

9 Verwarming

9.1 Principe

Bij het toepassen van een kwaliteitsverklaring moet, tenzij anders aangegeven, de gegeven waarde uit de kwaliteitsverklaring naar beneden worden afgerond op maximaal het aantal decimalen als waarmee het getal van de te vervangen forfaitaire waarde in NTA 8800 maximaal is weergegeven.

Indien in een van de tabellen 9.25, 9.27, 9.28 en 9.29 een afwijkende waarde wordt toegepast, moet het opwekkingsrendement of de prestatiecoëfficiënt naar beneden zijn afgerond naar een veelvoud van 0,025 voor met gas gestookte opwekkers of 0,05 voor elektrische opwekkers.

De delen van het gebouw die worden meegenomen binnen de begrenzing van de energieprestatieberekening, worden samen de 'thermische zone' genoemd.

In een thermische zone kunnen meerdere warmteafgiftesystemen, warmtedistributiesystemen en warmteopweksystemen aanwezig zijn. De thermische zone wordt ingedeeld in klimatiseringszones. Elke klimatiseringszone wordt ingedeeld in een of meer rekenzones.

In een rekenzone is één verwarmingssysteem aanwezig. In een rekenzone is maximaal één luchtbehandelingssysteem aanwezig.

Indien in een ruimte in een gebouw in werkelijkheid meerdere verwarmingssystemen zijn, wordt, indien in de NTA voor deze ruimte één rekenzone wordt gekozen, het verwarmingssysteem dat het grootste aandeel levert aangewezen als hoofdverwarmingssysteem, en wordt dit verwarmingssysteem beschouwd als enige leverancier van warmte. Bijvoorbeeld bij een combinatie van radiatoren en een lokale elektrische verwarming in een ruimte, worden de radiatoren als enige leverancier van warmte beschouwd.

Een verwarmingssysteem bestaat uit de samenhangende onderdelen warmteafgifte, warmtedistributie en warmteopwekking.

Het verwarmingssysteem kan de gevraagde hoeveelheid energie voor verwarming leveren.

Het verwarmingssysteem bestaat uit het warmteafgiftesysteem, het warmtedistributiesysteem en het warmteopweksysteem. Voor ieder van deze onderdelen worden maandelijkse waarden voor het energiegebruik voor verwarming, de terugwinbare verliezen en de hulpenergie bepaald.

Het distributiedeel kan meerdere warmteafgiftesystemen voorzien van warmte. De hoogst benodigde temperatuur van de warmteafgiftesystemen is bepalend voor de temperatuur in het warmtedistributiesysteem en de opwekkers.

Het warmtedistributiedeel kan door meerdere opwekkers voorzien worden van warmte. Elke opwekker wordt door één soort energiedrager *ci* voorzien van energie en levert warmte aan één warmtedistributiesysteem.

Het energiegebruik door centrale voorbehandeling van ventilatielucht wordt toegevoegd aan het energiegebruik voor de warmtedistributie.

De terugwinbare verliezen van een warmtedistributiesysteem worden naar rato van de oppervlakte A_g verdeeld over alle rekenzones binnen de thermische zone.

In gebouwen met een totale gebruiksoppervlakte ($A_{g,gebouw}$) van meer dan 500 m² wordt verondersteld dat de opwekkers inclusief opslag, opgesteld staan in een technische ruimte die wordt gezien als een aangrenzende ruimte.

Verliezen van de opwekkers inclusief een eventueel voorraadvat zijn niet terugwinbaar. De luchttemperatuur van aangrenzende onverwarmde ruimten, voor het bepalen van de verliezen van een distributiesysteem voor ruimteverwarming, wordt bepaald in 7.9.7.

Het maandelijks energiegebruik voor verwarming wordt voor elk systeem bepaald uit de warmtebehoefte voor verwarming van de desbetreffende rekenzone(s) en de verliezen van het verwarmingssysteem.

De (elektrische) hulpenergie voor de afgiftesystemen en de opwekkingssystemen worden bepaald per rekenzone en voor het distributiedeel per klimatiseringszone, die naar rato van de oppervlakte A_g over de rekenzones binnen de thermische zone wordt verdeeld.

OPMERKING Deze aanpak is conform NEN-EN 15316-1, NEN-EN 15316-2 en NEN-EN 15316-3.

De bijlagen waarnaar in dit hoofdstuk wordt verwezen, zijn normatief.

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming si van het gebouw als geheel, geldt:

$$f_{gebouw;si;H} = \frac{A_{g;si;H}}{A_{g;gebouw;H}}$$

In alle andere gevallen geldt:

$$f_{gebouw;si;H} = 1$$

waarin:

$f_{gebouw;si;H}$ 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 gemeenschappelijke installatie si voor de functie verwarming;

$A_{g;si;H}$ is de gebruiksoppervlakte van het bouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald en is aangesloten op een gemeenschappelijke installatie voor de functie ruimteverwarming, in m²;

$A_{g;gebouw;H}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat is aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming si , bepaald volgens 6.6.7, in m².

Wanneer het verwarmingssysteem 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 opwekkrendement, 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 gemodelleerd systeem worden gedeeld door het aantal fysieke identieke systemen om vast te stellen of het een systeem met een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m² betreft.

9.2 Energiegebruik voor ruimteverwarming (NEN-EN 15316-1:2017, 6.5 t/m 6.10)

Voor gebruik in andere hoofdstukken van deze NTA, worden de volgende energie grootheden m.b.t. ruimteverwarming bepaald in hoofdstuk 9:

$E_{H;gen;gi;cr;j;in}$	(kWh)	Energiegebruik per energiedrager voor opwekking ruimteverwarming, 9.2.1
$W_{H;aux}$	(kWh)	Hulpenergie voor ruimteverwarming, 9.2.4
$Q_{ls;rb;zi}$	(kWh)	Terugwinbare verliezen naar de verwarmde rekenzone, 9.2.5

In 9.2 zijn de labels voor de maand, mi , en eventuele labels voor rekenzone, zi , weggelaten.

9.2.1 Energiegebruik per energiedrager voor opwekking ruimteverwarming (NEN-EN 15316-1:2017, 6.8)

Deze paragraaf geeft het energiegebruik voor opwekking per energiedrager en per energiefunctie voor de primaire energieberekening zodat de prestatie-indicatoren kunnen worden bepaald.

De verdeling hangt af van de bedrijfswijze.

9.2.1.1 Afwisselende bedrijfswijze

In het geval van een afwisselende bedrijfswijze is al het energiegebruik per energiedrager cr,j voor opwekker gi , $E_{H;gen;gi;in;cr;j}$, uit 9.6 direct gerelateerd aan energiefunctie H (verwarming).

9.2.1.2 Parallele bedrijfswijze

Bij een parallelle bedrijfswijze wordt het energiegebruik voor opwekking als volgt proportioneel verdeeld over de energie benodigd voor het knooppunt (per energiefunctie, verwarming en/of warmtapwater, die door de verwarmingsinstallatie wordt bediend). Het energiegebruik voor opwekking per energiedrager cr, j voor energiefunctie H (verwarming) wordt bepaald door:

$$E_{H;gen;in;cr,j} = \sum_{Y,gi} E_{Y;gen;gi;in;cr,j} \cdot \frac{\sum_{gi} E_{H;gen;gi;out}}{\sum_{Y,gi} E_{Y;gen;gi;out}} \quad (9.1)$$

waarbij wordt gesommeerd over de diverse opwektoestellen (bijv. ketel of warmtepomp), gi ; en waarbij wordt gesommeerd over de energiefunctie (verwarming en tapwater), Y .

waarin:

$E_{H;gen;gi;in;cr,j}$ is het energiegebruik voor opwekking per energiedrager cr,j en per energiefunctie X voor opwekker gi , zie 9.6;

waarin:

$E_{H;gen;gi;out}$ wordt gegeven in 9.2.2.

9.2.2 Berekening opwekking subsysteem (NEN-EN 15316-1:2017, 6.7)

9.2.2.1 Verdeling warmteopwekking

9.2.2.1.1 Algemeen

De verdeling van de op te wekken warmte over de opwektoestellen moet worden gedaan volgens de gedefinieerde instellingen, relevante bedrijfsomstandigheden (bijv. restricties als gevolg van uitwendige temperatuur) en energiefuncties. Opwektoestellen kunnen bijdragen aan verwarming, warm tapwater of beide met preferente (afwisselende) of gelijktijdige (parallele) productie.

De verdeling van de op te wekken warmte over de opwektoestellen is in de eerste plaats gebaseerd op de verdeling tussen de energiefuncties (instellingen energiefunctie) en vervolgens op de verdeling van de op te wekken warmte over de verschillende opwektoestellen (instellingen opwektoestellen).

9.2.2.1.2 Verdeling opwekking

De verdeling van de op te wekken warmte over de opwekkers is vergelijkbaar met een knooppuntberekening. Het knooppunt is het verbindingspunt tussen opweksystemen en distributiesystemen.

Als eerste wordt de totaal benodigde energie $Q_{H;mod;in}$ bepaald volgens 9.2.3 en 9.2.3.5. Daarna wordt de input van de knooppuntenergie, $Q_{H;mod;in}$, toegewezen aan de opwekkers.

Parallele bedrijfswijze van opwekkers is de bedrijfswijze waarbij in volgorde van prioritering aanvullende opwekkers worden bijgeschakeld, indien de combinatie van de opwekkers niet aan de warmtevraag kan voldoen.

De bedrijfswijze van opwekkers is parallel in NTA 8800. De energiefractie van de opwekker wordt bepaald met de bèta factor. Indien er voor een warmtepomp gegevens inclusief bedrijfswijze bekend zijn, zijn bijlagen M en R van toepassing (waar o.a. de energiefractie wordt bepaald).

9.2.2.1.3 Bedrijfswijze

De energiefuncties moeten als volgt worden geprioriteerd:

- 1) warm tapwater;
- 2) verwarming;
- 3) overig.

Binnen de functie verwarming worden de opwekkers geprioriteerd volgens tabel 9.1.

Tabel 9.1 — Standaardprioritering opwekkers verwarming

Opwekker	Prioriteit
Zonnewarmte ^a	Hoogste
Ventilatie retourlucht warmtepomp, zonder overventilatie	
Warmtepomp, biomassa verbrandingsketel of warmtekrachtinstallatie	
Verbrandingsketel, overig	Laagste
^a Zonthermische energie-opwekking heeft altijd de hoogste prioriteit. De energie geleverd door het zonne-energiesysteem aan de functie ruimteverwarming, wordt verrekend in 9.2.3. Het zonne-energiesysteem komt niet expliciet terug als opwekker in 9.2.3 en in 9.6.	

Bereken voor elke opwekker in de reeks, beginnende bij de eerste opwekker volgens prioritering in tabel 9.1:

— De overgebleven warmtevraag, output $Q_{H;gen;j;out;req}$, wordt aan de volgende opwekker j in de reeks doorgegeven.

$$Q_{H;gen,j;out;req} = Q_{H;nod;in} - \sum_{k=1 \dots j-1} Q_{H;gen;out;k} \quad (9.2)$$

waarin:

de eerste opwekker ($j = 1$) wordt bepaald als

$$Q_{H;gen,1;out;req} = Q_{H;nod;in}$$

$Q_{H;nod;in}$ wordt bepaald in 9.2.3.

— Bepaal voor elke opwekker j de maximale energie $Q_{H;gen;j;out;max}$, die de betreffende opwekker kan leveren volgens 9.6,

waarin:

$$Q_{H;gi;out;max} = F_{H;gen;i;pref;mi} \times Q_{H;node;in}$$

waarin:

$F_{H;gen;i;pref;mi}$ is de energiefractie van opwekker i met prioriteit $pref$, zoals bepaald in 9.6.1.

— Bereken de geleverde warmte van opwekker j $Q_{H;gen;j;out}$ met

$$Q_{H;gen,j;out} = \min(Q_{H;gen,j;out;req}; Q_{H;gen,j;out;max}) \quad (9.3)$$

waarin:

$Q_{H;gi;out;req}$ is de warmtebehoefte die door opwekker gi gedekt moet worden;

$Q_{H;gi;out;max}$ is de maximale thermische energie die door opwekker gi geleverd kan worden,

tot het einde van de reeks (tot alle warmtevraag is gedekt).

9.2.3 Knooppuntberekening (NEN-EN 15316-1:2017, 6.6)

9.2.3.1 Algemeen

De knooppuntberekening heeft de volgende stappen:

- 1) $Q_{\text{node output}}$;
- 2) $Q_{\text{node loss}}$; $Q_{\text{node gns}}$;
- 3) $Q_{\text{node input}}$.

Als de distributie ook de tussenliggende knooppunten en vertakkingen omvat, kunnen de formules uit 9.2.3 hiervoor op gelijke wijze worden gebruikt.

In deze paragraaf (9.2.3) zijn in verband met de leesbaarheid de indexen voor de maand, mi , en voor de rekenzone, zi , weggelaten.

9.2.3.2 Knooppunt energie-output (distributiesysteem)

De energieoutput van het knooppunt wordt bepaald door:

$$Q_{H;\text{nod};\text{out}} = \sum_{si} Q_{H;\text{dis};si;\text{in}} + Q_{H;\text{AHU};si;\text{in}} + Q_{H;\text{HUM};si;\text{in}} + Q_{W;\text{BWP};si;\text{in}} + Q_{W;\text{conv};si;\text{in}} \quad (9.4)$$

waarin:

$Q_{H;\text{dis};si;\text{in}}$ is de energie-input in het distributiesysteem si verbonden aan het knooppunt; zie 9.4;

$Q_{H;\text{AHU};si;\text{in}}$ is de energie-input van de luchtbehandelingskasten (LBK's) verbonden aan het knooppunt, bepaald als $Q_{H;\text{AHU};\text{in};\text{req};zi;mi}$ in 11.3.2.6 (hier naverwarming ventilatielucht genoemd);

$Q_{H;\text{HUM};si;\text{in}}$ is de energie-input voor bevochtiging obv waterinjectie (verneveling) verbonden aan het knooppunt, bepaald als $Q_{H;\text{HUM};zi;mi}$ in 12.2;

OPMERKING 1 Benodigde energie voor bevochtiging onder behoud van waterdamp (stoom) wordt verrekend in $E_{\text{hum};ci}$ in 5.5.4.

$Q_{W;\text{BWP};si;\text{in}}$ is de door de boosterwarmtepomp gebruikte energie, geleverd door het verwarmingssysteem $si = hj$, per maand, gelijk aan $E_{W;\text{gen};\text{in};\text{prac};\text{BWP};hj;mi}$ in 13.8.4.4, in kWh;

$Q_{W;\text{conv};si;\text{in}}$ is de door een afleverset gebruikte energie, geleverd door het verwarmingssysteem $si = hj$, per maand, bepaald als $E_{W;\text{gen};\text{in};\text{conv};hj;mi}$ volgens 13.8.4.9, in kWh.

OPMERKING 2 Een booster warmtepomp kan alleen worden toegepast indien is aangetoond dat deze bij de gemiddelde temperatuur van het toegepaste verwarmingssysteem (bepaald in W.3) kan functioneren.

9.2.3.3 Knooppuntverliezen

Knooppuntverliezen $Q_{H;\text{nod};\text{ls}}$ bestaan uit opslagverliezen aangesloten op het knooppunt en bepaald volgens NEN-EN 15316-5.

Opslag voor ruimteverwarming wordt in dit hoofdstuk alleen beschouwd in combinatie met zonthermische systemen. Voor zonthermische systemen met opslag, worden de verliezen al verrekend in 13.7. In dat geval is $Q_{H,nod,ls} = 0$.

9.2.3.4 Knooppuntwinst

Voor de maandelijkse methode bestaat de knooppuntwinst $Q_{H,nod,gns}$ uit de bijdrage van zonne-energiesystemen die warmte aan het knooppunt leveren en afzonderlijk bepaald worden volgens 13.7.2.2.5.

$$Q_{H,nod,gns} = Q_{H,ren,sol,prac,si,mi}$$

$$Q_{H,ren,sol,prac,si,mi} = \min [Q_{H,nod,out} + Q_{H,nod,ls} + \sum_{soli} (Q_{H,ren,prac,si,soli,mi})]$$

waarin:

$Q_{H,ren,sol,prac,si,mi}$ is de onder praktijkomstandigheden aangeleverde hoeveelheid hernieuwbare energie ten behoeve van ruimteverwarming, in maand mi , door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie door van de op systemen si aangesloten zonne-energiesystemen $en\ soli$, ten behoeve van systeem si , in kWh, bepaald als $Q_{H,ren,prac,si,soli,mi}$ in 13.7.2.1.

$Q_{H,ren,prac,si,soli,mi}$ is de onder praktijkomstandigheden aangeleverde hoeveelheid energie ten behoeve van ruimteverwarming, in de maand mi , door op het eigen perceel opgewekte thermische duurzame energie door zonne-energiesystemen $soli$, ten behoeve van systeem si , bepaald volgens 13.7.2.1, in kWh

OPMERKING 1 De hoeveelheid benutte hernieuwbare energie kan nooit groter zijn dan de som van de geleverde warmte en warmteverliezen.

OPMERKING 2 Hulpenergiegebruik en terugwinbare verliezen van zonne-energiesystemen worden verrekend in 13.7.

9.2.3.5 Knooppunt energie-input (opweksysteem)

De knooppunt energie-input wordt bepaald door:

$$Q_{H,nod,in} = Q_{H,nod,out} + Q_{H,nod,ls} - Q_{H,nod,gns} \quad (9.5)$$

waarin:

$Q_{H,nod,in}$ is de energie die aan het knooppunt wordt toegevoerd, in kWh;

$Q_{H,nod,out}$ is de energie die door het knooppunt wordt geleverd, in kWh;

$Q_{H,nod,ls}$ is de energieopslagverliezen van het knooppunt, in kWh;

$Q_{H,nod,gns}$ is de knooppuntwinst uit de bijdrage van zonne-energiesystemen, in kWh.

OPMERKING $Q_{H,nod,ls}$ kan de verliezen van een opslagtank of buffer in het knooppunt meenemen.

