wordt het hulpenergiegebruik voor zowel de opwekking van warm tapwater als voor verwarming bepaald bij het onderdeel verwarming. Dan is:

$$W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$$

Bepaal in alle overige gevallen per systeem si , per opwekkingstoestel gi , per maand mi , het hulpenergiegebruik $W_{W;aux;gen;gi,mi}$ volgens:

$$W_{W;aux;gen;gi,mi} = \frac{P_{W;aux;gen,e} \times t_{mi} \times f_{gebouw;si,W} + (P_{W;aux;gen,v;spec} + P_{W;aux;gen;hs;spec} + P_{W;aux;gen;sp;spec}) \times Q_{W;dis;nren;si,mi} \times F_{W;gen;gi} \times 1,1}{1\,000} \quad (13.181)$$

waarin:

$W_{W;aux;gen;gi,mi}$ is het elektrische-hulpenergiegebruik van opwekkingstoestel gi , in maand mi , in kWh (elektrisch verbruik);

$P_{W;aux;gen,e}$ is het hulpenergiegebruik voor elektronica tijdens stand-by van opwekkingstoestel gi , bepaald volgens 13.8.4.7.5.3, in W;

t_{mi} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;

$f_{gebouw;si,W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;

$P_{W;aux;gen,v;spec}$ is het specifieke elektrische-hulpenergiegebruik tijdens branderbedrijf, bepaald volgens 13.8.4.7.5.3, in W/kW;

$P_{W;aux;gen;hs;spec}$ is het specifieke elektrische-hulpenergiegebruik voor de bronpomp of bronventilator voor een warmtepomp, bepaald volgens 13.8.4.7.5.3, in W/kW;

$P_{W;aux;gen;sp;spec}$ is het specifieke elektrische-hulpenergiegebruik voor de oplossingspomp in een sorptiewarmtepomp, bepaald volgens 13.8.4.7.5.3, in W/kW;

$Q_{W;dis;nren;si,mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , door de niet-duurzame opwekkers ($nren$) aangeleverd aan het distributiedeel van systeem si , bepaald volgens 13.1.2.4, in kWh;

$F_{W;gen;gi}$ is de dimensieloze energetische bijdrage voor ruimteverwarming, in maand mi , die opwekkingstoestel gi levert aan het systeem si , bepaald volgens 13.2.4.

Wanneer het tapwatersysteem gemodelleerd wordt als één groot systeem met meerdere identieke fysieke opwektoestellen of -systemen, dan moet bij de bepaling van het hulpenergiegebruik rekening worden gehouden met het hulpenergiegebruik per toestel of systeem en met het werkelijke aantal identieke toestellen of systemen.

13.8.4.7.5.3 Rekenwaarden

Voor het hulpenergiegebruik per opwekkingstoestel, $W_{W;aux;gen;gi,mi}$, gelden de volgende rekenwaarden:

$P_{W;aux;gen,e} = 10 \text{ W}$	Stand-by-elektronica per toestel, ongeacht het soort toestel, mits niet tevens gebruikt voor verwarming (bij combitoestellen geldt dus voor tapwater $P_{aux;gen,e} = 0 \text{ W}$);
$P_{W;aux;gen,e} = 0 \text{ W}$	Stand-by-elektronica per toestel, indien dit toestel zonder hulpenergie functioneert;
$P_{W;aux;gen,v;spec} = 1 \text{ W/kW}$	Specifiek elektrische-hulpenergiegebruik tijdens branderbedrijf – ventilator en gasklep, alleen voor met (bio)gas of olie gestookte verbrandingstoestellen;
$P_{W;aux;gen,v;spec} = 0 \text{ W/kW}$	Specifiek elektrische-hulpenergiegebruik tijdens branderbedrijf, indien dit toestel zonder hulpenergie functioneert;
$P_{W;aux;gen,v;spec} = 10 \text{ W/kW}$	Specifiek elektrische-hulpenergiegebruik tijdens branderbedrijf – elektrische ontsteking, brandstofvijzel of andere voorzieningen voor geautomatiseerde brandstoftoevoer, ventilatoren, voorzieningen voor geautomatiseerde ontassing en voorzieningen voor geautomatiseerde reiniging van de warmtewisselaar, alleen voor verbrandingstoestellen met vaste biobrandstoffen;
$P_{W;aux;gen,hs;spec} = 10 \text{ W/kW}$	Bronpomp of -ventilator indien dit verbruik niet is meegenomen in het opwekkingsrendement van het toestel, alleen voor warmtepomp;
$P_{W;aux;gen,hs;spec} = 0 \text{ W/kW}$	Bronpomp of -ventilator bij gebruik van de forfaitaire waarden voor het opwekkingsrendement of indien dit energiegebruik is meegenomen in het opwekkingsrendement van het toestel, alleen voor warmtepomp;
$P_{W;aux;gen,sp;spec} = 10 \text{ W/kW}$	Oplossingspomp indien dit verbruik niet is meegenomen in het opwekkingsrendement van het toestel, alleen voor sorptiewarmtepomp;
$P_{W;aux;gen,sp;spec} = 0 \text{ W/kW}$	Oplossingspomp bij gebruik van de forfaitaire waarden voor het opwekkingsrendement of indien dit energiegebruik is meegenomen in het opwekkingsrendement van het toestel, alleen voor sorptiewarmtepomp.

13.8.4.8 Toestellen in systemen met indirect verwarmde voorraadvaten volgens NEN-EN 15316-4:reeks

13.8.4.8.1 Algemeen

Voor systemen met een of meer in serie opgestelde indirect verwarmde voorraadvaten kunnen het opwekkingsrendement, het hulpenergiegebruik en de terugwinbare systeemverliezen ontleend worden aan NEN-EN 15316-4-1 voor met vaste biobrandstof gestookte ketels en aan NEN-EN 15316-4-4 voor een WKK met een maximaal thermisch vermogen van 70 kW.

De warmteopwekking in het systeem ten behoeve van de warmtapwaterbereiding kan bestaan uit een of meer opwekkingstoestellen die tevens deel kunnen uitmaken van het verwarmingssysteem.

De verliezen die ontstaan bij de warmwatervoorraad, het oplaadcircuit en de eventuele externe warmtewisselaar, worden bepaald in 13.6.

Bepaal voor elk toestel het opwekkingsrendement, het hulpenergiegebruik en de terugwinbare systeemverliezen. Maak voor de benodigde invoergegevens gebruik van de gegevens voor het tapwatersysteem.

OPMERKING De berekening is gebaseerd op de uitgewerkte methode in hoofdstuk 9 voor verwarming. Voor de invoergegevens gekenmerkt met index H voor verwarming wordt uitgegaan van index W voor warm tapwater. De berekening voor tapwater vindt op dezelfde wijze plaats als voor verwarming. Er wordt in de berekening geen rekening gehouden met verschillen in de bedrijfssituatie door gecombineerd gebruik voor verwarming en tapwater samen.

13.8.4.8.2 Opwekkingsrendement

Bepaal het opwekkingsrendement $\eta_{W;gen;gi;mi}$ van elk toestel als volgt:

$$\eta_{W;gen;gi;mi} = \frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{f_{gebouw;si;W} \times E_{W;gen;gi;in;mi}} \quad (13.182)$$

waarin:

$\eta_{W;gen;gi;mi}$ is het dimensieloze opwekkingsrendement voor warm tapwater, in maand mi , van opwekker gi in systeem si ;

$Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.8.2, in kWh;

$f_{gebouw;si;W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;

$E_{W;gen;gi;in;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi gebruikt wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , in kWh.

Gebruik hiervoor $E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in}$ voor een met vaste biobrandstof gestookte ketel volgens 9.6.5.2 en voor een WKK volgens 9.6.6.2.

Indien het toestel wordt toegepast voor alleen warm tapwater, is $E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in}$ volledig toe te rekenen aan warm tapwater. Bij gebruik als combitoestel moet $E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in}$ verdeeld worden over verwarming en warm tapwater naar rato van de output voor verwarming en $Q_{W;gen;gi;out;mi}$.