9.2.4 Hulpenergie (NEN-EN 15316-1:2017, 6.9)

9.2.4.1 Bepalen van de hulpenergie van alle subsystemen

Deze paragraaf beschrijft de hulpenergie voor ruimteverwarming van alle gerelateerde subsystemen. De hulpenergie $W_{H;aux}$, moet als volgt worden bepaald:

$$W_{H;aux} = \sum_{sj} W_{H;em,zj;aux} + \sum_{si} W_{H;dis,si;aux} + \sum_{sk} W_{H;sto,sk;aux} + \sum_{gl} \sum W_{H;gen,gi;aux} \quad (9.6)$$

waarin:

- $W_{H;em,zj;aux}$ is de hulpenergie van het gerelateerde afgiftesysteem, 9.3.4;
- $W_{H;dis,si;aux}$ is de hulpenergie van het gerelateerde distributiesysteem, 9.4.4;
- $W_{H;sto,sk;aux}$ is de hulpenergie van het gerelateerde opslagsysteem, 9.5;
- $W_{H;gen,gi;aux}$ is de hulpenergie van het gerelateerde opweksysteem, 9.6.

9.2.5 Terugwinbare systeemverliezen (NEN-EN 15316-1:2017, 6.10)

9.2.5.1 Bepaling van terugwinbare verliezen van alle subsystemen

De thermische verliezen waar al rekening mee wordt gehouden in de gerelateerde subsystemen worden hier niet meegenomen. Een voorbeeld hiervan is terugwinbare hulpenergie voor distributiesystemen voor verwarming, $Q_{H;dis;aux;rbl;zi,mi}$, als warmtestroom naar het medium van het distributiesysteem in 9.4.3.

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

De distributieverliezen van circulatiesystemen die toebehoren aan externe warmtelevering die optreden vóór het overdrachtspunt (meestal de afleverset of warmwatermeter) worden niet meegenomen als recoverable losses.

OPMERKING 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.

In deze paragraaf worden terugwinbare thermische systeemverliezen voor energiefunctie H (verwarming) en subsystemen opgeteld per rekenzone. De terugwinbare verliezen moeten geassocieerd worden met hun locatie in de verschillende rekenzones zi . De som van alle terugwinbare verliezen per rekenzone zi moeten als volgt worden bepaald:

$$Q_{ls;rbl;zi} = \left(\sum_{sj} Q_{H;em,sj;ls;rbl;zi} + \sum_{si} Q_{H;dis,si;ls;rbl;zi} + \sum_{sk} Q_{H;sto,sk;ls;rbl;zi} + \sum_{gl} Q_{H;gen,gl;ls;rbl;zi} \right) + \sum_{si} Q_{H;dis,si;aux;rbl;zi} + \sum_{gl} Q_{H;gen,gl;aux;rbl;zi} \quad (9.7)$$

waarin:

$Q_{H;em;sj;ls;rb;zi}$ is het terugwinbare thermische systeemverlies van het gerelateerde afgiftesysteem in rekenzone zi ; welke gelijk is aan 0;

$Q_{H;dis;si;ls;rb;zi}$ is het terugwinbare thermische systeemverlies van het gerelateerde distributiesysteem in rekenzone zi , volgens 9.4.3;

$Q_{H;sto;sk;ls;rb;zi}$ is het terugwinbare thermische systeemverlies van het gerelateerde opslagsysteem in rekenzone zi , volgens 9.5;

$Q_{H;gen;gl;ls;rb;zi}$ is het terugwinbare thermische systeemverlies van het gerelateerde opweksysteem in rekenzone zi , volgens 9.6;

$Q_{H;dis;sj;aux;rb;zi}$ is de terugwinbare hulpenergie van het gerelateerde distributiesysteem in rekenzone zi , volgens 9.4.3;

$Q_{H;gen;gl;aux;rb;zi}$ is de terugwinbare hulpenergie van het gerelateerde opweksysteem in rekenzone zi , volgens 9.6.

De terugwinbare warmte bevat bijdragen van zowel systeemverlies als hulpenergie.

Voor verliezen van opwekkers geldt dat alleen bij individuele opwektoestellen in woningen de verliezen terugwinbaar zijn. Bij gebouwen met een gebruiksoppervlakte van meer dan 500 m², worden de verliezen van opwektoestellen als niet-terugwinbaar beschouwd.

9.2.5.2 Distributieregels terugwinbare verliezen

Er zijn twee situaties mogelijk:

- 1) het is bekend in welke rekenzone de terugwinbare verliezen plaatsvinden;
- 2) het is niet bekend in welke rekenzone de terugwinbare verliezen plaatsvinden.

Alle terugwinbare verliezen in een onbekende rekenzone worden verplaatst naar een specifieke rekenzone en opgeteld bij de bekende verliezen volgens:

$$Q_{H;sys;si;ls;rb;tz,i} := Q_{H;sys;si;ls;rb;tz,i} + Q_{H;sys;si;ls;rb;tz,0} \cdot \frac{A_{tz,i}}{\sum_k A_{tz,k}} \quad (9.8)$$

waarin:

sys is de index voor em, dis, sto of gen.

Deze vergelijking bevat zowel gelokaliseerde als niet-gelokaliseerde terugwinbare energieverliezen, $tz,0$, gedistribueerd volgens de vloeroppervlakte, $A_{tz,i}$, voor de rekenzone zi .

Terugwinbare verliezen van warm tapwater die al zijn meegenomen in hoofdstuk 13, mogen niet nogmaals worden meegenomen.

9.3 Afgifte (NEN-EN 15316-2)

$$Q_{H;em;in;zi;si;mi} = Q_{H;em;out;zi;si;mi} + Q_{H;em;ls;zi;si;mi} \quad (9.9)$$

waarin:

z_i is de index voor de rekenzone;

$Q_{H;em;ls;z_i,si,mi}$ is het energieverlies van het afgiftesysteem si in rekenzone z_i , in kWh, volgens 9.3.2.

en:

$$\sum_{si} Q_{H;em;out;z_i,si,mi} = Q_{H;nd;z_i,mi} \quad (9.10)$$

waarin:

z_i is de index voor de rekenzone;

$Q_{H;nd;z_i,mi}$ is de maandelijkse energiebehoefte voor verwarming van rekenzone z_i , in kWh, volgens 7.2.1.

Indien een verwarmingssysteem meerdere typen afgiftesystemen bevat, moet in deze paragraaf het afgiftesysteem worden gebruikt dat de warmtebehoefte dekt van het deel van de rekenzone met de grootste vloeroppervlakte.

Voor de categorie woningbouw wordt de bepaling van het type afgiftesysteem in een rekenzone uitsluitend gebaseerd op het type afgiftesysteem in de ruimte die voor deze berekening wordt aangemerkt als woonkamer of – indien de rekenzone geen woonkamer omvat – het type warmteafgifte in de ruimte met de grootste gebruiksoppervlakte.

OPMERKING In gebouwen behorende tot de categorie woningbouw vindt een groot deel van de warmteafgifte plaats in de woonkamer, daarom wordt dit vertrek als uitgangspunt genomen voor het type afgiftesysteem.

9.3.1 Principe van de thermische verliezen van een afgiftesysteem voor verwarming (NEN-EN 15316-2:2017, 6.4.3)

Deze paragraaf geeft een berekeningsmethode voor de verliezen in het afgiftesysteem voor verwarming, $Q_{H;em;ls;z_i,si,mi}$. Er wordt gebruik gemaakt van de equivalente binnentemperatuur. De binnentemperatuur wordt beïnvloed door:

- de temperatuurcorrectie voor verticale temperatuurverdeling in een ruimte, afhankelijk van het afgiftesysteem;
- de temperatuurcorrectie, afhankelijk van de capaciteit van het regelsysteem voor behoud van een gelijkmatige en constante temperatuur;
- de temperatuurcorrectie voor extra warmte/koelverlies van in de constructie geïntegreerde afgiftesystemen;
- de temperatuurcorrectie voor warmteoverdracht door straling van het afgiftesysteem;
- de temperatuurcorrectie voor intermitterende bedrijfsvoering van de regelsystemen en afgiftesystemen;
- de temperatuurcorrectie voor niet waterzijdig ingeregelde systemen;
- de temperatuurcorrectie voor gebouwbeheersystemen;
- de temperatuurcorrectie voor individuele regelsystemen of een op een netwerk gebaseerd systeem;

— de temperatuurcorrectie voor het type afgiftesysteem.

9.3.2 Berekening van de thermische verliezen van een afgiftesysteem voor verwarming (NEN-EN 15316-2:2017, 6.4.3)

De equivalente binnentemperatuur $\theta_{\text{int};\text{inc};zi}$ van rekenzone zi inclusief de effecten van het afgiftesysteem voor verwarming wordt bepaald met:

$$\theta_{\text{H};\text{int};\text{inc};zi} = \theta_{\text{H};\text{int};\text{ini};zi} + \Delta\theta_{\text{int};\text{inc};zi} \quad (9.11)$$

waarin:

$\theta_{\text{H};\text{int};\text{ini};zi}$ is de setpointtemperatuur van rekenzone zi , gelijk aan $\theta_{\text{int};\text{H};\text{set}}$, in °C, volgens 7.9.4.1;

$\Delta\theta_{\text{int};\text{inc};zi}$ is het temperatuurverschil veroorzaakt door alle verliezen van het afgiftesysteem in rekenzone zi , in °C.

waarbij het temperatuurverschil, $\Delta\theta_{\text{int};\text{inc};zi}$, bepaald wordt als:

$$\Delta\theta_{\text{int};\text{inc};zi} = \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{ctr}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im}} + \Delta\theta_{\text{hydr}} + \Delta\theta_{\text{roomaut}} \quad (9.12)$$

waarin:

$\Delta\theta_{\text{str};zi}$ is de temperatuurcorrectie voor de verticale temperatuurverdeling, in °C, volgens 9.3.3.2 t/m 9.3.3.7;

$\Delta\theta_{\text{ctr};zi}$ is de temperatuurcorrectie voor het type regelsysteem, volgens 9.3.3.2 t/m 9.3.3.6. Het temperatuurverschil door het regelsysteem wordt verdeeld in $\Delta\theta_{\text{ctr},1}$ en $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$. $\Delta\theta_{\text{ctr},1}$ moet worden gebruikt bij berekeningen waarbij geen aanvullende informatie over het toegepaste regelsysteem bekend is. $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$ moet worden gebruikt als gecertificeerde producten worden/zijn toegepast. Alternatief kunnen ook de productspecifieke waarden uit de certificaten worden gebruikt;

$\Delta\theta_{\text{emb};zi}$ is de temperatuurcorrectie voor verliezen van het in de constructie geïntegreerde afgiftesysteem of door vlakke stralingspanelen boven in de ruimte, in °C, volgens 9.3.3.2 t/m 9.3.3.6;

$\Delta\theta_{\text{rad};zi}$ is de temperatuurcorrectie voor straling, in °C. Indien deze waarde onbekend is, geldt: $\Delta\theta_{\text{rad};zi} = 0$;

$\Delta\theta_{\text{im};zi}$ is de temperatuurcorrectie, $\Delta\theta_{\text{im};zi} = \Delta\theta_{\text{im};\text{emt};zi} + \Delta\theta_{\text{im};\text{ctr};zi}$, voor intermitterende bedrijfsvoering (nacht- en weekendverlaging) van het afgiftesysteem, in °C, volgens 9.3.3.2 t/m 9.3.3.6;

$\Delta\theta_{\text{hydr};zi}$ is de temperatuurcorrectie voor de waterzijdige inregeling van het systeem, in °C, volgens 9.3.3.1;

$\Delta\theta_{\text{roomaut};zi}$ is de temperatuurcorrectie voor een stand-aloneregeling of een regeling vanuit een netwerk, in °C, volgens 9.3.3.2 t/m 9.3.3.6.

In het geval dat productgegevens van de regelaar volgens NEN-EN 15500 of NEN-EN 215, en productgegevens van het afgiftesysteem, volgens NEN-EN 442 en NEN-EN 1264 worden gebruikt, dan wordt de equivalente binnentemperatuurcorrectie $\Delta\theta_{\text{int};\text{inc};j}$ in rekenzone zi , inclusief de effecten van het afgiftesysteem si bepaald volgens:

$$\Delta\theta_{\text{int;inc};zi} = \Delta\theta_{\text{hyd};zi} + \Delta\theta_{\text{emt;syst};zi} + \Delta\theta_{\text{ctr;syst};zi} \quad (9.13)$$

waarin:

op basis van productgegevens van het afgiftesysteem de temperatuurcorrectie gelijk is aan

$$\Delta\theta_{\text{emt;syst};zi} = \Delta\theta_{\text{str};zi} + \Delta\theta_{\text{emb};zi} + \Delta\theta_{\text{rad};zi} + \Delta\theta_{\text{im;emt};zi} \quad (9.14)$$

waarin:

tenzij anders gedefinieerd geldt: $\Delta\theta_{\text{im;emt};zi} = 0$

$\Delta\theta_{\text{rad};zi}$ heeft de waarde 0 °C;

$\Delta\theta_{\text{im;emt};zi}$ is in dit geval bepaald voor in bouwconstructies geïntegreerde systemen volgens de NEN-EN 1264-reeks.

OPMERKING Door de European Building Automation and Controls Association gecertificeerde elektronische regelaars zijn te vinden op: <http://www.eubaccert.eu/licences-by-criteria.asp>. Gecertificeerde thermostatische radiatorcransen zijn te vinden op: <http://esearch.cen.eu/keymark/KeymarkSearch.aspx>.

En met een temperatuurcorrectie gebaseerd op het regelsysteem gelijk aan

$$\Delta\theta_{\text{ctr;syst};zi} = \Delta\theta_{\text{ctr};zi} + \Delta\theta_{\text{im;ctr};zi} + \Delta\theta_{\text{roomout};zi} \text{ [°C]} \quad (9.15)$$

waarin:

tenzij anders gedefinieerd geldt: $\Delta\theta_{\text{im;ctr};zi} = 0$ en $\Delta\theta_{\text{roomout};zi} = 0$

$\Delta\theta_{\text{ctr};zi} = \text{CA-waarde (Temperature Control Accuracy):}$

- bij elektronische regelaars: CA volgens NEN-EN 15500;
- bij thermostatische regelaars (TRV): CA volgens NEN-EN 215.

De forfaitaire waarden voor temperatuurcorrectie gegeven in formules (9.11) t/m (9.15) worden per type afgiftesysteem gegeven in 9.3.3.1 t/m 9.3.3.6. Afwijkende waarden voor $\Delta\theta_{\text{str}}$, $\Delta\theta_{\text{ctr}}$, $\Delta\theta_{\text{emb}}$, $\Delta\theta_{\text{rad}}$, worden gebruikt voor ruimten met een hoogte ≥ 4 m. De afwijkende waarden worden gegeven in 9.3.3.7.

Als $\theta_{\text{H;int;ini};zi} - \theta_{\text{e;comb};zi;mi} > 0$,

dan wordt het energieverlies van het warmteafgiftesysteem, in kWh, bepaald door:

$$Q_{\text{H;em;ls};zi;mi} = Q_{\text{H;em,out};zi;mi} \cdot \text{Min} \left(\frac{\Delta\theta_{\text{int;inc};zi}}{\theta_{\text{H;int;inc};zi} - \theta_{\text{e;comb};zi;mi}}; 0.15 \right) [\text{kWh}] \quad (9.16)$$

waarin:

$$\theta_{\text{e;comb};zi;mi} = \theta_{\text{e,avg};mi} \text{ [°C]}$$

$\theta_{e,comb;zi,mi}$ is een hulpvariabele,

waarbij de waarde van de maandgemiddelde buitentemperatuur $\theta_{e,avg;mi}$ wordt gegeven in 17.2 en waarbij $Q_{H;em;out;zi,si,mi} = Q_{H;nd;zi,mi}$ in het geval van één afgiftesysteem, waarbij $Q_{H;nd;zi,mi}$ wordt gegeven in 7.2.1.

Als $\theta_{H,int;ini,zi} - \theta_{e,comb;zi,mi} \leq 0$

dan is het energieverlies van het warmteafgiftesysteem gelijk aan

$$Q_{H;em;ls;zi,mi} = 0$$

9.3.3 Temperatuurcorrecties van een afgiftesysteem voor verwarming (NEN-EN 15316-2:2017, bijlage B)

De volgende paragraaf bevat forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor waterzijdig inregelen. In de daarna volgende paragrafen staan forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor een aantal typen afgiftesystemen:

- stralingsverwarming (radiatoren);
- oppervlakteverwarming;
- luchtverwarmingssystemen (woningen);
- elektrische luchtverwarming;
- luchtverwarming (niet-huishoudelijke ventilatiesystemen).

Indien productspecifieke waarden voor temperatuurcorrectie beschikbaar zijn, mogen deze toegepast worden in plaats van de forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden.

OPMERKING Elektrische luchtverwarming is een type verwarming waarbij de lucht wordt verwarmd zonder dat objecten/mensen in de ruimte via deze verwarming met infrarode straling worden verwarmd. Een elektrische radiator is een voorbeeld van stralingsverwarming en een elektrische ventilatorkachel is een voorbeeld van luchtverwarming.

9.3.3.1 Forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor waterzijdig inregelen in K

De forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor waterzijdig inregelen zijn gegeven in tabel 9.2.

Indien een verklaring volgens NEN-EN 14336:2004, formulier G1 uit bijlage G.6 (opgesteld door een onafhankelijke organisatie zoals vermeld in NEN-EN 14336) beschikbaar is, mogen de waarden voor $\Delta\theta_{hydr}$ uit tabel 9.2 worden gebruikt. Indien deze verklaring volgens formulier G1 uit bijlage G.6 niet beschikbaar is, moet de waarde voor $\Delta\theta_{hydr}$ uit tabel 9.2 voor 'zonder waterzijdig inregelen' worden gebruikt. Indien niet bekend is of er een eenpijpssysteem of tweepijpssysteem aanwezig is, moeten de waarden voor $\Delta\theta_{hydr}$ voor een eenpijpssysteem worden gehanteerd.