Rond $\eta_{W;gen;gi;mi}$ af naar beneden op een veelvoud van 0,025.

Hanteer in geval van de WKK bij de bepaling van het thermisch uitgangsvermogen $P_{th;gen;out}$ in 9.6.6.2.2.1:

— $Q_{W;gen;gi;out}$ volgens 13.8.2 in plaats van $Q_{H;gen;out}$;

— $t_{W;op;gi;mi}$ in plaats van t .

$$t_{W;op;gi;mi} = MIN \left(\frac{Q_{W;gen;gi;out;mi}}{f_{gebouw;si;W} \times P_{th;chp_100+sup_100}}; f_{func} \times t_{mi} \right) \quad (13.183)$$

waarin:

$t_{W;op;gi;mi}$ is de totale bedrijfstijd van de opwekker $gi = chp$ voor tapwater in maand mi , in h;

$Q_{W;gen;gi;out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.8.2, in kWh;

$f_{gebouw;si;W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwsysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2;

$P_{th;chp_100+sup_100}$ is het benutbare vermogen van het geteste WKK-systeem (CHP100 % + Sup100 %) volgens NEN-EN 50465 of NEN-ISO 3046-1:2002 (zie 9.6.6.2.2.1 en 9.6.6.2.2.2), in kW;

f_{func} is de dimensieloze tijdfractie dat opwekker gi voor warm tapwater maximaal in bedrijf is. Voor toestellen in grote systemen ($A_{g;si} > 500 \text{ m}^2$) geldt $f_{func} = 0,6$. Voor alle overige toestellen geldt $f_{func} = 1,0$;

t_{mi} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h.

De verrekening van de opgewekte elektriciteit van een WKK gebeurt in 16.4.3. Hierbij wordt alleen de elektriciteit verrekend die wordt opgewekt bij een warmtebehoefte volgende bedrijfsvoering van de WKK. Gebruik hierbij voor het geleverde elektrische vermogen door de gebouwgebonden WKK ($P_{el;chp;out;W}$) het elektrische vermogen volgens 9.6.6.2.2.2 en de bedrijfstijd $t_{W;op;gi;mi}$.

13.8.4.8.3 Hulpenergie

Bepaal het hulpenergiegebruik $W_{W;aux;gen;gi}$. Gebruik hiervoor $W_{H;gen;gi;aux;mi} \times f_{gebouw;si;W}$ voor een met vaste biobrandstof gestookte ketel volgens 9.6.6.2 en voor een WKK volgens 9.6.5.2.

Waarbij:

$f_{\text{gebouw};si;W}$ is de dimensieloze verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie warm tapwater wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat geheel of gedeeltelijk is aangesloten op het collectieve gebouwssysteem si voor de functie warm tapwater, volgens 13.1.2.

OPMERKING Naast elektrische-hulpenergiegebruik kan er ook sprake zijn van thermische-hulpenergiegebruik voor waakvlammen.

13.8.4.8.4 Terugwinbare verliezen

Bepaal de terugwinbare verliezen van de opwekkers $Q_{W;gen;ls;rbl;gi}$.

Gebruik hiervoor $Q_{H;gen;gi;ls;rbl;zt;j,mi} \times f_{\text{gebouw};si;W}$ voor een met vaste biobrandstof gestookte ketel volgens 9.6.6.2 en voor een WKK volgens 9.6.5.2.

OPMERKING Voor systemen in gebouwen met een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m² wordt ervan uitgegaan dat de opwekkers en eventuele voorraadvaten in een aparte zone zijn opgenomen, waardoor de optredende warmteverliezen niet terugwinbaar zijn voor de overige rekenzones. Over het algemeen zullen de terugwinbare verliezen van de opwekkers in een dergelijk systeem daardoor niet meegenomen worden (zie 13.1.2).