Tabel 9.2 — Forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor waterzijdig inregelen in °C

Maatgevende eigenschappen			
(Waterzijdig inregelen uitgevoerd met verklaring van de fabrikant over de balans en volgens NEN-EN 14336)			
Verwarming één leiding (eenpijpssysteem)	$\Delta\theta_{\text{hydr}}$	Verwarming twee leidingen (tweepijpssysteem)	$\Delta\theta_{\text{hydr}}$
Zonder waterzijdig inregelen, of inregeling onbekend	0,7	Zonder waterzijdig inregelen, of inregeling onbekend	0,6
Statisch gebalanceerd per circuit	0,4	Statisch gebalanceerd per paneel (radiator of convector), zonder balanceren van groepen	0,4
Dynamisch gebalanceerd per circuit (bijvoorbeeld met automatische stroombegrenzers)	0,3	Statisch gebalanceerd per paneel (radiator of convector), met balanceren van groepen (bijvoorbeeld met balanceerklep)	0,3
Dynamisch gebalanceerd per circuit (bijvoorbeeld met automatische stroombegrenzers) en dynamisch geregeld afhankelijk van de belasting (bijvoorbeeld retourtemperatuur begrenzing)	0,2	Statisch gebalanceerd per paneel of verwarmingsoppervlakte en dynamische groepsbalans (bijvoorbeeld met drukverschilregeling)	0,2
Dynamisch gebalanceerd per circuit (bijvoorbeeld met automatische stroombegrenzers) en dynamisch geregeld afhankelijk van de belasting (aanvoer-retour-temperatuurverschil)	0,1	Dynamisch gebalanceerd per paneel (radiator of convector) (bijvoorbeeld met automatische stroombegrenzers/ drukverschilregeling)	0,0
OPMERKING Bij lokale verwarmingssystemen geldt: $\Delta\theta_{\text{hydr}} = 0$.			

9.3.3.2 Forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor stralingsverwarming (radiatoren), vertrekhoogte ≤ 4 m

In tabel 9.3 worden de forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor stralingsverwarming bepaald.

Indien een verklaring volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 (door een onafhankelijke organisatie opgesteld) beschikbaar is, kunnen de waarden voor $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$ in tabel 9.3 worden gebruikt.

Indien deze verklaring niet beschikbaar is, moet de waarde voor $\Delta\theta_{\text{ctr},1}$ worden gebruikt.

Indien de maatgevende eigenschap in onderstaande tabel niet bekend is, is de bij de betreffende hoofdcategorie (eerste kolom) hoogste waarde voor de temperatuurcorrectie, $\Delta\theta_i$ waarbij $i = \text{str}; \text{ctr},1; \text{ctr},2; \text{emb}$, van toepassing.

Tabel 9.3 — Forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor stralingsverwarming (radiatoren/convectoren), in K, vertrekhoogte ≤ 4 m

Maatgevende eigenschappen		Correctie			
		$\Delta\theta_{str}$	$\Delta\theta_{ctr,1}^b$	$\Delta\theta_{ctr,2}^b$	
Ruimte-temperatuur-regeling	Centrale aanvoertemperatuurregeling/sturing zonder (na)regeling in de ruimten			2,5	
	Regeling in hoofdvertrek of verwarming met eenpijpstelsysteem				
	Temperatuurregeling van de ruimte (elektromechanisch/elektronisch)				
	P-regelaar (voor 1988)		2,5	1,5	
	P-regelaar				
	PI-regelaar				
	PI-regelaar (met optimalisatiefunctie, bijvoorbeeld aanwezigheidsdetectie, adaptieve regeling)				
		$\Delta\theta_{str,1}$	$\Delta\theta_{str,2}$		
Over-temperatuur (referentie $\theta_i = 20\text{ °C}$)	Verwarmingssysteem (ongeacht de ontwerp-temperatuur) gecombineerd met mechanische ventilatie ^e	0,2			
	Radiatoren met ventilator/ventilatorconvactor (ongeacht de ontwerp-temperatuur en ongeacht het type ventilatiesysteem) ^d	0			
	Lokale verwarmingstoestellen zoals elektrische verwarming, kachels of haarden	1,2			
	Verwarming met tweepijpstelsysteem of met gerenoveerd eenpijpstelsysteem ^c				
	60 K (bijvoorbeeld 90/70) of onbekende ontwerp-temperatuur	1,2			
	42,5 K (bijvoorbeeld 70/55)	0,7			
	30 K (bijvoorbeeld 55/45)	0,5			
	20 K (bijvoorbeeld 45/35)	0,4			
	Verwarming met eenpijpstelsysteem (niet gerenoveerd):				
	60 K (bijvoorbeeld 90/70) of onbekende ontwerp-temperatuur	1,6			
	42,5 K (bijvoorbeeld 70/55)	1,2			

Specifieke warmteverliezen door uitwendige componenten (GF = oppervlakte glaselement)	Radiator aan binnenwand		1,3			0
	Radiator aan buitenwand:					
	- GF zonder stralingsbescherming		1,7			0
	- GF met stralingsbescherming ^a		1,2			0
	- buitenwand		0,3			0
<p>^a De stralingsbescherming moet 80 % van de stralingsverliezen van het verwarmingselement door isolatie en/of reflectie van het beglazingsoppervlak voorkomen.</p> <p>^b Gebruik $\Delta\theta_{ctr,2}$ voor producten die volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 zijn gecertificeerd, alternatief kan $\Delta\theta_{ctr,2}$ worden bepaald voor thermostatische radiatorkraan-systemen gebaseerd op NEN-EN 215. Gebruik $\Delta\theta_{ctr,1}$ voor producten die niet volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 zijn gecertificeerd.</p> <p>^c Verwarming met een pijpsysteem wordt aangenomen gerenoveerd te zijn, als het debiet dynamisch is geregeld afhankelijk van de belasting, en de distributieleidingen zijn geïsoleerd.</p> <p>^d Als in een ruimte behalve een verwarmingssysteem ook een mechanisch ventilatiesysteem is geïnstalleerd, zal dit invloed hebben op de verticale temperatuurverdeling. Deze forfaitaire waarde geldt indien er een verklaring conform NEN-EN 16430 (door een onafhankelijke organisatie opgesteld) beschikbaar is. Anders is de forfaitaire waarde voor een laagtemperatuursysteem van 20 K (e.g. 45/35) van toepassing.</p> <p>^e Dit geldt alleen als in alle ruimten/zones met verwarmingselementen ook een ventilatiesysteem met mechanische toevoer aanwezig is.</p> <p>OPMERKING 1 In het geval er bij woningbouw slechts één rekenzone is waarin de woonkamer en alle andere ruimten van de woning liggen, dan is de regeling in de woonkamer bepalend. Indien de rekenzone geen woonkamer omvat wordt de regeling in de ruimte met de grootste gebruiksoppervlakte aangehouden. Er geldt een type regeling voor de gehele rekenzone.</p> <p>OPMERKING 2 Bij een combinatie van een verwarmingssysteem gecombineerd met mechanische ventilatie en radiatoren met ventilator/ ventilatorconvactor geldt de laagste waarde.</p>						

Voor $\Delta\theta_{str}$ wordt de gemiddelde waarde bepaald uit de data van de meest maatgevende eigenschappen 'over-temperatuur' en 'specifieke warmteverliezen door uitwendige componenten' (zie tabel 9.3).

$$\Delta\theta_{str} = (\Delta\theta_{str,1} + \Delta\theta_{str,2})/2 \text{ [K]} \quad (9.17)$$

Temperatuurcorrectiewaarden voor intermitterend bedrijf

Afhankelijk van de regeling	$\Delta\theta_{im,ctr} = 0,0 \text{ K}$
Afhankelijk van het type afgiftesysteem	$\Delta\theta_{im,emt} = -0,3 \text{ K}$

OPMERKING Onder intermitterend bedrijf wordt nacht- en weekendverlaging verstaan, hetgeen wordt gezien als vorm van bedrijfsbeperking. De forfaitaire waarden voor $\theta_{im,ctr}$ en $\theta_{im,emt}$ zijn voor alle typen regelingen van toepassing.

Temperatuurcorrectiewaarden voor ruimtetemperatuurregeling

Individueel per ruimte	$\Delta\theta_{roomaut} = -0,5 \text{ K}$
Individueel per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit)	$\Delta\theta_{roomaut} = -1,0 \text{ K}$
Aangesloten op het netwerk met handmatig overrulen (aan/uit) en adaptieve regeling	$\Delta\theta_{roomaut} = -1,2 \text{ K}$

OPMERKING 2 Bij een adaptieve regeling per ruimte is de individuele ruimtetemperatuurregeling gekoppeld aan aanvullende regelcircuits of opwekkers, bijvoorbeeld aanvoertemperatuurregelingen. Indien geen informatie over de regeling bekend is, moet de waarde $\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -0,0$ K worden gehanteerd.

9.3.3.3 Temperatuurcorrectie voor oppervlakteverwarming, vertrekhoogte ≤ 4 m

In tabel 9.4 worden de forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor oppervlakteverwarming (vertrekhoogte ≤ 4 m) bepaald.

Indien een verklaring volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 (door een onafhankelijke organisatie opgesteld) beschikbaar is, mogen de waarden voor $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$ in tabel 9.3 worden gebruikt.

Indien deze verklaring volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 niet beschikbaar is, moet de waarde voor $\Delta\theta_{\text{ctr},1}$ worden gebruikt.

Indien de maatgevende eigenschap in onderstaande tabel niet bekend is, is de bij de betreffende hoofdcategorie (eerste kolom) hoogste waarde voor de temperatuurcorrectie, $\Delta\theta_i$ waarbij $i = \text{str}; \text{ctr},1; \text{ctr},2, \text{emb}$, van toepassing.

Tabel 9.4 — Forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor oppervlakteverwarming, in K, vertrekhoogte ≤ 4 m

Maatgevende eigenschappen		Correctie			
		$\Delta\theta_{\text{str}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},1}^a$	$\Delta\theta_{\text{ctr},2}^a$	$\Delta\theta_{\text{emb}}$
Temperatuur-regeling van ruimte	Centrale aanvoertemperatuurregeling/sturing zonder (na) regeling in de ruimten		2,5	2,5	
	Hoofdruimte Ruimtetemperatuurregeling (bijvoorbeeld 2-stapsregelaar) P-regelaar (voor 1988) P-regelaar / 2-stapsregelaar (hysterese $\leq \pm 0,5$ K) PI-regelaar PI-regelaar (met optimalisatie-functie, bijvoorbeeld aanwezigheidsdetectie, dynamische regeling)			1,5	
					$\Delta\theta_{\text{emb},1}$ $\Delta\theta_{\text{emb},2}$
Systeem	Verwarmingssysteem gecombineerd met mechanische ventilatie ^b	0			0,7
	Vloerverwarming				
	- natbouwsysteem of onbekend vloerverwarmingssysteem	0			0,7
	- droogbouwsysteem	0			0,7
	- systeem met dunne deklaag (< 2 cm)	0			0,4
	Wandverwarming	0,4			0,2
	Plafondverwarming	0,7			0,7
	Verwarmingssysteem gecombineerd met mechanische ventilatie ^b	0			0,7

Specifieke warmte-verliezen door horizontale afgiftevlakten	Oppervlakteverwarming zonder isolatie volgens NEN-EN 1264					1,4
	Oppervlakteverwarming met minimale isolatie volgens NEN-EN 1264					0,5
	Oppervlakteverwarming met 100 % meer isolatie dan vereist in NEN-EN 1264					0,1
<p>^a Gebruik $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$ voor gecertificeerde producten volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500, alternatief kan $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$ worden bepaald voor thermostatische radiatorkraansystemen gebaseerd op NEN-EN 215. Gebruik $\Delta\theta_{\text{ctr},1}$ voor producten die niet volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 zijn gecertificeerd.</p> <p>^b Dit geldt alleen als in alle ruimten/zones met verwarmingselementen ook een ventilatiesysteem met mechanische toevoer aanwezig is.</p> <p>OPMERKING Als er bij woningbouw slechts één rekenzone is waarin de woonkamer en alle andere ruimten van de woning liggen, dan is de regeling in de woonkamer bepalend. Indien de rekenzone geen woonkamer omvat, wordt de regeling in de ruimte met de grootste gebruiksoppervlakte aangehouden. Er geldt één type regeling voor de gehele rekenzone.</p>						

Voor $\Delta\theta_{\text{emb}}$ wordt de gemiddelde waarde bepaald uit de waarden van de meest maatgevende eigenschappen 'systeem' en 'specifieke warmteverliezen door horizontale afgiftevlakten'.

$$\Delta\theta_{\text{emb}} = (\Delta\theta_{\text{emb},1} + \Delta\theta_{\text{emb},2})/2 \quad (9.18)$$

Indien $\Delta\theta_{\text{emb},2}$ niet bekend is, geldt:

$$\Delta\theta_{\text{emb}} = \Delta\theta_{\text{emb},1} \quad (9.18a)$$

Temperatuurcorrectiewaarden voor intermitterend bedrijf

Afhankelijk van de regeling	$\Delta\theta_{\text{im},\text{ctr}} = 0,0 \text{ K}$
Afhankelijk van het type afgiftesysteem	$\Delta\theta_{\text{im},\text{emt}} = -0,2 \text{ K}$

OPMERKING 1 Onder intermitterend bedrijf wordt nacht- en weekendverlaging verstaan hetgeen wordt gezien als vorm van bedrijfsbeperking. De forfaitaire waarden voor $\theta_{\text{im},\text{ctr}}$ en $\theta_{\text{im},\text{emt}}$ zijn voor alle typen regelingen van toepassing.

Temperatuurcorrectiewaarden voor ruimtetemperatuurregeling

Individueel per ruimte	$\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -0,5 \text{ K}$
Individueel per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit)	$\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -1,0 \text{ K}$
Aangesloten op het netwerk met handmatig overrulen (aan/uit) en adaptieve regeling	$\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -1,2 \text{ K}$

OPMERKING 2 Bij een adaptieve regeling per ruimte is de individuele ruimtetemperatuurregeling gekoppeld aan aanvullende regelcircuits of opwekkers, bijvoorbeeld aanvoertemperatuurregelingen.

Indien geen informatie over de regeling bekend is, moet de waarde $\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -0,0 \text{ K}$ worden gehanteerd.

9.3.3.4 Temperatuurcorrectie voor niet-elektrische luchtverwarmingssystemen in woningen, vertrekhoogte ≤ 4 m

Voor luchtverwarmingssystemen wordt de berekening uitgevoerd met de volgende waarden:

Luchtverwarmingssystemen (in het geval van mengen) $\Delta\theta_{\text{str}} = 0,0$ K.

— $\Delta\theta_{\text{ctr},1} =$ volgens tabel 9.3;

— $\Delta\theta_{\text{ctr},2} =$ volgens tabel 9.3;

— $\Delta\theta_{\text{emb}} = 0$ K.

Temperatuurcorrectiewaarden voor intermitterend bedrijf

Afhankelijk van de regeling	$\Delta\theta_{\text{im,ctr}} = 0,0$ K
Afhankelijk van het type afgiftesysteem	$\Delta\theta_{\text{im,emt}} = 0,0$ K

OPMERKING 1 Onder intermitterend bedrijf wordt nacht- en weekendverlaging verstaan, hetgeen wordt gezien als vorm van bedrijfsbeperking. De forfaitaire waarden voor $\theta_{\text{im,ctr}}$ en $\theta_{\text{im,emt}}$ zijn voor alle typen regelingen van toepassing.

Temperatuurcorrectiewaarden voor ruimtetemperatuurregeling

Individueel per ruimte	$\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -0,5$ K
Individueel per ruimte met handmatig overrulen (aan/uit)	$\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -1,0$ K
Aangesloten op een netwerk met handmatig overrulen (aan/uit) en adaptieve regeling	$\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -1,2$ K

OPMERKING 2 Bij een adaptieve regeling per ruimte, is de individuele ruimtetemperatuurregeling gekoppeld aan aanvullende regelcircuits of opwekkers, bijvoorbeeld aanvoertemperatuurregelingen.

Indien geen informatie over de regeling bekend is, is de waarde $\Delta\theta_{\text{roomaut}} = -0,0$ K van toepassing.

9.3.3.5 Temperatuurcorrectie voor elektrische luchtverwarming, vertrekhoogte ≤ 4 m

In tabel 9.6 worden de forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden, $\Delta\theta = \Delta\theta_{\text{ctr}}$, bepaald voor elektrische verwarming en luchtverwarming (vertrekhoogte ≤ 4 m).

Verder geldt:

— $\Delta\theta_{\text{str}} = 0$ K;

— $\Delta\theta_{\text{emb}} = 0$ K.

Indien een verklaring volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 (door een onafhankelijke organisatie opgesteld) beschikbaar is, kunnen de waarden voor $\Delta\theta^a$ in tabel 9.6 gebruikt worden.

Indien geen verklaring volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 beschikbaar is, moet de waarde voor $\Delta\theta^b$ in tabel 9.6 gebruikt worden.

Indien geen informatie over de maatgevende eigenschappen in onderstaande tabel bekend is, is per type afgifte de hoogste waarde voor de temperatuurcorrectie, $\Delta\theta$ van toepassing.

Tabel 9.6 — Temperatuurcorrecties voor elektrische luchtverwarmingssystemen, in K, vertrekhoogte ≤ 4 m

Maatgevende eigenschappen		Variatie a $\Delta\theta$	Variatie b $\Delta\theta$
Buitenwand gebied	Luchtverwarming met P-regelaar (1 K) per ruimte/zone	1,2	1,2
	Luchtverwarming met centrale bedrijfswijze en decentrale bijregeling, waaronder aanvullende regeling met P-regelaar (1 K) per individuele ruimte	1,1	1,2
	Luchtverwarming met P-regelaar (1 K) per individuele ruimte	1,1	1,1
	Luchtverwarming met PI-regelaar per individuele ruimte (met optimalisatie)	0,7	1,1
Binnenwand gebied	Luchtverwarming met P-regelaar (1 K) per zone	1,6	1,6
	Luchtverwarming met centrale bedrijfswijze en decentrale bijregeling, waaronder aanvullende regeling met P-regelaar (1 K) per individuele ruimte	1,5	1,5
	Luchtverwarming met P-regelaar (1 K) per individuele ruimte	1,5	1,5
	Luchtverwarming met PI-regelaar per individuele ruimte (met optimalisatie)	1,1	3,1

Temperatuurcorrectiewaarde voor intermitterend bedrijf:

$\Delta\theta_{im} = -0,3$ K (voor elektrische verwarmingssystemen met een geïntegreerd terugkoppelingsregelsysteem).

OPMERKING $\Delta\theta_{im}$ is de sommatie van $\theta_{im,ctr}$ en $\theta_{im,emt}$.

9.3.3.6 Temperatuurcorrectie luchtverwarming (niet-huishoudelijke ventilatiesystemen, vertrekhoogte ≤ 4 m)

In tabel 9.7 worden de forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden, $\Delta\theta = \Delta\theta_{ctr}$, bepaald voor luchtverwarming (ventilatiesystemen, vertrekhoogte ≤ 4 m).

Indien een verklaring volgens NEN-EN 15500 (door een onafhankelijke organisatie opgesteld) beschikbaar is, kunnen de waarden voor $\Delta\theta$ in de kolom 'Hoge kwaliteit van regeling' in tabel 9.7 gebruikt worden.

Indien geen verklaring volgens NEN-EN 15500 beschikbaar is, moet de waarde voor $\Delta\theta$ in de kolom 'Lage kwaliteit van regeling' in tabel 9.7 gebruikt worden.

Indien de regeling in onderstaande tabel niet bekend is, is de bij de betreffende hoofdcategorie (eerste kolom) hoogste waarde voor temperatuurcorrectie $\Delta\theta$, van toepassing.

Verder geldt:

— $\Delta\theta_{str} = 0$ K;

— $\Delta\theta_{emb} = 0$ K.

Tabel 9.7 — Forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor luchtverwarming, ventilatiesystemen, in K, vertrekhoogte ≤ 4 m

Systeemconfiguratie	Regeling	$\Delta\theta$	
		Lage kwaliteit van regeling	Hoge kwaliteit van regeling
Naverwarming van de ingaande lucht (extra verwarmingstoestel)	Luchttemperatuur in de ruimte	1,8	1,3
	Luchttemperatuur in de ruimte (cascade bedrijfswijze van ingaande luchttemperatuur)	1,2	1,0
	Uitgaande luchttemperatuur	1,9	1,5
Recirculatie-luchtverwarming (inductietoever, ventilatorconvectoren)	Luchttemperatuur van de ruimte	1,1	0,7

Temperatuurcorrectiewaarde voor intermitterend bedrijf:

$$\Delta\theta_{im} = 0 \text{ K};$$

OPMERKING $\Delta\theta_{im}$ is de sommatie van $\theta_{im,ctr}$ en $\theta_{im,emt}$.

9.3.3.7 Afwijkende temperatuurvariaties voor ruimten met hoogte > 4 m (gebouwen met grote binnenruimten, in geval van verwarming) (NEN-EN 15316-2:2017 B.7 en 6.4.3)

De temperatuurvariatie $\Delta\theta_{str}$ wordt bepaald als specifieke waarde voor verschillende afgiftesystemen:

$$\Delta\theta_{str} = 10 \times \frac{\theta'_{str}}{a} \times (0,5 \cdot h_R - b) \text{ [K]} \quad (9.19)$$

waarin $a = 16 \text{ K}$ en $b = 1,1 \text{ m}$, en:

h_R is de hoogte van de rekenzone, in m;

θ'_{str} is de luchttemperatuurgradiënt, in K/m, zoals bepaald in tabel 9.8.

Indien de maatgevende eigenschap in onderstaande tabel niet bekend is, is de bij de betreffende hoofdcategorie (eerste kolom) hoogste waarde voor de luchttemperatuurgradiënt, θ'_{str} , van toepassing.

Tabel 9.8 — Luchttemperatuurgradiënt voor ruimten met vertrekhoogtes > 4 m

Afgiftesysteem		Luchttemperatuurgradiënt θ'_{str} [K/m]
Luchtverwarmingselementen <u>zonder</u> aanvullende voorziening om een verticale luchtstroming te bewerkstelligen (o.a. plafondventilator)	Horizontale toevoer (wand)	1,0
	Horizontale toevoer (wand) laag temperatuursysteem (alleen geldig voor plafonds tot een hoogte van 6 m)	0,35
	Toevoer vanaf boven (plafond)	0,60
	Toevoer vanaf boven (plafond) laag temperatuursysteem (alleen geldig voor plafonds tot een hoogte van 6 m)	0,35
Luchtverwarmingselementen <u>met</u> aanvullende voorziening om een verticale luchtstroming te bewerkstelligen (o.a. plafondventilator)	Recirculatie geregeld door 2-stapsregelaar	0,35
	Recirculatie geregeld door PI-regelaar	0,25
Donkerstralers (o.a. watergevoede systemen)	Standaardontwerp	0,20
Hogetemperatuurstralers (o.a. elektrische systemen die ook zichtbaar licht emitteren)	Standaardontwerp	0,20
Plafondpaneelstralers (o.a. elektrische die geen zichtbaar licht emitteren)	Standaardontwerp	0,40
Vloerverwarming		0,10

De temperatuurvariatie $\Delta\theta_{rad}$ wordt bepaald als specifieke waarde voor verschillende vertrekhoogtes en afgiftesystemen van donkerstralers en hogetemperatuurstralers:

$$\Delta\theta_{rad} = 10 \cdot \left[\frac{0,36}{RF + 0,2} + 0,354 \cdot \left(\frac{70}{p_h} \right)^{0,12} \cdot \left(\frac{10}{h_R} \right)^{0,15} - 0,9 \right] \text{ [K]} \quad (9.20)$$

waarin:

RF is de stralingsfactor van stralingsverwarmers met $RF = 0,55$ als forfaitaire waarde voor ruimten met een vertrekhoogte > 4 meter. Werkelijk vastgestelde waarden volgens respectievelijk NEN-EN 416-2 en NEN-EN 419-2 (productwaarde) mogen worden gebruikt;

p_h is het specifieke warmtevermogen in W/m^2 gebaseerd op productwaarden.

OPMERKING Waarden voor warmteoverdracht door straling of stralingspanelen volgens NEN-EN 14037-2 kunnen niet direct worden vergeleken met de waarden van stralingsfactoren van stralingsverwarmers volgens respectievelijk NEN-EN 416-2 en NEN-EN 419-2.

Indien een verklaring volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 (door een onafhankelijke organisatie opgesteld) beschikbaar is, kunnen de waarden voor $\Delta\theta_{ctr,2}$ in tabel B.7 gebruikt worden.

Indien deze verklaring volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 niet beschikbaar is, moet de waarde voor $\Delta\theta_{ctr,1}$ gebruikt worden.

Indien de maatgevende eigenschap in onderstaande tabel niet bekend is, is de bij de betreffende hoofdcategorie (eerste kolom) hoogste waarde voor temperatuurcorrectie, $\Delta\theta$, van toepassing.

Referentiegeval: vertrekhoogte 10 m, standaardproductwaarden stralingsfactoren van donkerstralers en hoge-temperatuurstralers.

Tabel 9.10 — Forfaitaire temperatuurcorrectiewaarden voor ruimten met hoogte > 4 m, in K; in geval van verwarming

Maatgevende eigenschappen			Temperatuurcorrectie		
			$\Delta\theta_{ctr,1}$ ^a	$\Delta\theta_{ctr,2}$ ^a	$\Delta\theta_{emb}$
Ruimte-tempe-ratuur-regeling	Niet geregeld		2.5	2,5	
	2-stapsregelaar			0.7	
	P-regelaar				
	PI-regelaar				
	PI-regelaar met optimalisatie				
	Warme lucht <u>zonder</u> aanvullende voorziening om een verticale luchtstroming te bewerkstelligen (plafondventilator)	Horizontale toevoer (wand)			0
		Horizontale toevoer (wand) laag temperatuursysteem (geldt alleen voor vertrekhoogtes < 6 m)			0
		Toevoer vanaf boven (plafond)			0
		Toevoer vanaf boven (plafond) laag temperatuursysteem (alleen geldig voor plafonds tot een hoogte van 6 m)			0
	Warme lucht <u>met</u> aanvullende voorziening om een verticale luchtstroming te bewerkstelligen (plafondventilator)	Recirculatie geregeld door 2-stapsregelaar			0
		Recirculatie geregeld door PI-regelaar			0
	Stralingsverwarming (IR)	Donkerstralers			0
		Hogetemperatuurstralers			0
		Plafondpaneelstralers			0,5
	Vloerverwarming	Zonder isolatie (hart-op-hart afstand slangen ≤ 20 cm)			1,4
		Zonder isolatie ((hart-op-hart afstand slangen > 20 cm)			1,9
		Opgenomen in de component (minimumisolatie in overeenkomst met de NEN-EN 1264-reeks (bereik ≤ 10 cm),			0,5
		Opgenomen in de component (minimumisolatie in overeenkomst met de NEN-EN 1264-reeks (bereik > 10 cm),			1,0
		Thermisch ontkoppeld ($U_{bottom\ plate} \leq 0,35\ W/(m^2\cdot K)$) en bereik ≤ 10 cm			0

^a gebruik $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$ voor gecertificeerde producten volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500, alternatief kan $\Delta\theta_{\text{ctr},2}$ worden bepaald voor TRV-systemen gebaseerd op EN 215. Gebruik $\Delta\theta_{\text{ctr},1}$ voor producten die niet volgens NEN-EN 215 en NEN-EN 15500 zijn gecertificeerd.

9.3.4 Berekening hulpenergie (NEN-EN 15316-2:2017, 6.4.4)

Met formule (9.21) wordt de hulpenergie bepaald voor verbeterde afgifte in de ruimte en welke niet is meegenomen in de bovenstaande berekeningen (o.a. de ventilator, regeling en aansturing van een afgiftesysteem in een ruimte zoals een ventilatorconvactor).

$$W_{H;em,aux;zi;mi} = W_{fan;em,zi;mi} \quad (9.21)$$

waarin:

$W_{H;em,aux;zi;mi}$ hulpenergie (in maand mi), in kWh;

$W_{fan;em,zi;mi}$ hulpenergie van ventilatoren in maand mi , in kWh.

Het energiegebruik van ventilatoren $W_{fan;em,si;mi}$ wordt bepaald volgens formule (9.22).

$$W_{fan;em,zi;mi} = \frac{\sum_i (P_{fan;zi;i} \times n_{fan;zi;i} \times t_{H;op;si;mi})}{1000} [kWh] \quad (9.22)$$

waarin:

$P_{fan;zi}$ is het elektrische vermogen van de ventilatoren in rekenzone zi (tabel 9.11), in W;

$n_{fan;zi}$ is het aantal ventilatoren van het systeem in rekenzone zi ;

$t_{H;op;si;mi}$ is de bedrijfstijd van het systeem per maand mi , in h, bepaald volgens formule (9.32a) ;

i is het type ventilator uit tabel 9.11 in rekenzone zi .

Indien geen informatie over de maatgevende eigenschappen in onderstaande tabel bekend is, moet de hoogste waarde voor het vermogen worden gehanteerd.

Tabel 9.11 — Forfaitaire waarden voor elektrisch vermogen van ventilatoren voor luchtcirculatie in de ruimte

Maatgevende eigenschappen		Vermogen W
Ventilator P_{fan}	Ventilatorconvactor	10
	Elektrische verwarming	10
	Lokale dynamische warmteopslag bijvoorbeeld speksteen of phase change materials (PMC)	12

OPMERKING Voor een binnenunit van een airconditioner/warmtepomp (multi-split systeem) is de waarde behorende bij 'ventilatorconvactor' van toepassing.

Hulpenergieberekening voor ruimten met systemen met directe verwarming

De totale hulpenergie van deze systemen wordt gecrediteerd aan de warmtebehoefte van de installatieruimte.

$$W_{H,em;aux;zi;mi} = \frac{\sum_i (P_{H,aux;i} \times n_{H,aux;i} \times t_{H,op;zi;mi})}{1000} [kWh] \quad (9.23)$$

waarin:

- $W_{H,em;aux;zi;mi}$ is de maandelijkse hulpenergie (warmteafgifte en als nodig warmteopwekking) in kWh;
- $W_{em;ls;aux}$ is de maandelijkse hulpenergie (warmteafgifte en als nodig warmteopwekking) in kWh;
- $P_{H,aux}$ is het gebruik van nominaal vermogen door de toestellen in tabel 9.12-9.13 of gegevens van de fabrikant (warmteopwekking en warmteafgifte), in W;
- $n_{H,aux}$ is het aantal toestellen;
- $t_{H,op;zi;mi}$ is de bedrijfstijd van het systeem in maand mi , in h, bepaald volgens formule (9.32a) ;
- i is het type toestel uit tabellen 9.12 en 9.13 in rekenzone zi .

Voor verwarmingssystemen in ruimten met gedecentraliseerde warmteopwekking (direct gestookte luchtverwarmers) geldt dat het systeem deel is van een warmteopwek- en warmteafgiftesysteem. De complete hulpenergie voor een dergelijk systeem is een deel van warmteafgifte. Forfaitaire waarden worden gegeven in tabel 9.12.

Indien geen informatie over de maatgevende eigenschappen in onderstaande tabel bekend is, moet de hoogste waarde voor het vermogen worden gehanteerd.

Tabel 9.12 — Forfaitaire waarden voor elektrisch vermogen van ventilatoren en het regelsysteem – decentraal luchtverwarmingssysteem

Maatgevende eigenschappen		$P_{H,aux}$ W
Direct verwarmde opwekker (geïnstalleerd in werkruimte)	Hete luchtverwarmer met axiale recirculatieluchtventilator (regeling, instelling en ventilator voor toevoer verbrandingslucht)	$0,014 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
	Hete luchtverwarmer met radiale recirculatieluchtventilator (regeling, instelling, ventilator voor toevoer verbrandingslucht en ventilator voor toevoer warme lucht)	$0,022 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$

waarin:

- $n_{H,aux}$ is het aantal hete luchtverwarmers in rekenzone zi ;

$Q_{h,b}$ is de ontwerpwarmtebehoefte (W): het verwarmingsvermogen benodigd om de rekenzone op de setpointtemperatuur te verwarmen onder de ontwerpcondities, vastgesteld met behulp van EN 12831-1. Indien $Q_{h,b}$ niet op deze wijze is vastgesteld, wordt $Q_{h,b}$ ingeschat/gekozen volgens:

$$Q_{h,b} = Q_{h,b,1} + Q_{h,b,2}$$

$Q_{h,b,1}$ is het vermogen nodig voor transmissie en ventilatie, W;

$Q_{h,b,2}$ is de toeslag voor opwarming, hier wordt 5 W/m² aangehouden, W.

$$Q_{h,b,1} = (Q_{H;ht;zi,mi} / 0,001 \cdot t_{mi}) \cdot ((\theta_{int;calc;H;zi} - \theta_{e;ontw}) / (\theta_{int;calc;H;zi} - \theta_{e;avg,mi}))$$

waarin:

$Q_{H;ht;zi,mi}$ totale warmteoverdracht door transmissie voor verwarming en ventilatie, in kWh, uit formule (7.10) (neem hiervoor januari);

t_{mi} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h (neem hiervoor januari);

0,001 omrekenen kW naar W;

$\theta_{int;calc;H;zi}$ is de rekentemperatuur van de rekenzone voor verwarming (is 21 °C);

$\theta_{e;avg,mi}$ is de gemiddelde buitentemperatuur in maand mi , bepaald volgens 17.2, in °C (neem hiervoor de maand januari (2,61 °C);

$\theta_{e;ontw}$ is de ontwerp temperatuur buiten voor het bepalen van het benodigd vermogen (-10 °C).

$$Q_{h,b,2} = (((\sqrt{A_g}) \times 4 \times 3) + A_g) \times 5 \quad [W]$$

waarin:

A_g is de gebruiksoppervlakte van de rekenzone, in m².

Voor verwarmingssystemen in ruimten met een centrale opwekker en een specifiek toestel voor warmteafgifte in de rekenzone, is hulpenergie nodig (indirecte luchtverwarmer). Deze extra energie is deel van de warmteafgifte in de ruimte. Voor dergelijke systemen worden forfaitaire waarden gegeven in tabel 9.13.

Indien geen informatie over de maatgevende eigenschappen in onderstaande tabel bekend is, moet (per categorie weergegeven in de eerste en/of tweede kolom) de hoogste waarde voor het vermogen worden gehanteerd.

Tabel 9.13 — Forfaitaire waarden voor elektrisch vermogen voor ventilatoren en voor de regelsystemen in ruimten met indirecte luchtverwarmers

Maatgevende eigenschappen			$P_{H,aux}$ in W
indirecte ruimteverwarming met een vertrekhoogte ≤ 8 m	Met terugkeer warme lucht	Met een asynchrone motor	$0,008 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
		Met een gereguleerde EC-motor	$0,004 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
	Zonder terugkeer warme lucht	Met een asynchrone motor	$0,009 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
		Met een gereguleerde EC-motor	$0,005 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
indirecte ruimteverwarming met een vertrekhoogte > 8 m	Met terugkeer warme lucht	Met een asynchrone motor	$0,012 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
		Met een gereguleerde EC-motor	$0,006 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
	Zonder terugkeer warme lucht	Met een asynchrone motor	$0,013 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$
		Met een gereguleerde EC-motor	$0,007 \cdot Q_{h,b}/n_{H,aux}$

waarin:

$n_{H,aux}$ is het aantal hete luchtverwarmers in rekenzone z_i .

9.4 Distributie (NEN-EN 15316-3)

$$Q_{H,dis,in;zi;si;mi} = Q_{H,dis,out;zi;si;mi} + Q_{H,dis;ls;zi;si;mi} - Q_{H,dis;aux;rvd;zi;si;mi} \quad (9.24)$$

waarin:

z_i is de index voor de rekenzone;

$Q_{H,dis,out;zi;si;mi}$ energie door het distributiesysteem geleverd aan het afgiftesysteem s_k in rekenzone z_i , in kWh, zie 9.3;

$Q_{H,dis;ls;zi;si;mi}$ energieverlies van het distributiesysteem s_i in rekenzone z_i , in kWh, zie 9.4.2;

$Q_{H,dis;aux;rvd;zi;si;mi}$ terugwinbare hulpenergie in het distributiesysteem s_i in rekenzone z_i , in kWh, zie 9.4.3.

en

$$Q_{H,dis,out;zi;si;mi} = \sum_{s_k} Q_{H,em;in;zi;s_k;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (9.25)$$

waarin:

z_i is de index voor de zone;

$Q_{H,em;in;zi;s_k;mi}$ energie geleverd aan het afgiftesysteem s_k in rekenzone z_i , in kWh, zie 9.3.

Indien $Q_{H,dis,in;zi;si;mi} < 0$, dan wordt deze gelijkgesteld aan 0.

9.4.1 Principe: Berekening van de thermische verliezen van een distributiesysteem voor opgewekte warmte (NEN-EN 15316-3:2017, 6.4.3)

De verliezen van een distributiesysteem zijn gebaseerd op de gemiddelde medium toevoer temperatuur, de omgevingstemperatuur van het distributiesysteem, de warmteweerstand (isolatie) van de leidingen, de lengte van de leidingen en de bedrijfstijd van het distributiesysteem.

De warmteverliezen van een extern warmtenet vormen geen onderdeel van de berekening in 9.4.2. De grens tussen een extern warmtenet en het distributiesysteem in het gebouw is gelegen bij de plaats van het telwerk/de afleverzet. Deze grens ligt in woongebouwen meestal bij de woningen, maar kan incidenteel bij het gebouw/perceel liggen. Bij woningen en utiliteitsbouw ligt deze grens meestal bij het gebouw/perceel.