13.8.4.9 Warmtelevering via een afleverset

13.8.4.9.1 Algemeen

Bij warmtelevering via een afleverset worden twee situaties onderscheiden:

- externe warmtelevering;
- warmtelevering vanuit een (collectief) gebouwssysteem voor de functie verwarming.

Het distributieverlies van het (collectieve) circulatiesysteem voor externe warmtelevering is meegenomen bij de bepaling van het rendement voor externe warmtelevering.

Wanneer er sprake is van een circulatiesysteem vanuit een collectief (gebouwgebonden) verwarmingssysteem dat alleen wordt gebruikt voor de functie warm tapwater, dan moet het distributieverlies volgens 13.4 worden bepaald. Wanneer het circulatiesysteem vanuit een collectief (gebouwgebonden) verwarmingssysteem zowel wordt gebruikt voor de functie warm tapwater als voor de functie verwarming, dan wordt het distributieverlies volgens 9.4 bepaald.

Indien de aanvoertemperatuur van het verwarmingssysteem lager is dan 60 °C bij de afleverset, dan kan er met alleen een afleverset op een collectief verwarmingssysteem geen warm tapwater gemaakt worden.

OPMERKING 1 Warmtelevering vanuit een collectief verwarmingssysteem waarin (deels) gebruik wordt gemaakt van warmtepompen, is alleen mogelijk indien de aanvoertemperatuur van het verwarmingssysteem $\vartheta_{H,a;ontw}$ volgens 9.4.2 jaarrond continu meer dan 65 °C bedraagt. Dit komt overeen met een ontwerptemperatuurklasse van het verwarmingssysteem van 70/60 of meer.

Wanneer er aan de vraagzijde van de afleverset sprake is van een circulatiesysteem voor warm tapwater (warmtapwatercirculatiesysteem op gebouwniveau), dan moet het distributieverlies en het hulpenergiegebruik voor circulatiepompen hiervoor separaat worden bepaald en meegenomen bij de bepaling van het energiegebruik per systeem. Ook het warmteverlies van eventuele voorraadvaten voor warm tapwater geplaatst na de afleverset moet worden meegenomen volgens 13.6. De warmteverliezen van eventuele buffervaten die zich bevinden vóór de afleverset in het

circulatiesysteem voor cv-water, worden verrekend bij de distributieverliezen van het verwarmingssysteem in 9.2.3.3.

OPMERKING 2 Het hulpenergiegebruik van afleversets wordt bepaald in 13.4.4.

13.8.4.9.2 Externe warmtelevering

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement van externe warmtelevering, $\eta_{W;gen,dh}$, heeft als vaste waarde 1,0.

Waarbij:

$\eta_{W;gen,dh}$ is het opwekkingsrendement voor warm tapwater bij externe warmtelevering.

OPMERKING Bij externe warmtelevering is warm tapwater de energiedrager. Met de waarde van 1,0 wordt dit expliciet gemaakt op de grens van het gebouw of perceel. Voor de bepaling van de energieprestatie wordt tevens de beleidsmatige, forfaitaire waarde voor de primaire energiefactor voor aangeleverde warmte ($f_{P,del,dh/dw}$) in rekening gebracht in hoofdstuk 5. Indien gebruik wordt gemaakt van een kwaliteitsverklaring op basis van bijlage P, wordt voor de primaire energiefactor voor aangeleverde warmte ($f_{P,del,dh/dw}$) gebruikgemaakt van de waarde uit de kwaliteitsverklaring.

Hulpenergie

Het hulpenergiegebruik van de eventuele opwektoestellen voor externe warmtelevering is opgenomen in het opwekkingsrendement van externe warmtelevering; $W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$.

Terugwinbare systeemverliezen

Er zijn op gebouwniveau geen terugwinbare verliezen van de eventuele opwektoestellen.

13.8.4.9.3 Gebouwsysteem voor verwarming

Opwekkingsrendement

Bij warmtelevering vanuit een (collectief) gebouwsysteem voor de functie verwarming wordt er gebruikgemaakt van de opwektoestellen van dat verwarmingssysteem. Over het algemeen worden deze toestellen ook gebruikt voor verwarming. Voor het opwekkingsrendement voor warm tapwater wordt feitelijk gebruikgemaakt van het opwekkingsrendement van de toestellen waar het verwarmingssysteem uit bestaat.