Bij lokale verwarmingssystemen geldt voor de lengte van het distributiesysteem leidinglengte = 0.

9.4.2 Het warmteverlies van het distributiesysteem $Q_{H,dis;ls}$ voor verwarming (NEN-EN 15316-3:2017, 6.4.3)

Het warmteverlies van het distributiesysteem, $Q_{H,dis;ls;zi;mi}$ voor verwarming met een circulatieleiding in een rekenzone zi gedurende de periode dat dit operationeel is, wordt bepaald door:

$$Q_{H,dis;ls;zi;mi} = \left(\frac{1}{1000} \Psi_{zi} \cdot (\vartheta_{H,mean;zi;mi} - \vartheta_{H,amb;zi;mi}) \cdot L_{zi} \cdot t_{H,op;mi} + \frac{1}{1000} \Psi_j \cdot (\vartheta_{H,mean;zi;mi} - \vartheta_{H,amb;j;mi}) \cdot L_j \cdot t_{H,op;mi} \cdot \frac{A_{g;zi}}{\sum_{zi} A_{g;zi}} \right) \cdot f_{gebouw;si;H} \quad [\text{kWh}] \quad (9.26)$$

$$W_{fan;em;zi;mi} \sum (P_{fan;zi;i})$$

De leidinglengte ~~wordt~~ bepaald volgens de forfaitaire methode in 9.4.2.3 ~~en wordt~~ verdeeld over de rekenzones zi volgens (9.27). Indien gebruik wordt gemaakt van de werkelijke leidinglengte moet deze worden gebruikt voor de verdeling over de rekenzones.

$$L_{zi} = (L_{si;zi_tot} + L_{equi;si;zi}) \cdot \frac{A_{g;zi}}{\sum_{zi} A_{g;zi}} \quad (9.27)$$

$$L_j = (L_{si;j} + L_{equi;si;j})$$

$$L_{si;zi_tot} = \sum_{zi} L_{si;zi} = L_{si} - L_{si;j}$$

waarin:

zi is de index voor de rekenzone;

$\Psi_{zi/j}$ lineaire thermische transmissie van distributiesysteem si in rekenzone zi /onverwarmde ruimte j , in $W/(m \cdot K)$, bepaald volgens 9.4.2.2 of indien gegevens hiervoor ontbreken in 9.4.2.1;

$\vartheta_{H,amb;zi/j;mi}$ gemiddelde omgevingstemperatuur in rekenzone zi /onverwarmde ruimte j , in $^{\circ}C$, waar het distributiesysteem si doorheen loopt per maand mi , zoals hieronder gegeven;

$\vartheta_{H,mean,zi,mi}$ is de gemiddelde temperatuur van distributiesysteem si in rekenzone zi waar het doorheen loopt per maand mi , in °C;

$L_{si,zi/j}$ is de lengte van de leiding van distributiesysteem si in rekenzone zi /onverwarmde ruimte j , in m. Indien niet bekend is welke leidinglengte zich in onverwarmde ruimten bevindt, moet hiervoor forfaitair 15 % van de totale leidinglengte, L_{si} , worden aangehouden. Leidingen die lopen door een AOR, AOS, kruipruimte, buitenlucht of water moeten allen beschouwd worden als leidingen die lopen door een onverwarmde ruimte j ;

$L_{equi,si,zi/j}$ is de equivalente lengte van de leiding in de zone voor kleppen, beugels, enz, in m. $L_{equi,si,zi/j}$ wordt bepaald volgens formule 9.27a;

$t_{H,op,mi}$ is de totale bedrijfstijd van het distributiesysteem voor verwarming in maand mi , behorend bij de stookgrens $\vartheta_{H,stook}$, in h, bepaald volgens formule (9.32a); .

$f_{gebouw,si,H}$ 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 voor de functie verwarming si ;

Voor ongeïsoleerde kleppen, beugels, enz. geldt: $L_{equi,si,zi/j} = \frac{0,15}{\Psi_{zi/j}} \cdot L_{si,zi/j}$ (formule 9.27a)

Voor geïsoleerde kleppen, beugels, enz. geldt: $L_{equi,si,zi/j} = \frac{0,03}{\Psi_{zi/j}} \cdot L_{si,zi/j}$

waarin:

$\Psi_{zi/j}$ is de lineaire thermische transmissie van de distributieleiding, bepaald volgens 9.4.2.2 of, indien gegevens hiervoor ontbreken, volgens 9.4.2.1.

OPMERKING 1 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 $\Psi_{zi/j}$ voor de leiding. Hierdoor is het verlies van de kleppen, beugels, enz. een vast aandeel van de leidinglengte.

Bepaal de waarde van de stookgrens, $\vartheta_{H,stook}$, op de volgende wijze:

Stap1: Bepaal voor alle maanden van het jaar de verwarmingsbehoefte van de rekenzone ten behoeve van $\vartheta_{H,stook}$, $Q_{H;nd;zt,j;\vartheta_{H,stook};mi}$, als:

$$Q_{H;nd;zt,j;\vartheta_{H,stook};mi} = Q_{H;nd;zt,j;mi} + E_{V;eldf;zi,mi} + E_{V;elvv;zi,mi} \quad (9.28)$$

waarin:

$Q_{H;nd;zt,j;mi}$ wordt bepaald zoals in 7.2.1, met de volgende aanpassingen:

$$Q_{H;ls;rb;zi,mi} = 0;$$

$$Q_{C;ls;rb;zi,mi} = 0;$$

$$Q_{H;ve;zi,mi} = Q_{H;ve;zi,mi} = Q_{H;ve;zi,mi;7.4.2} + Q_{H;\vartheta_{H,stook};in;air;zi,mi}.$$

waarbij $Q_{H;\vartheta_{H,stook};in;air;zi,mi}$ gelijk is aan:

$$Q_{H;\theta Hstook;in;air;zi,mi} = q_{V;SUP;dis;out;zi,mi} \cdot \rho_a \cdot C_a \cdot (\theta_{SUP;dis;out;zi,mi} - \Delta\theta_{hr;zi,mi} - \Delta\theta_{rca;zi,mi} - \Delta\theta_{fan;zi,mi}) - \theta_{e,avg,mi}) \times t_{mi} / 3\,600\,000 \quad (9.29)$$

waarin:

$E_{V;eldf;zi,mi}$	is het gebruik van elektrische energie voor vorstbeveiliging van de toevoerluchtvolumestroom in rekenzone zi , in maand mi , in kWh, 11.3.2.1.2;
$E_{V;elvv;zi,mi}$	is het gebruik van elektrische energie voor voorverwarming van de natuurlijke toevoerluchtvolumestroom in rekenzone zi , in maand mi , in kWh, 11.3.2.9.2;
$Q_{H;ve;zi,mi}$	is de warmteoverdracht door ventilatie voor verwarming, in kWh, zoals bepaald in 9.4.2;
$q_{V;SUP;dis;out;zi,mi}$	is de hoeveelheid lucht die mechanisch wordt toegevoerd naar de rekenzone, in m ³ /h, bepaald volgens 11.3.1;
ρ_a	is de soortelijke massa van de lucht, in kg/m ³ , met waarde 1,205;
C_a	is de warmtecapaciteit van lucht, in J/(kgK), met waarde 1005;
$\theta_{e,avg,mi}$	is de maandgemiddelde buitenluchttemperatuur in maand mi , in °C, hoofdstuk 17, tabel 17.1;
$\theta_{SUP;dis;out;zi,mi}$	is de temperatuur van de lucht die de rekenzone wordt ingeblazen in geval van mechanische toevoer van ventilatielucht in maand mi , in °C, 11.3.2;
$\Delta\theta_{hr;zi,mi}$	is de temperatuurverhoging van de lucht als gevolg van warmteterugwinning in rekenzone zi in kalendermaand mi , in °C, 11.3.2.2;
$\Delta\theta_{rca;zi,mi}$	is de temperatuurverhoging van de lucht als gevolg van recirculatie in rekenzone zi in kalendermaand mi , in °C, 11.3.2.3;
$\Delta\theta_{fan;zi,mi}$	is de temperatuurverhoging van de lucht als gevolg van dissipatie van ventilatoren in rekenzone zi in kalendermaand mi , in °C, 11.3.2.7;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;
3 600 000	is de omrekeningsfactor van J naar kWh;
3,6	is de omrekeningsfactor van MJ naar kWh.

OPMERKING 2 Bij het toepassen van ventilatiesysteem E is er sprake van twee verschillende ventilatiesystemen binnen de rekenzone. Bij meerdere systemen met een mechanisch ventilatiedebiet (toevoer) bepaald volgens 11.3.1 wordt per ventilatiesysteem $Q_{H;\theta Hstook;in;air;zi,mi}$ bepaald, volgens formule (9.29), en worden deze voor de rekenzones gesommeerd tot $Q_{H;\theta Hstook;in;air;zi,mi}$.

Stap 2: Bepaal de maximale verwarmingsbehoefte ten behoeve van $\theta_{H,stook}$

($Q_{H;nd;zt,j;\theta Hstook;mi}$) van de rekenzone in de betreffende maand, mi .

Stap 3: Laat alle waarden voor de verwarmingsbehoefte van de rekenzone kleiner dan 10 % van de maximale maandbehoefte buiten beschouwing.

Stap 4: Bepaal met de kleinste kwadratenmethode de lineaire functie tussen de overgebleven waarden voor de verwarmingsbehoefte $Q_{H,nd;zt,i;\vartheta_{H,stoek;mi}}$ (y-as) en de maandgemiddelde buitentemperatuur, $\theta_{e,avg;mi}$ in 17.2, (x-as), (x-as).

Stap 5: Bepaal het snijpunt van deze lineaire functie met de buitentemperatuur as. Stel de stoekgrens, $\vartheta_{H,stoek}$ gelijk aan de op een geheel getal afgeronde waarde van het maximale snijpunt: $\vartheta_{int;set;H;stc;zi}$, waarbij $\vartheta_{int;set;H;stc;zi}$ gegeven wordt in tabel 7.11. Indien $\vartheta_{H,stoek}$ groter is dan de hoogste waarde in tabel 9.15, moet deze hoogste waarde worden gebruikt. Indien $\vartheta_{H,stoek}$ kleiner is dan de laagste waarde in tabel 9.15, moet deze laagste waarde worden gebruikt.

Voor een geconditioneerde rekenzone geldt:

$$\theta_{H,amb;zi,mi} = \vartheta_{int;;op;H;zi,mi}$$

waarin:

$\vartheta_{int;op;H;zi,mi}$ is de maandgemiddelde temperatuur in maand mi van de zone zi , bepaald volgens 7.9.6.

Voor een onverwarmde aangrenzende ruimte geldt:

$$\theta_{H,amb;j,mi} = \vartheta_{ztu;gl;zi;H;mi}$$

waarin:

$\vartheta_{ztu;gl;zi;H;mi}$ is de maandgemiddelde temperatuur in maand mi van de onverwarmdeniet-verwarmde aan zone zi grenzende ruimte in maand mi , bepaald volgens 7.9.7.

Indien de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimten $\vartheta_{ztu;gl;zi;H;mi}$, (bepaald volgens formule (7.82)) bekend is (er is een aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR) ingevoerd) dan moet deze worden gebruikt voor het bepalen van het leidingverlies in de aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR). Indien de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR) niet bekend is (er is geen aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR) ingevoerd) dan geldt voor de bepaling van het leidingverlies in de aangrenzende onverwarmde ruimte voor de functie verwarming een temperatuur $\vartheta_{ztu;gl;zi;H;mi}$ van 13 °C.

De gemiddelde mediumtemperatuur in het distributiesysteem, $\vartheta_{H,sl,mean}$ voor verwarming, wordt bepaald door:

$$\vartheta_{H,mean;zi,mi} = \frac{\vartheta_{H,in;zi,mi} + \vartheta_{H,out;zi,mi}}{2} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (9.30)$$

waarin:

$\vartheta_{H,mean;zi,mi}$ is de gemiddelde temperatuur in het distributiesysteem voor warmtetransport in rekenzone zi in maand mi , in °C;

$\vartheta_{H,in;zi,mi}$ is de gemiddelde intredetemperatuur van het medium in het afgiftesysteem uit het distributiesysteem, voor warmtetransport in rekenzone zi in maand mi , in °C;

$\vartheta_{H,out;zi,mi}$ is de gemiddelde uitredetemperatuur van het medium uit het afgiftesysteem in het distributiesysteem, voor warmtetransport in rekenzone zi in maand mi , in °C.

$$\vartheta_{H,in;zi,mi} = \text{Max}(\vartheta_{H,set}; \vartheta_{H,set} + (\vartheta_{H,a;ontw} - \vartheta_{H,set}) / (\vartheta_{H,e;ontw} - \vartheta_{H,stoek}) \times (\vartheta_{e,avg,mi} - \vartheta_{H,stoek}) + \Delta\theta_{int;inc;zi}) \quad (9.31)$$

$$\vartheta_{H,out;zi,mi} = \text{Max}(\vartheta_{H,set}; \text{Min}(\vartheta_{H,set} + ((\vartheta_{H,a;ontw} - \Delta\vartheta_{H,ontw}) - \vartheta_{H,set}) / (\vartheta_{H,e;ontw} - \vartheta_{H,stook}) \times (\vartheta_{e;avg,mi} - \vartheta_{H,stook}) + \Delta\vartheta_{int;inc;zi}), \vartheta_{H,in;zi,mi}) \quad (9.32)$$

waarin:

- $\vartheta_{H,set}$ is de setpointtemperatuur voor verwarming, in °C, gelijk aan $\vartheta_{int;set;H;zi,mi}$ volgens 7.9.4.1;
- $\vartheta_{H,a;ontw}$ is de ontwerp-aanvoertemperatuur van het afgiftesysteem, voor warmtetransport, voor een ontwerptemperatuur-klasse, in °C, volgens tabel 9.14;
- $\vartheta_{H,e;ontw}$ is de ontwerp-buitentemperatuur waarbij de ontwerp-aanvoertemperatuur van het afgiftesysteem, volgens tabel 9.14, gedefinieerd is, met de waarde van –10 °C;
- $\vartheta_{H,stook}$ is de stookgrens voor verwarming, zoals in de vijf stappen hierboven bepaald, in °C;
- $\vartheta_{e;avg,mi}$ is de gemiddelde buitentemperatuur in maand mi , in °C, volgens hoofdstuk 17, tabel 17.1;
- $\vartheta_{H,e;ontw}$ is de ontwerp-buitentemperatuur waarbij de ontwerp-aanvoertemperatuur van het afgiftesysteem, volgens tabel 9.14, gedefinieerd is, met de waarde van –10 °C;
- $\Delta\vartheta_{H,ontw}$ is het ontwerp-aanvoer-retourtemperatuurverschil van het afgiftesysteem, voor warmtetransport, voor een ontwerptemperatuurklasse, in °C, volgens tabel 9.14.

Indien de ontwerptemperatuurklasse onbekend is, moet de klasse 90/70 worden gehanteerd.

Tabel 9.14 — Ontwerp-aanvoertemperatuur, $\vartheta_{H,a;ontw}$, van het afgiftesysteem, voor warmtetransport, voor een ontwerptemperatuurklasse

Ontwerp-temperatuurklasse	$\vartheta_{H,a;ontw}$	$\Delta\vartheta_{H,ontw}$
30/27	30	3
35/30	35	5
40/35	40	5
45/40	45	5
50/42	50	8
55/47	55	8
65/55	65	10
75/65	75	10
80/60	80	20
90/70	90	20

Tabel 9.15 — De stookgrens, $\vartheta_{H,sto}$, en de tijd, $t_{H,si,mi}$, per maand mi [h] waarin de buitenluchttemperatuur lager is dan de stookgrens

	$\vartheta_{H,sto}$	$t_{H,zi,mi}$											
		$mi=1$	$mi=2$	$mi=3$	$mi=4$	$mi=5$	$mi=6$	$mi=7$	$mi=8$	$mi=9$	$mi=10$	$mi=11$	$mi=12$
	16	744	672	733	666	530	414	295	230	444	670	720	744
	15	744	661	725	654	491	326	219	172	351	618	720	744
	14	744	652	716	637	443	245	141	119	258	588	719	744
	13	744	637	709	618	377	174	78	86	185	566	701	744
	12	744	629	678	573	293	107	39	64	131	524	663	743
	11	743	600	639	514	225	66	18	37	84	464	613	724
	10	736	557	605	448	159	42	11	20	71	402	550	711
	9	716	533	570	386	76	35	6	10	54	319	461	700
	8	697	518	532	316	46	23	1	5	30	254	384	662

$$t_{H,op;si,mi} = MAX \left(t_{H,zi,mi} \cdot f_{H,red;zi} \cdot f_{H,red;pmp;op;zi} \right) \quad (9.32a)$$

waarin:

$t_{H,op;si,mi}$ is de bedrijfstijd van het systeem per maand mi , in h;

$t_{H,zi,mi}$ is de tijd in een rekenzone zi in maand mi waarin de buitenluchttemperatuur lager is dan de stookgrens, gegeven in tabel 9.15, in h;

$f_{H,red;pmp;op;zi}$ is het relatieve deel dat de circulatiepomp in bedrijf is, volgens tabel X, in h.

waarbij:

$$f_{H,red;zi} = 1 - f_{H,red;day;zi} - f_{H,red;wknd;zi} \quad (9.32b)$$

waarin:

$f_{H,red;zi}$ is de reductiefactor voor niet-continu verwarmen;

$f_{H,red;day;zi}$ is het relatieve deel van de tijd (dag) met gereduceerd setpoint voor verwarming, bepaald volgens 7.9.2;

$f_{H,red;wknd;zi}$ is het relatieve deel van de tijd (weekend) met gereduceerd setpoint voor verwarming, bepaald volgens 7.9.2.

Tabel X — Relatieve deel dat de circulatiepomp in bedrijf is

Situatie/omstandigheid	$f_{i,red;pmp;op;zi}$
Woonfunctie met een individuele installatie	0,10
In alle andere gevallen	1,0

OPMERKING 3 Bij meerdere in serie geplaatste pompen worden deze met deze methodiek als 1 pomp beschouwd, uitgaande van het drukverschil van de totale installatie en de maximale volumestroom.

OPMERKING 4 Bij toepassing van een additionele circulatiepomp wordt ervan uitgegaan dat dit een pomp met pompregeling betreft.

9.4.2.1 Forfaitaire waarden voor de lineaire thermische transmissie Ψ van de leidingen van het distributiesysteem (NEN-EN 15316-3:2017, B.3)

Voor iedere sectie van het distributiesysteem zijn de forfaitaire waarden voor de lineaire thermische transmissie $\Psi_{zi/j}$ van een leidingsysteem in relatie tot de classificatie van het gebouw gegeven in tabel 9.16.

Indien de eigenschappen in de eerste kolom in tabel 9.16 niet bekend zijn, moet (per categorie weergegeven in de eerste kolom) de hoogste waarde voor de lineaire thermische transmissie worden gehanteerd.

Tabel 9.16 — Forfaitaire waarden voor de lineaire thermische transmissie Ψ van distributieleidingen in nieuwe en bestaande gebouwen

	$\Psi_{zi/j}$ [W/(m·K)] Sectie L_A, L_S, L_V
Geïsoleerde leidingen	
1995 tot heden – aangenomen dat de isolatiedikte ongeveer overeenkomt met de buitendiameter van de leiding	0,3
1980 tot 1995 – aangenomen dat de isolatiedikte ongeveer overeenkomt met de helft van de buitendiameter van de leiding	0,4
Vóór 1980	0,4
Niet-geïsoleerde leidingen (A_g is de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat is aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie verwarming, bepaald volgens 6.6.7)	
$A_g \leq 200 \text{ m}^2$	1,0
$200 \text{ m}^2 < A_g \leq 500 \text{ m}^2$	2,0
$A_g > 500 \text{ m}^2$	3,0

Het jaartal betreft het jaartal waarop de isolatie is aangebracht. Indien het jaartal of de dikte van de isolatie onbekend is, moet de waarde behorende bij 'Vóór 1980' worden aangehouden.

OPMERKING Wanneer het gebouw individuele installaties bevat, is A_g de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel dat is aangesloten op de individuele verwarmingsinstallatie si .

9.4.2.2 Berekening van de lineaire thermische transmissie $\Psi_{zi/j}$ van distributieleidingen (NEN-EN 15316-3:2017, 6.4.3)

Voor geïsoleerde leidingen, omringt met lucht, wordt de lineaire thermische transmissie $\Psi_{zi/j}$ (inclusief de convectie en stralingstransmissie aan het uitwendige vlak van de isolatie) van systeem si in rekenzone zi bepaald met:

$$\Psi_{zi/j} = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_{D,si}} \cdot \ln \frac{d_{a,zi}}{d_{i,zi}} + \frac{1}{h_{a,zi} \cdot d_{a,zi}} \right)} \quad (9.33)$$

waarin:

$d_{i,zi}$ is de leidingdiameter (buitendiameter) exclusief de isolatie van distributiesysteem si in rekenzone zi , in m;

$d_{a,zi}$ is de leidingdiameter inclusief isolatie van distributiesysteem si in rekenzone zi , in m;

$h_{a,zi}$ is de totale transmissiecoëfficiënt aan het buitenoppervlak (convectief en straling) van distributiesysteem si in rekenzone zi , in $W/(m^2 \cdot K)$;

$\lambda_{D,si}$ is de thermische geleidbaarheid van het isolatiemateriaal van distributiesysteem si in rekenzone zi , in $W/(m \cdot K)$.

Bij berekening van de lineaire thermische transmissie wordt voor de transmissiecoëfficiënt (convectie en straling), $h_{a,si}$, van distributiesysteem si een waarde van $h_{a,si} = 8 [W/(m^2 \cdot K)]$ gebruikt, tenzij aantoonbaar een andere waarde van toepassing is.

Voor geïsoleerde leidingen ingebed in de bouwconstructie wordt de lineaire warmte-doorgangcoëfficiënt Ψ aan de buitenzijde van de isolatie bepaald met:

$$\Psi_{zi/j} = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_{D,zi}} \cdot \ln \frac{d_{a,zi}}{d_{i,zi}} + \frac{1}{\lambda_{em,zi}} \cdot \ln \frac{4 \cdot z_{zi}}{d_{a,zi}} \right]} \quad (9.34)$$

waarin:

$d_{i,zi}$ is de leidingdiameter (buitendiameter) exclusief de isolatie van distributiesysteem si in rekenzone zi , in m;

$d_{a,zi}$ is de leidingdiameter inclusief isolatie van distributiesysteem si in rekenzone zi , in m;

$h_{a,zi}$ is de totale warmteovergangcoëfficiënt aan het buitenoppervlak (convectief en straling) van distributiesysteem si in rekenzone zi , in $W/(m^2 \cdot K)$;

$\lambda_{D,zi}$ is de thermische geleiding van het isolatiemateriaal van distributiesysteem si in rekenzone zi , in $W/(m \cdot K)$;

Z_{zi} is de diepte van de leiding van distributiesysteem si in de vloer, wand of plafond gemeten vanaf het binnenoppervlak, in rekenzone zi , in m;

$\lambda_{\text{env},zi}$ is de thermische geleiding van het materiaal waarin de leidingen van distributiesysteem si zijn ingebed in rekenzone zi , in $W/(m \cdot K)$.

Voor niet-geïsoleerde leidingen wordt de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ bepaald met:

$$\Psi_{zi/j} = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_{p,zi}} \cdot \ln \frac{d_{p,a;zi}}{d_{p,i;zi}} + \frac{1}{h_{a;zi} \cdot d_{p,a;zi}}} \quad (9.35)$$

waarin:

$d_{p,i;zi}$, $d_{p,a;zi}$ is de binnen- en buitendiameter van het leiding- en distributiesysteem si in rekenzone zi , in m;

$\lambda_{p,zi}$ is de thermische geleiding van het leidingmateriaal van het distributiesysteem si in rekenzone zi , in $W/(m \cdot K)$;

$h_{a;zi}$ is de totale warmtetransmissiecoëfficiënt aan het buitenoppervlak (convectief en straling) van het distributiesysteem si in rekenzone zi , in $W/(m^2 \cdot K)$.

9.4.2.3 Leidinglengte (NEN-EN 15316:2017, B.2.2)

In diverse formules om de verliezen van het distributiesysteem te bepalen, is de leidinglengte L_{si} nodig. Er ~~moet mag~~ gebruik worden gemaakt van onderstaande forfaitaire bepalingmethode voor de bepaling van de leidinglengte.

Voor ~~zowel~~ de categorie utiliteitsbouw ~~als de categorie woningbouw~~ mag voor de lengte van de leidingdelen gebruik worden gemaakt van de werkelijke leidinglengte. Daarnaast mag er forfaitair gebruik worden gemaakt van de onderstaande bepalingmethode voor de bepaling van de (totale) leidinglengte en maximale leidinglengte van het systeem.

~~Voor de categorie woningbouw moet er voor de lengte van de leidingdelen gebruik worden gemaakt van onderstaande bepalingmethode voor de bepaling van de (totale) leidinglengte en maximale leidinglengte van het systeem.~~

$$L_{si} = 0.64 A_g \quad (9.36)$$

$$L_{\text{max};si} = 35 + 6 \cdot n_{si} + 0,13 A_g / n_{si} \quad (9.37)$$

waarin:

L_{si} is de leidinglengte;

$L_{\text{max};si}$ is de maximale leidinglengte van de opwekker tot het verst gelegen afgiftesysteem;

A_g is de gebruiksoppervlakte;

n_{si} is het aantal bouwlagen dat is aangesloten op de (gemeenschappelijke) verwarmingsinstallatie si van het gebouw als geheel waarbij n een minimale waarde heeft van 1.

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming van het gebouw als geheel, geldt in bovenstaande formule:

$$A_g = A_{g;\text{gebouw};H}$$

waarin:

$A_{g;\text{gebouw};H}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming.

9.4.3 Terugwinbare energie van de verliezen van het distributienet voor verwarming (NEN-EN 15316-3:2017, 6.4.4 en 6.4.7)

De terugwinbare thermische verliezen van het distributiesysteem voor de distributie van verwarming $Q_{H,\text{dis};\text{rbl};zi;mi}$ in rekenzone zi is bepaald met:

$$Q_{H,\text{dis};\text{rbl};zi;mi} = f_{H,\text{dis};\text{rbl};zi;mi} \cdot \frac{1}{1000} \Psi_{zi} \cdot \left(\vartheta_{H,\text{mean};zi;mi} - \vartheta_{H,\text{amb};zi;mi} \right) \cdot L_{zi} \cdot t_{H,\text{op};si;mi} \cdot f_{\text{gebouw};si;H} \quad (9.38)$$

waarin:

$f_{H,\text{dis};\text{rbl};zi;mi}$ is de fractie van de verliezen die terugwinbaar zijn;

Ψ_{zi} is de lineaire thermische transmissie van distributiesysteem si in rekenzone zi /onverwarmde ruimte j , in $W/(m \cdot K)$;

$\vartheta_{H,\text{amb};zi;mi}$ is de gemiddelde omgevingstemperatuur in rekenzone zi waar het distributiesysteem si doorheen loopt per maand mi , in $^{\circ}C$;

$\vartheta_{H,\text{mean};zi;mi}$ is de gemiddelde temperatuur van distributiesysteem si in rekenzone zi waar het doorheen loopt per maand mi , in $^{\circ}C$; L_{zi} is de lengte van de leiding van distributiesysteem si in rekenzone zi , in m ;

$t_{H,\text{op};si;mi}$ is de totale bedrijfstijd van het distributiesysteem voor verwarming in maand mi , behorend bij de stookgrens $\vartheta_{H,\text{stook}}$, bepaald volgens formule (9.32a), in h ;

$f_{\text{gebouw};si;H}$ 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 voor de functie verwarming si .

waarin:

$$f_{H,\text{dis};\text{rbl};zi;mi} = 1$$

In het geval er niet-geïsoleerde leidingen in niet-geïsoleerde buitenmuren of in een niet-geïsoleerde vloer (die onderdeel is van de thermische schil) in verwarmde zones zijn, is $f_{H,\text{dis};\text{rbl};zi;mi} = 0,5$.

OPMERKING Thermische verliezen in onverwarmde ruimten zijn niet terugwinbaar.

De terugwinbare hulpenergie voor distributiesystemen voor verwarming, $Q_{H,\text{dis};\text{aux};\text{rbl};zi;mi}$, die vrijkomt in de zone wordt bepaald door:

$$Q_{H,dis;aux,rbl;zi;mi} = f_{dis;aux,rbl} \cdot W_{H,dis;si;mi} \quad (9.39)$$

waarin:

$f_{dis;aux,rbl}$ is de factor voor terugwinbare hulpenergie voor distributiesystemen (zie tabel 9.18);

$W_{H,dis;si;mi}$ is het hulpenergiegebruik voor het distributiesysteem, in kWh, zie 9.4.4.

Tabel 9.18 — Factor voor de terugwinbare hulpenergie

Factor voor de terugwinbare hulpenergie	$f_{dis;aux,rbl}$
Vaste waarde onafhankelijk van het type pomp	0,25

De terugwinbare hulpenergie voor distributiesystemen voor verwarming, $Q_{H,dis;aux,rbl;zi;mi}$, als warmtestroom naar medium van het distributiesysteem, wordt bepaald door:

$$Q_{H,dis;aux,rbl;zi;mi} = (1 - f_{dis;aux,rbl}) \cdot W_{H,dis;si;mi} \quad (9.40)$$

waarin:

$f_{dis;aux,rbl}$ is de factor voor terugwinbare hulpenergie voor distributiesystemen, volgens tabel 9.18;

$W_{H,dis;si;mi}$ is het hulpenergiegebruik voor het distributiesysteem, in kWh, volgens 9.4.4.

9.4.4 Berekening van de hulpenergie van het verwarmingsdistributiesysteem (NEN-EN 15316-3:2017 6.4.5)

De berekening van het hulpenergiegebruik van het distributiesysteem is gebaseerd op het ontwerpvermogen van de circulatiepompen, het drukverschil tussen de leidingen in een zone j bij het ontwerp punt, de volumestroom, de verwachte energiefactor van de circulatiepomp bij het werkpunt en de bedrijfstijd. Er wordt vanuit gegaan dat de pompen continu in bedrijf zijn bij een warmtevraag.

Bij toepassing van externe warmtelevering is het mogelijk dat in het gebouw geen hoofdcirculatiepomp aanwezig is. De hoofdcirculatiepomp vormt dan buiten het perceel een onderdeel van de externe warmtelevering en wordt gewaardeerd in bijlage P. Indien de externe warmtelevering via een warmtewisselaar gebeurt, is er altijd een hoofdcirculatiepomp op het perceel/in het gebouw aanwezig.

Indien de hulpenergie van de circulatiepomp geen integraal onderdeel is van de in 9.6.8 bepaalde hulpenergie of indien er naast de hoofdcirculatiepomp nog additionele pompen worden toegepast, moet de hulpenergie voor de pomp van het distributiesysteem worden bepaald volgens 9.4.4 en 9.4.4.1 In alle andere gevallen geldt $W_{H,aux;dis;si;mi} = 0$.

De hydraulisch benodigde hoeveelheid energie $W_{H,dis,hydr,si}$ van distributiesysteem si wordt bepaald door:

$$W_{H,dis,hydr,si;mi} = P_{H,hydr,dis;si} \cdot \beta_{H,dis;si} \cdot t_{H,op;si;mi} \cdot f_{H,corr;si} \quad (9.41)$$

$$\beta_{H,dis;si} = 1$$

waarin:

$P_{H,hydr,dis;si}$ is het hydraulisch vermogen van de distributiepomp van het distributiesysteem si , in kW;

$\beta_{H,dis;si}$ is de deellast van het distributiesysteem;

$t_{H,op;mi}$ is de bedrijfstijd van het distributiesysteem si in maand mi , volgens formule (9.32a), in h;

$f_{H,corr;si}$ is de correctiefactor voor de ontwerpomstandigheden van distributiesysteem si .

$$f_{H,corr;si} = f_{HB;si} \cdot f_{special;si} \quad (9.42)$$

$$f_{special;si} = 1$$

waarin:

$f_{HB;si}$ is de correctiefactor voor waterzijdig inregelen van distributiesysteem si ;

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

Tabel 9.19 — Factor voor waterzijdig inregelen

Correctiefactor voor waterzijdig inregelen	$f_{HB;si}$
Waterzijdig ingeregeld distributiesysteem	1,00
Geen of onbekende waterzijdige inregeling van het distributiesysteem	1,15
OPMERKING Uitgevoerde waterzijdige inregeling met een verklaring voor de waterzijdige inregeling volgens NEN-EN 14336, bij afwezigheid van een verklaring wordt de waarde voor 'Geen waterzijdige inregeling' aangehouden.	

Het hydraulische ontwerpvermogen van de circulatiepomp $P_{H,hydr,dis}$ wordt bepaald door:

$$P_{H,hydr,dis;si} = \text{Max}\left\{\frac{\Delta p_{H,dis;si} \cdot \dot{V}_{H,dis;si}}{3600}; 0,01\right\} \quad (9.43)$$

waarin:

$\Delta p_{H,dis;si}$ is het drukverschil in distributiesysteem si bij het ontwerppunt, in kPa;

$\dot{V}_{H,dis;si}$ is de volumestroom van distributiesysteem si bij het ontwerppunt, in m³/h.

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

$$\Delta p_{H,dis;si} = \left(1 + f_{comp;si}\right) \cdot R_{H,max;si} \cdot L_{max;si} + \Delta p_{H,add;si} \quad [\text{kPa}] \quad (9.44)$$

waarin:

$f_{comp;si}$ is de weerstandsverhouding van componenten in distributiesysteem si ;

- $R_{H,max;si}$ is het drukverlies per meter lengte van distributiesysteem si , in kPa, volgens tabel 9.20;
- $L_{max;si}$ is de maximale lengte van distributiesysteem si , in m, volgens 9.4.2.3;
- $\Delta p_{H,add;si}$ is de som van de aanwezige additionele weerstanden, $\Delta p_{H,add;j}$ volgens tabel 9.21, van het warmteafgifte- en/of opweksysteem of warmtemeter, in 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:

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

Tabel 9.20 — Drukverlies $R_{H,max;si}$ van het distributiesysteem (NEN-EN 15316-3:2017, tabel B.8)

Drukverlies per meter leidinglengte	$R_{H,max;si}$ [kPa/m]
Standaarddistributiesysteem voor warmtetransport in gebouwen	0,10

Om de hydraulische weerstand van opwektoestellen, warmtemeters en het afgiftesysteem in de berekening van distributiesysteem si te bepalen wordt variabele $\Delta p_{H,add;si}$ gebruikt, die gelijk is aan de som van de aanwezige typen van additionele weerstanden, $\Delta p_{H,add;j}$, zoals gegeven in tabel 9.21.

Uitsluitend voor eenpijpssysteem is de additionele weerstand gelijk aan:

$$\Delta p_{H,add;si} = \sum_j n_j \times \Delta p_{H,add;j}$$

waarin:

- $\Delta p_{H,add;j}$ is de additionele weerstand van component j in distributiesysteem si , in kPa, volgens tabel 9.21;
- j is het label voor een component bij het distributiesysteem die een additionele weerstand geeft, zoals in tabel 9.21;
- n_j is het aantal componenten met label j bij het distributiesysteem.

OPMERKING Voor de vereenvoudiging is ervan uitgegaan dat bij een tweepijpssysteem de weerstand van de parallel geschakelde groepen identiek is (uit dezelfde componenten bestaat). De in de tabel 9.21 gegeven drukverschillen zijn de drukverschillen van de componenten bij de toegepaste volumestroom.