In afwijking van de bepalingswijze in formule (13.3) wordt het energiegebruik voor de opwekking van warm tapwater per systeem, opwekker en energiedrager niet bepaald door gebruik te maken van het rendement van het opwekkingstoestel voor tapwater, maar door de benodigde energie voor de productie van warm tapwater te bepalen volgens formule (13.185) en mee te nemen bij de benodigde warmte die door het (collectieve) gebouwsysteem voor de functie verwarming geleverd moet worden. De bedrijfswijze voor de services warm tapwater en verwarming is parallel (gelijktijdig). In hoofdstuk 9 zijn randvoorwaarden gegeven voor de bedrijfscondities van het verwarmingssysteem dat wordt ingezet voor de functie warm tapwater.

Het energiegebruik voor warm tapwater wordt in dat geval volledig berekend bij het energiegebruik van het verwarmingssysteem en het energiegebruik van het warmtapwatersysteem $E_{W;si,gi(=conv;hj),ci} = 0$. Bij warm tapwater resteert alleen het hulpenergiegebruik van het distributiesysteem ten behoeve van warm tapwater. Wanneer het wenselijk is om het deel van het energiegebruik van het verwarmingssysteem dat bestemd is voor de productie van warm tapwater, in beeld te brengen, bepaal dan het energiegebruik voor verwarming en warm tapwater als volgt:

Verdeel het energiegebruik van de opwekkers uit het opweksysteem proportioneel per energiedrager ci op basis van de energie die vanuit de verschillende services nodig is:

$$E_{W;si,gi,ci,mi} = E_{H;gen;in;si,gi,ci,mi} \times \frac{E_{W;gen;in;conv;hj,mi}}{E_{W;gen;in;conv;hj,mi} + Q_{H;nod;in;mi}} \quad (13.184)$$

waarin:

- $E_{W;si,gi,ci,mi}$ is de hoeveelheid gebruikte energie ten behoeve van warm tapwater, voor maand mi , systeem si en van dit systeem de opwekker gi die energie van energiedrager ci betreft, in kWh;
- $E_{H;gen;in;si,gi,ci,mi}$ is de hoeveelheid gebruikte energie ten behoeve van verwarming en warm tapwater, voor maand mi , in systeem si en van dit systeem de opwekker gi die energie van energiedrager ci betreft, in kWh; gebruik hiervoor de som van $E_{Y;gen,gi;in;cr,j,mi}$ voor de energiefuncties Y =verwarming en tapwater volgens 9.2.1;
- $E_{W;gen;in;conv;hj,mi}$ is de door een afleverset voor de opwekking van warm tapwater gebruikte energie, geleverd door het (collectieve) gebouwstelsel si voor de functie verwarming ($si = conv;hj$), per maand, in kWh;
- $Q_{H;nod;in;mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van verwarming, in maand mi , door de niet-duurzame opwekkers aangeleverd aan het distributiesysteem van verwarmingssysteem si , bepaald volgens 9.2.3.5.

Het energiegebruik voor verwarming wordt op vergelijkbare wijze bepaald in 9.2.1.2.

OPMERKING Wanneer bij de bepaling van $Q_{H;nod;in;mi}$ reeds rekening gehouden is met $E_{W;gen;in;conv;hj,mi}$, dan kan deze post in de noemer van formule (13.184) vervallen.