Tabel 9.21 — Additionele weerstanden (NEN-EN 15316-3:2017, tabel B.9)

Opwekker met een nominaal temperatuurverschil van 10 K of lager bij vollast bij een ontwerp temperatuurverschil $\Delta\vartheta_{h;a;ontw}$ van ≤ 10 K volgens tabel 9.14	$\Delta p = 1\,000 \times (1/\Delta\vartheta_{h;a;ontw})^2$
Opwekker met een nominaal temperatuurverschil van meer dan 10 K bij vollast bij een ontwerp temperatuurverschil $\Delta\vartheta_{h;a;ontw}$ van ≤ 10 K volgens tabel 9.14	$\Delta p = \Delta\vartheta_{h;a;ontw} / \Delta\vartheta_{h;g;ontw} \times 4\,000 \times (1/\Delta\vartheta_{h;a;ontw})^2$
Opwekker met een nominaal temperatuurverschil van meer dan 10 K bij vollast bij een ontwerp temperatuurverschil $\Delta\vartheta_{h;a;ontw}$ van > 10 K volgens tabel 9.14	$\Delta p = 4\,000 \times (1/\Delta\vartheta_{h;a;ontw})^2$
<p>waarin:</p> <p>$\Delta\vartheta_{h;a;ontw}$ is het ontwerp temperatuurverschil van het afgiftesysteem voor warmtetransport voor een ontwerp temperatuurklasse, uit tabel 9.14.</p> <p>$\Delta\vartheta_{h;g;ontw}$ is het nominale temperatuurverschil van de opwekker bij vollast. Voor (hybride) warmtepompen wordt aangehouden $\Delta\vartheta_{h;g;ontw} = 10$, voor externe warmtelevering geldt dat het temperatuurverschil van de externe warmtelevering gelijk wordt gesteld aan ontwerp temperatuurverschil ($\Delta\vartheta_{h;g;ontw} = \Delta\vartheta_{h;a;ontw}$) en voor de overige opwekkers wordt aangehouden $\Delta\vartheta_{h;g;ontw} = 20$.</p> <p>OPMERKING 1 Het nominaal temperatuurverschil bij vollast $\Delta\vartheta_{h;g;ontw}$ betreft het temperatuurverschil waarbij de prestatiemeting van het toestel onder vollast conditie is uitgevoerd.</p> <p>OPMERKING 2 Bij een parallelle schakeling van meerdere opwekkers zoals bijvoorbeeld een hybride warmtepomp dient de opwekker met de het kleinste temperatuurverschil onder vollastcondities te worden aangehouden bij de bepaling van het drukverschil Δp.</p>	

Tabel 9.21 — Additionele weerstanden (NEN-EN 15316-3:2017, tabel B.9)

Soort additionele weerstand	$\frac{\Delta p_{H,add;j}}{[\text{kPa}]}$
Afgiftesysteem	
Radiator, (ventilator)convector of donkerstraler	2
Vloer-, wand- en/of plafondverwarming, indirecte luchtverwarming en overige	4,5
Warmtemeter	10
Opwelder	
Opwelder met een nominaal temperatuurverschil van 10 K of lager bij vollast bij een ontwerptemperatuurverschil $\Delta\theta_{h,ontw}$ van ≤ 10 K volgens tabel 9.14	$\Delta p = 1\,000 \times (1/\Delta\theta_{h,ontw})^2$
Opwelder met een nominaal temperatuurverschil van meer dan 10 K bij vollast bij een ontwerptemperatuurverschil $\Delta\theta_{h,ontw}$ van ≤ 10 K volgens tabel 9.14	$\Delta p = \Delta\theta_{h,ontw} / \Delta\theta_{h,ontw} \times 4\,000 \times (1/\Delta\theta_{h,ontw})^2$
Opwelder met een nominaal temperatuurverschil van meer dan 10 K bij vollast bij een ontwerptemperatuurverschil $\Delta\theta_{h,ontw}$ van > 10 K volgens tabel 9.14	$\Delta p = 4\,000 \times (1/\Delta\theta_{h,ontw})^2$
<p>waarin:</p> <p>$\Delta\theta_{h,ontw}$ is het ontwerptemperatuurverschil van het afgiftesysteem voor warmtetransport voor een ontwerptemperatuurklasse, uit tabel 9.14.</p> <p>$\Delta\theta_{h,ontw}$ is het nominale temperatuurverschil van de opwelder bij vollast.</p> <p>Voor (hybride) warmtepompen wordt aangehouden $\Delta\theta_{h,ontw} = 10$.</p> <p>voor externe warmtelevering geldt dat het temperatuurverschil van de externe warmtelevering gelijk wordt gesteld aan het ontwerptemperatuurverschil ($\Delta\theta_{h,ontw} = \Delta\theta_{h,ontw}$) en voor de overige opwelders wordt aangehouden $\Delta\theta_{h,ontw} = 20$.</p> <p>OPMERKING 1 — Het nominale temperatuurverschil bij vollast $\Delta\theta_{h,ontw}$ betreft het temperatuurverschil waarbij de prestatiemeting van het toestel onder vollastconditie is uitgevoerd.</p> <p>OPMERKING 2 — Bij een parallelle schakeling van meerdere opwelders zoals een hybride warmtepomp wordt de opwelder met het kleinste temperatuurverschil onder vollastcondities aangehouden bij de bepaling van het drukverschil Δp.</p>	

heeft opmaak toegepast: Nederlands (standaard)

Soort additionele weerstand	$\Delta p_{H,add;j}$ [kPa]
Afgiftesysteem	
Radiator, (ventilator)convector of donkerstraler	2
Vloer-, wand- en/of plafondverwarming, indirecte luchtverwarming en overige	4,5
Warmtemeter	10
Opwrekker	$\Delta p = 4\,000 \times (1/49_{h;ontw})^2$
— waarin:	

heeft opmaak toegepast: Nederlands (standaard)

Met opmaak: Default, Inspringing: Links: 0,04 cm, Verkeerd-om: 0,75 cm, Genummerd + Niveau: 1 + Nummeringstijl: 1, 2, 3, ... + Beginnen bij: 1 + Uittijning: Links + Uitgelijnd op: 0,63 cm + Inspringen op: 1,27 cm, Tabstops: Niet op 1,55 cm

OPMERKING 1 Het aantal afgiftesystemen is niet van invloed op de getalswaarde in tabel 9.21. Bij een combinatie van verschillende afgiftesystemen geldt de hoogste getalswaarde als maatgevend.

Indien de inhoud van de opwrekker niet bekend is, wordt aangenomen dat deze $\leq 0,15$ l/kW is.

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

$$\dot{V}_{H,dis;si} = \frac{Q_{H,nd;si,max}}{t_{H;mi,max} \times c_p \times (g_{H,out;si} - g_{H,in;si}) \times \rho_{si} \times f_{gebouw;si;H}} \cdot 3600 \quad (9.45)$$

waarin:

- $\dot{V}_{H,dis;si}$ is de volumestroom van distributiesysteem si bij het ontwerppunt, in m³/h;
- $Q_{H,nd;si,max}$ is de maximale warmtebehoefte van de rekenzones zt,i bediend door systeem si van alle maanden mi , gelijk aan de maximale waarde van $Q_{H,nd;zt,j;\theta Hstook;mi}$, in kWh, zoals bepaald in 9.4.2, in een maand;
- $t_{H;mi,max}$ is de bedrijfstijd van het systeem bij maand mi met de hoogste warmtevraag voor rekenzone zt,i , in h, bepaald volgens formule (9.32a);
- c_p is de specifieke warmte van het medium in het distributiesysteem, in kJ/kg.K, voor water 4,2 kJ/kg;
- $g_{H,out;si}$ is de uittredetemperatuur van het afgiftesysteem met laagste ontwerptemperatuur, in °C, bepaald volgens formule (9.31);
- $g_{H,in;si}$ is de intredetemperatuur van het afgiftesysteem met laagste ontwerptemperatuur, in °C, bepaald volgens formule (9.32);
- ρ_i is de soortelijke massa van het medium dat door systeem si stroomt, in kg/m³, voor water 1000 kg/m³ bij 4°C;

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

$f_{\text{gebouw},si;H}$ 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 gemeenschappelijke installatie si voor de functie verwarming.

OPMERKING 2 Om cirkelverwijzingen te voorkomen is $Q_{H,nd,si;\max}$ hier de maximale warmtebehoefte van systeem si van alle maanden mi zonder de terugwinbare verliezen van het desbetreffende distributiesysteem.

De energiefactor voor de distributiepomp $\varepsilon_{H,\text{dis}}$ van distributiesysteem si wordt bepaald door (NEN-EN 15316-3:2017, formule (24)):

$$\varepsilon_{H,\text{dis};si} = f_{H,e;si} \cdot \left(C_{P1;si} + C_{P2;si} \cdot \beta_{H,\text{dis};si}^{-1} \right) \cdot \frac{EEI_{si}}{0,25} \quad [-] \quad (9.46)$$

$$\beta_{H,\text{dis};si} = 1$$

waarin:

$f_{H,e;si}$ is de efficiëntiefactor van distributiesysteem si ;

$C_{P1;si}$ is de vaste waarde, afhankelijk van het regelsysteem van de distributiepomp van distributiesysteem si , volgens tabel 9.22;

$C_{P2;si}$ is de vaste waarde, afhankelijk van het regelsysteem van de distributiepomp van distributiesysteem si , volgens tabel 9.22;

$\beta_{H,\text{dis};si}$ is de deellast van het distributiesysteem;

EEI_{si} is de energie-efficiëntie-index van de pomp van distributiesysteem si .

Als de EEI_{si} bepaald volgens 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 de EEI op basis van het maximale vermogen ($P_{el;pmp}$) van deze pompen. In andere gevallen geldt voor pompen met $P_{C;hydr} < 2,5$ kW, dat $EEI_{si} = 0,23$. Voor alle andere distributiepompen met $P_{H;hydr;dis} \geq 2,5$ kW moet voor de EEI_{si} de waarde $EEI_{si} = 0,25$ worden aangehouden.

Indien het werkelijke vermogen van de distributiepomp, zonder energielabel, bekend is, moet deze waarde worden gebruikt. Voor bestaande distributiesystemen si voorzien van pompen met een energielabel, moet het op het energielabel gegeven vermogen van de pomp $P_{el;pmp;si}$ worden gebruikt. De energiefactor wordt dan:

$$f_{H,e;si} = \frac{P_{el;pmp;si}}{P_{H,hydr;dis;si}} \quad [-] \quad (9.47)$$

waarin:

$P_{el;pmp;si}$ is het vermogen volgens het energielabel van een geïnstalleerde of volgens ontwerpsspecificaties te installeren distributiepomp van distributiesysteem si , in kW (bij het toerental waarop de pomp is ingesteld);

$P_{H,hydr,dis;si}$ is het hydraulisch vermogen van de pomp van het circulatiesysteem van distributiesysteem si .

OPMERKING 3 $P_{el,pmp;si}$ betreft het vermogen van alle pompen in het distributiesysteem samen (of indien de pompen identiek zijn het vermogen van de individuele pomp maal het aantal pompen).

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

$$f_{H,e;si} = \frac{P_{H,ref;si}}{P_{H,hydr,dis;si}} \quad [-] \quad (9.48)$$

waarin:

$P_{H,ref;si}$ is het referentievermogen van de distributiepomp van distributiesysteem si , in kW;

$P_{H,hydr,dis;si}$ is het hydraulisch vermogen van de pomp van het circulatiesysteem van distributiesysteem si .

Voor (natte) distributiepompen met een hydraulisch vermogen $0,001 < P_{H,hydr,dis} < 2,5$ kW is het referentievermogen $P_{H,ref;si}$:

$$P_{H,ref;si} = 1,7 \cdot P_{H,hydr,dis;si} + 17 \cdot \left(1 - e^{-0,3 \cdot P_{H,hydr,dis;si} \cdot 1000}\right) \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (9.49)$$

waarin:

$P_{H,hydr,dis;si}$ is het hydraulisch vermogen van de pomp van het circulatiesysteem van distributiesysteem si .

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

$$f_{H,e;si} = \left(1,25 + \left(\frac{0,2}{P_{H,hydr,dis;si}}\right)^{0,5}\right) \cdot b \quad [-] \quad (9.50)$$

waarin:

$P_{H,hydr,dis;si}$ is het hydraulisch vermogen van de pomp van het circulatiesysteem van distributiesysteem si ;

b is de factor voor pompontwerp, $b = 2$.

Tabel 9.22 — Constante CP1;si en CP2;si voor de distributiepompen van het distributiesysteem

Pompregeling	CP1;si	CP2;si
HEAT_DISTR_CTRL_PMP		
Voor alle type regelingen (uncontrolled, of onbekende regeling, Δp_{const} , $\Delta p_{variable}$)	0,25	0,75

9.4.4.1 Hulpenergie van het distributiesysteem

De hoeveelheid hulpenergie $W_{H;aux;dis;si}$ van distributiesysteem si wordt bepaald door:

$$W_{H;aux;dis;si} = W_{H;dis;hydr;si} \cdot \varepsilon_{H;dis;si} \cdot \frac{A_{g;zt,i}}{\sum_{zt,i} A_{g;zt,i}} \cdot f_{gebouw;si;H}$$

[kWh]

(9.51)

$$\beta_{H;gen;i;pref} = \frac{\sum_{preferentie=1}^{pref} \Phi_{H;gen;i;prei}}{\Phi_{H;tot}}$$

waarin:

- $W_{H;aux;dis;si;mi}$ is de hoeveelheid benodigde hulpenergie van distributiesysteem si , in kWh, in maand mi ;
- $W_{H;dis;hydr;si;mi}$ is de hoeveelheid benodigde hulpenergie op basis van de hydraulische weerstand van distributiesysteem si , in kWh, in maand mi ;
- $\varepsilon_{H;dis;si}$ is de energiefactor van de distributiepomp van distributiesysteem si ;
- $A_{g;zt,i}$ is de gebruiksoppervlakte van de rekenzone in m²;
- $f_{gebouw;si;H}$ 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 voor de functie verwarming si .

9.5 Opslag

Warmteopslag voor ruimteverwarming wordt alleen beschouwd in combinatie met warmteopwekking door zonne-energiesystemen, zie 9.6.4.

Voor deze situatie geldt voor formule (9.6): $W_{H;sto;sk;aux} = 0$.

OPMERKING Het hulpenergiegebruik van een eventueel zonneboilersysteem wordt in rekening gebracht in hoofdstuk 13.

9.6 Opwekking

In een thermische zone kunnen meerdere warmteopweksystemen aanwezig zijn. De thermische zone wordt ingedeeld in 'klimatiseringszones'. Elke klimatiseringszone wordt ingedeeld in een of meer rekenzones.

Een verwarmingssysteem bestaat uit de samenhangende onderdelen warmteafgifte, warmtedistributie en warmteopwekking.

Het warmtedistributiedeel kan door meerdere opwekkers voorzien worden van warmte. Elke opwekker wordt door één soort energiedrager ci voorzien van energie en levert warmte aan één warmtedistributiesysteem.

Het energiegebruik door centrale voorbehandeling van ventilatielucht wordt toegevoegd aan het energiegebruik voor de warmtedistributie.

Bij grote systemen (voorzieningen voor een $A_g > 500 \text{ m}^2$) zijn de opwekkers inclusief opslag opgesteld in een technische ruimte die wordt gezien als een aangrenzende ruimte.

Verliezen van de opwekkers inclusief de opslag bij grote systemen (systemen die een $A_g > 500 \text{ m}^2$ bedienen) zijn niet terugwinbaar.

In geval van meerdere opwekkers wordt de energiefractie van de opwekker bepaald volgens 9.6.1.

In de daarna volgende paragrafen wordt de input energie, $E_{H;gen;in;gi;cr;j;mi}$, het hulpenergiegebruik, $W_{H;gen;gi;aux;mi}$, en het terugwinbare verlies, $Q_{H;gen;gi;ls;rb;zt;j;mi}$, voor warmteopwekking voor opwekker gi , voor energiedrager, cr, j , in maand mi , bepaald per type opwekker.

9.6.1 Rekenwaarde energiefractie opwekker, $F_{H;gen;i;pref;mi}$

9.6.1.1 Algemeen

Voor de verschillende opwekkers geldt een standaardprioritering. De opwekker met preferentie $pref$ levert het aandeel bepaald op basis van de opgestelde vermogens van de opwekkers. Een eventueel tekort aan vermogen wordt door de eerstvolgende opwekker, met preferentie $pref+1$, geleverd. Uitgangspunt bij de forfaitaire prioritering is tabel 9.1. Binnen deze indeling geldt dat het opwekkingstoestel met het hoogste rendement de hoogste prioriteit heeft.

De waarde voor de bepaalde energiefractie, $F_{H;gen;i;pref;mi}$, geldt voor de betreffende maanden mi .

Meer dan één opwekkingstoestel, identiek opwekkingsrendement, identieke prioriteit en identieke brandstof wordt gelijkgesteld aan één opwekkingstoestel met een totaal nominaal vermogen dat gelijk is aan de som van de nominale vermogens van deze toestellen.

Bij één opwekker geldt dat deze altijd preferentie $pref = 1$ heeft. Indien de opwekking slechts één opwekkingstoestel of meer opwekkingstoestellen met identiek opwekkingsrendement, identieke prioriteit en identieke brandstof omvat is de waarde van de energiefractie $F_{H;gen;i;pref;mi} = 1$.

Indien de opwekking meer ongelijke opwekkingstoestellen omvat, wordt de energiefractie $F_{H;gen;i;pref;mi}$ bepaald op basis van $\beta_{H;gen;i;pref}$, waarmee het aandeel waarin de opwekker in de warmtebehoefte voorziet wordt bepaald.

Standaard wordt uitgegaan van een parallelle bedrijfswijze (bedrijfswijze waarbij op volgorde van de prioritering opwekkers worden bijgeschakeld, indien de combinatie van opwekkers niet aan de vermogensvraag kan voldoen).

De preferenties van de opwekkers starten altijd bij $pref = 1$ (hoogste prioriteit) en worden met 1 opgehoogd voor een opwekker met een lagere prioriteit. In 9.2.2.1.3 staat de standaardprioritering van de verschillende opwekkers.

De verhouding van het thermisch vermogen van de opwekker met preferentie $pref$ en het totaal geïnstalleerde vermogen (de warmtevraag onder ontwerpcondities), de bèta-factor $\beta_{H;gen;i;pref}$ wordt bij nieuwbouw en/of bij aanvraag van de bouwvergunning als volgt bepaald. Bepaal de verhouding tussen het totale vermogen van de opwekkers voor de verwarmingsfunctie met preferentie $\leq pref$ en het vermogen voor de verwarmingsfunctie van alle opwekkers met:

$$\beta_{H;gen;i;pref} = \frac{\sum_{preferentie=1}^{pref} \Phi_{H;gen;i;preferentie}}{\Phi_{H;gen;i,tot}} \quad (9.56)$$

$$\Phi_{H;gen;i,tot} = \sum_{preferentie=1}^n \Phi_{H;gen;i;preferentie} \quad (9.57)$$

waarin:

$\beta_{H;gen;i;pref}$ is de dimensieloze verhouding tussen het totale vermogen van de opwekkers met $preferentie \leq pref$ en het vermogen van alle opwekkers voor de desbetreffende rekenzones z_i ;

$\Phi_{H;gen;i;preferentie}$ is het totale nominale vermogen van de opwekkers met een bepaalde $preferentie$;

$\Phi_{H;gen;i,tot}$ is het totale nominale vermogen van alle opwekkers in systeem si , in kW;

n is het aantal preferenties.