Benodigde warmte uit verwarmingssysteem

De door de afleverset voor warm tapwater gebruikte energie, geleverd door het collectieve (gebouwgebonden) verwarmingssysteem ($E_{W;gen;in;conv;hj,mi}$), wordt als volgt bepaald:

$$E_{W;gen;in;conv;hj,mi} = Q_{W;gen;gi,out;mi} \quad (13.185)$$

waarin:

- $E_{W;gen;in;conv;hj,mi}$ is de door een afleverset voor de opwekking van warm tapwater gebruikte energie, geleverd door het (collectieve) gebouwstelsel si voor de functie verwarming ($si = conv;hj$), in maand mi , in kWh;
- $Q_{W;gen;gi,out;mi}$ is de hoeveelheid energie die door opwekker gi geleverd wordt ten behoeve van warm tapwater, in maand mi , bepaald volgens 13.8.2, in kWh;

Hulpenergie

Het hulpenergiegebruik van de opwektoestellen van het verwarmingssysteem wordt meegenomen bij het verwarmingssysteem $conv;si$. Voor tapwater geldt $W_{W;aux;gen;gi,mi} = 0$.

Terugwinbare verliezen

De terugwinbare verliezen van de opwektoestellen van het verwarmingssysteem worden meegenomen bij het verwarmingssysteem $conv;si$. Voor tapwater zijn er geen terugwinbare systeemverliezen.

13.8.4.10 Toestellen in systemen met getrapte temperatuurverhoging

In de situatie van een warmtapwatersysteem waarbij meerdere toestellen in serie ieder een gedeelte van de benodigde verhoging voor warm tapwater realiseren (getrapte temperatuurverhoging), zijn er aanvullende regels voor de bepaling van het opwekkingsrendement van de verschillende toestellen.

Wanneer er sprake is van uitsluitend (twee of meerdere) elektrische warmtepompen in serie, dan mag voor het eerste en/of de opvolgende toestellen in de opeenvolgende reeks van de temperatuurverhoging geen gebruik worden gemaakt van het forfaitaire opwekrendement. In deze situatie moet voor de verschillende warmtepompen uitgegaan worden van één fictief toestel die de hele temperatuurverhoging verzorgt. Voor de energiefractie geldt $f_{pref;serie} = 1$. Voor het opwekkingsrendement kan uitgegaan worden van de rekenwaarden in tabel 9.29 bij een aanvoertemperatuur van meer dan 65 °C ($65 < T_{sup} \leq 70$).

Voor het brontype (voor de fictieve gehele warmtepomp) moet uitgegaan worden van het brontype van de laatste warmtepomp (in de lijn van de temperatuurverhoging) die zorgt voor de benodigde temperatuurverhoging voor warm tapwater.

Daarnaast kan gebruik worden gemaakt van de andere bepalingswijzen in deze NTA voor het opwekkingsrendement van verschillende opwekkingstoestellen.

Voor het eerste toestel betreft dit de bepalingswijze van een opwekkingstoestel voor verwarming. Indien het eerste toestel niet ook wordt gebruikt voor verwarming kan $f_{pref;serie (gi=1)}$ volgens 13.8.2.2. niet op de juiste wijze worden bepaald. Deze methode kan daarom alleen gebruikt worden indien het eerste toestel zowel voor verwarming als warm tapwater wordt gebruikt.

Voor het laatste toestel in de opeenvolgende reeks van de temperatuurverhoging moeten de condities waarbij het rendement is bepaald overeenkomen met het benodigde temperatuurniveau waarop de warmte ten behoeve van warm tapwater wordt opgewekt en het temperatuurniveau waarop de warmte gedurende de tijd van het jaar wordt aangeleverd aan het laatste toestel in de reeks van de temperatuurverhoging. De forfaitaire rekenwaarden voor warmtepompen kunnen hiervoor niet worden gebruikt.

Voor alle overige situaties waarbij twee of meer toestellen in serie worden opgesteld, zijn geen rekenwaarden of rekenregels beschikbaar.

In het hoofdstuk verwarming zijn bij een eventueel gecombineerd gebruik van een distributiesysteem voor verwarming en tapwater aanvullende richtlijnen gegeven voor de bedrijfstijd van het distributiesysteem en de bijbehorende pompen. Indien alleen de opwekking (gedeeltelijk) wordt gecombineerd, dan is er sprake van een separaat distributiesysteem voor warm tapwater. De rekenregels hiervoor staan in dit hoofdstuk.