OPMERKING 1 De nominale vermogens van de opwekkers worden afgelezen van de typeplaatjes van de opwekkers of worden bepaald op basis van typeaanduiding. Indien de nominale vermogens van de opwekkers niet bekend zijn, wordt de bèta-factor ingeschat/gekozen.

Bij de woningbouw is het verwarmingsvermogen van een gasgestookte combiketel als opwekker meestal afgestemd op de warmtapwatervraag. Bij het toepassen van een combiketel, mag in deze situatie het ontwerpvermogen van de combiketel worden gelimiteerd tot 40 % van het maximale vermogen van de combiketel.

In uitzondering hierop wordt in het geval van renovatie en/of wanneer de verwarmingsinstallatie is aangepast ten opzichte van de oorspronkelijke situatie (bij oplevering) waarbij additioneel een preferente opwekker is toegepast, de bèta-factor $\beta_{H;gen;i;pref}$ bepaald volgens formule (9.58)/(9.59).

$$\beta_{H;gen;i;pref} = \frac{\sum_{preferentie=1}^{pref} \Phi_{H;gen;i;preferentie}}{\Phi_{H,tot}} \quad (9.58)$$

$$\Phi_{H; tot} = \sum_{mi}^n Q_{H; node; in; mi} / 1139 \quad (9.59)$$

waarin:

$Q_{H; node; in; mi}$ is de input energie van het distributiesysteem, in kWh, in maand mi , zoals bepaald in 9.2.3.5.

OPMERKING 2 Het getal 1139 is het afgeronde product van de benuttingsgraad van de maximale warmtebehoefte op jaarbasis (waarde 0,13) en de lengte van het jaar in h.

OPMERKING 3 Bovenstaande formule wordt gebruikt in een situatie waarin (een deel van) de oude verwarmingselementen blijven staan als niet-preferente opwekker (pieklasttoestellen), en waarbij additioneel een nieuw preferent toestel wordt geplaatst. Het gaat hierbij om het bijplaatsen van een toestel en niet het vervangen van een toestel.

De energiefractie voor opwekkers met preferentie $pref$, $F_{H; gen; i; pref; mi}$ wordt als volgt bepaald:

Als het aantal preferenties $n > 1$:

$$F_{H; gen; i; pref; mi} = f_{H; gen; i; mi}(\beta_{H; gen; i; pref}) \cdot f_{H; gen; i; mi}(\beta_{H; gen; i; pref-1}) \quad (9.60)$$

anders:

$$F_{H; gen; i; pref; mi} = 1$$

waarin:

$f_{H; gen; i; mi}(\beta_{H; gen; i; pref})$ is gegeven in tabel 9.23.

Tabel 9.23 — Energiefractie preferente opwekker of opwekkers, $f_{H,gen;i,mi}$ als functie van $\beta_{H,gen;i,pref}$

	$f_{H,gen;i,mi}(\beta_{H,gen;i,pref})$	
$\beta_{H,gen;i,pref}$	Oktober-april	Mei-september
0.0	0	0
0.1	0.20	0.57
0.2	0.40	0.87
0.3	0.59	0.95
0.4	0.75	0.98
0.5	0.87	1.00
0.6	0.95	1.00
0.7	0.98	1.00
0.8	0.99	1.00
0.9	1.00	1.00
≥ 1	1.00	1.00

Voor tussenliggende waarden van β moet lineair worden geïnterpoleerd.

OPMERKING 4 Het nominale vermogen bij ketels is het nominale vermogen zoals bedoeld in NEN-EN 677 (t/m 70 kW) respectievelijk in de kwaliteitscriteria voor gastoestellen (Gaskeur CV-1 en Gaskeur CV-HR).

OPMERKING 5 Bij warmtekracht en micro-WKK moet het nominale vermogen overeenkomstig de methode voor gastoestellen worden bepaald.

OPMERKING 6 Elektrische verwarming behoort voor deze deelbepaling als een afzonderlijk opwekkingstoestel te worden beschouwd.

OPMERKING 7 Het thermisch vermogen van warmtepompen wordt bepaald volgens NEN-EN 14511-2, onder de volgende, in die norm vastgelegde, testomstandigheden.

Tabel 9.24 — Temperatuurniveaus

Bron	Temperatuurniveau van het warmteafgiftesysteem	
	$\theta_{\text{sup}} < 35 \text{ °C}$	$35 \text{ °C} \leq \theta_{\text{sup}} < 55 \text{ °C}$
Bodem	B0/W35	B0/W45
Oppervlaktewater/grondwater/aquifer	W10/W35	W10/W45
Buitenlucht	A2(1,5)/W35	A-7(-8)/W45
Retour-/afvoerlucht	A20(12)/W35	A20(12)/W45
<p>waarin:</p> <p>θ_{sup} is de ontwerpaanvoertemperatuur van het door het warmteopweksysteem ten behoeve van de ruimteverwarming verwarmde water, zie tabel 9.27;</p> <p>A is lucht als bron, met de betreffende brontemperatuur tijdens de test;</p> <p>(y) is lucht als bron, met de natteboltemperatuur tijdens de test;</p> <p>B is de bodem als bron, met de betreffende brontemperatuur tijdens de test;</p> <p>W is water als bron, met de betreffende brontemperatuur tijdens de test.</p> <p>OPMERKING Onder 'bodem' wordt verstaan een bodemwarmtewisselaar die de warmtepomp via een overdrachtsmedium van bodemwarmte voorziet. Daaronder vallen ook heipalen met geïntegreerde warmtewisselaars (energiepalen).</p>		

9.6.2 Ketels

Voor gasketels kan de input energie, $E_{H;\text{gen};\text{in};\text{gi};\text{cr};\text{j};\text{mi}}$, het hulpenergiegebruik voor warmteopwekking, $W_{H;\text{gen};\text{gi};\text{aux};\text{mi}}$, en het terugwinbare verlies, $Q_{H;\text{gen};\text{gi};\text{ls};\text{rb};\text{zt};\text{j};\text{mi}}$ op twee manieren bepaald worden:

- Methode 1: Volgens EN 15316-4-1, indien meetwaarden benodigd voor deze norm beschikbaar zijn (9.6.2.2);
- Methode 2: Forfaitaire rendementen, indien geen meetwaarden benodigd voor EN 15316-4-1 beschikbaar zijn (9.6.2.1).

9.6.2.1 Methode 2: Forfaitaire rendementen

De input energie per energiedrager en per energiefunctie voor opwekker gi in maand mi is:

$$E_{H;\text{gen};\text{gi};\text{cr};\text{j};\text{mi};\text{in}} = \frac{Q_{H;\text{gen};\text{gi};\text{mi};\text{out}}}{\eta_{H;\text{gen};\text{gi};\text{mi}} \cdot f_{\text{prac}}} \quad (9.61)$$

waarin:

$Q_{H;\text{gen};\text{gi};\text{mi};\text{out}}$ is de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , in kWh, volgens 9.2.2.1.3 (hier $Q_{H;\text{gen};\text{i};\text{out}}$);

$\eta_{H;\text{gen};\text{gi};\text{mi}}$ is het rendement van opwekker gi in maand mi , volgens 9.6.2.1.1;

f_{prac} is de praktijkprestatiecorrectiefactor, met de waarde 1.

Het elektrische hulpenergiegebruik voor opwekking, $W_{H,gen,gi,aux,mi}$, wordt bepaald in 9.6.8.1.

De forfaitaire waarde van het thermische-hulpenergiegebruik, $W_{H,gen,gi,aux,fi,mi}$, voor de eventueel aanwezige waakvlam in opwekkingstoestel gi in systeem si bedraagt 695 kWh per jaar.

695 kWh is het gemiddelde energiegebruik per waakvlam. Indien het meerdere opwekkers in een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming betreft, moet de som van het energiegebruik van de waakvlam(men) worden teruggerekend naar het gedeelte van een gebouw waarvoor de energieprestatie wordt bepaald door deze som te vermenigvuldigen met $f_{gebouw,H}$.

Het terugwinbare verlies, $Q_{H,gen,gi,ls,rb,zi,mi}$ is gelijk aan 0.

OPMERKING Bij de onderbouwende berekening van de tabelwaarden van het rendement van individuele toestellen in binnenopstelling, is ervan uitgegaan dat de mantelverliezen een nuttige bijdrage leveren aan de warmtelevering: deze zijn voor de eenvoud verdisconteerd in het opwekkingsrendement.

9.6.2.1.1 Rekenwaarden opwekkingsrendement

9.6.2.1.1.1 Algemeen

Voor het opwekkingsrendement, $\eta_{H,gen,si,gi,mi}$, van een opwekkingstoestel gi , in een gegeven maand mi , van een gegeven verwarmingssysteem si , in een gegeven rekenzone zi , gelden de rekenwaarden zoals gegeven in de volgende paragrafen van voor de onderscheiden voorzieningen (onder weglating van de indexen voor systeem si en opwekker gi).

De waarden gelden voor een heel jaar. Bij de berekening per maand wordt voor elke maand dezelfde getalswaarde gebruikt. In deze paragraaf (9.6.2.1.1) zijn in verband met de leesbaarheid de indexen voor de maand, mi , weggelaten.

9.6.2.1.1.2 Met gas of olie gestookte ketels en luchtverwarmers

Voor het opwekkingsrendement van met gas of olie gestookte ketels en luchtverwarmers $\eta_{H,gen}$ gelden de rekenwaarden volgens tabel 9.25.

Tabel 9.25 — Opwekkingsrendement voor verwarming door met gas of olie gestookte ketels en luchtverwarmers

Verwarmingssysteem	Opwekkingsrendement $\eta_{H,gen}$	
CV-systemen – als hoofdverwarming in individuele installaties		
Temperatuurniveau	LT ^a	HT
Individueel cv-toestel (water) exclusief waakvlam, geplaatst binnen de thermische begrenzing van het gebouw:		
a) conventionele ketel	0,75	0,75
b) VR-ketel	0,80	0,80
c) HR-100-ketel	0,925	0,90
d) HR-104-ketel	0,95	0,925
e) HR-107-ketel	0,975	0,95

Individueel cv-toestel (water) exclusief waakvlam, geplaatst buiten de thermische begrenzing van het gebouw:		
a) conventionele ketel	0,70	0,70
b) VR-ketel	0,75	0,75
c) HR-100-ketel	0,875	0,85
d) HR-104-ketel	0,90	0,875
e) HR-107-ketel	0,925	0,90
CV-ketelsystemen, als bijverwarming bij een warmtepomp of micro-WKK in individuele installaties		
Temperatuurniveau	LT ^a	HT
Individueel cv-toestel (water) exclusief waakvlam, geplaatst binnen de thermische begrenzing van het gebouw:		
a) conventionele ketel	0,75	0,75
b) VR-ketel	0,80	0,80
c) HR-100-ketel	0,90	0,90
d) HR-104-ketel	0,925	0,90
e) HR-107-ketel	0,95	0,90
Individueel cv-toestel (water) exclusief waakvlam, geplaatst buiten de thermische begrenzing van het gebouw ^b :		
a) conventionele ketel	0,70	0,70
b) VR-ketel	0,75	0,75
c) HR-100-ketel	0,85	0,85
d) HR-104-ketel	0,875	0,85
e) HR-107-ketel	0,90	0,85
CV-systemen in een collectieve gebouwinstallatie		
Temperatuurniveau	LT ^a	HT
Collectieve verwarming, exclusief waakvlam, eventueel in de uitvoering van gebouwgebonden warmtelevering op afstand:		
a) Onbekend	0,70	0,70
b) Conventionele ketel		
c) VR-ketel	0,75	0,75
d) HR-100-ketel	0,875	0,85
e) HR-104-ketel	0,90	0,875
f) HR-107-ketel	0,925	0,90
Overige systemen		
Lokale gasverwarming inclusief waakvlam, olieverwarming of stoomketel met afvoer verbrandingsgassen	0,65	

Lokale gasverwarming inclusief waakvlam, olieverwarming of stoomketel zonder afvoer verbrandingsgassen (waaronder afvoerloze sfeerhaarden)	0,10								
Overige systemen									
Direct gestookte luchtverwarmer, exclusief waakvlam:									
a) conventionele luchtverwarmer	0,75								
b) VR-luchtverwarmer	0,80								
c) HR-100-luchtverwarmer	0,90								
d) HR-104-luchtverwarmer	0,925								
e) HR-107-luchtverwarmer	0,95								
waarin: <table> <tr> <td>conventioneel</td><td>is een met gas gestookte ketel of luchtverwarmer zonder nadere aanduiding, of een met olie gestookte ketel;</td></tr> <tr> <td>VR</td><td>is een met gas gestookte ketel of luchtverwarmer met een vollastrendement van ten minste 88,5 %/88,7 % op onderwaarde;</td></tr> <tr> <td>HR-100-, 104-, 107-ketel</td><td>is een met gas gestookte ketel met deellastrendement van ten minste 100 %, 104 % respectievelijk 107 % op onderwaarde;</td></tr> <tr> <td>HR-100-, 104-, 107-luchtverwarmer</td><td>is een met gas gestookte luchtverwarmer met deellastrendement van ten minste 101 %, 105 % respectievelijk 108 % op onderwaarde.</td></tr> </table>		conventioneel	is een met gas gestookte ketel of luchtverwarmer zonder nadere aanduiding, of een met olie gestookte ketel;	VR	is een met gas gestookte ketel of luchtverwarmer met een vollastrendement van ten minste 88,5 %/88,7 % op onderwaarde;	HR-100-, 104-, 107-ketel	is een met gas gestookte ketel met deellastrendement van ten minste 100 %, 104 % respectievelijk 107 % op onderwaarde;	HR-100-, 104-, 107-luchtverwarmer	is een met gas gestookte luchtverwarmer met deellastrendement van ten minste 101 %, 105 % respectievelijk 108 % op onderwaarde.
conventioneel	is een met gas gestookte ketel of luchtverwarmer zonder nadere aanduiding, of een met olie gestookte ketel;								
VR	is een met gas gestookte ketel of luchtverwarmer met een vollastrendement van ten minste 88,5 %/88,7 % op onderwaarde;								
HR-100-, 104-, 107-ketel	is een met gas gestookte ketel met deellastrendement van ten minste 100 %, 104 % respectievelijk 107 % op onderwaarde;								
HR-100-, 104-, 107-luchtverwarmer	is een met gas gestookte luchtverwarmer met deellastrendement van ten minste 101 %, 105 % respectievelijk 108 % op onderwaarde.								
^a Voor indeling LT en HT, zie tabel 9.26. Het van toepassing zijn van LT moet met bijvoorbeeld de ontwerpgegevens worden aangetoond.									
^b Grote systemen ($A_g > 500 \text{ m}^2$) staan per definitie opgesteld in een aangrenzende ruimte en zijn daarmee opgesteld buiten de thermische begrenzing van het gebouw.									

OPMERKING 1 Bij een onbekende opwekker in een collectieve gebouwinstallatie is uitgegaan van een VR-ketel en een factor van 0,95 om de hulpenergie van deze opwekker in het opwekkingsrendement te verdisconteren.

De indeling van hogetemperatuur- respectievelijk lagetemperatuursystemen (HT en LT) staat in tabel 9.26.

Tabel 9.26 — Indeling HT- en LT-systemen, voor warmteopwekking en -distributie

Gemiddelde ontwerp-temperatuur warmte-afgifte, in °C	Aanvullende voorwaarden	Indeling voor de warmte-bron	Voorbeelden ^b $\theta_{\text{sup}}/\theta_{\text{ret}}$ °C
$\theta_{\text{em,avg}} > 50$ ^a	–	HT	90/70, 80/60, 70/50 Verwarmingssystemen met radiatoren en/of convectoren; eventueel aangevuld met vloer- en wandverwarming en betonkernactivering
$\theta_{\text{em,avg}} > 50$ ^a	Systeem met menginjectie met pomp in afgifte-systeem, zonder retourbegrenzing ^{c, d}	HT	90/70, 80/60, 70/50 Alle systemen waaronder vloer- en wandverwarming en betonkernactivering, gecombineerd met HT- of LT-radiatoren en/of convectoren
$\theta_{\text{em,avg}} \leq 50$ ^a	Systeem met menginjectie met pomp in afgifte-systeem, met retourbegrenzing in het afgiftesysteem ^d	LT	70/30, 60/40, 55/45 Alle LT-systemen waaronder vloer- en wandverwarming en betonkernactivering, eventueel gecombineerd met LT- radiatoren en/of LT-convectoren
$\theta_{\text{em,avg}} \leq 50$ ^a	Direct systeem ^e zonder menginjectie ^c	LT	60/40, 55/45, 45/38 Alle LT-systemen waaronder vloer- en wandverwarming en betonkernactivering, eventueel gecombineerd met LT- radiatoren en/of LT-convectoren

^a $\theta_{\text{em,avg}}$ is de getalswaarde van het gemiddelde van de ontwerp-aanvoer- en retourtemperatuur voor de warmteafgifte, in °C. Het van toepassing zijn van LT-afgifte ($\theta_{\text{em,avg}} \leq 50$ °C) moet met bijvoorbeeld de ontwerpgegevens worden aangetoond.

^b θ_{sup} is de ontwerp-aanvoertemperatuur van het door het warmteopweksysteem ten behoeve van de ruimteverwarming verwarmde water.

θ_{ret} is de ontwerp-terugtemperatuur van het door het warmteopweksysteem ten behoeve van de ruimteverwarming verwarmde water.

^c Een menginjectiesysteem is een systeem waarbij het water van de opwekker wordt gemengd met retourwater om zo met een lagere temperatuur te worden toegevoerd aan (een deel van) het warmteafgiftesysteem. Toepassing van dergelijke systemen maakt het mogelijk om HT- en LT-afgiftesystemen te bedienen met één opwekker. De aanvoertemperatuur van de opwekker wordt bepaald door het afgiftesysteem met de hoogste aanvoertemperatuur. Bij deze systemen is de inzet van een of meer aanvullende pompen vereist.

^d Een retourbegrenzing in een verwarmingssysteem heeft tot doel om een maximale retourtemperatuur naar de opwekker te garanderen. Een retourbegrenzing kan bijvoorbeeld bestaan uit een thermostatisch bediende klep. Deze moet dan zijn afgesteld op een maximale retourtemperatuur van 45 °C. Ook is het mogelijk om een hydraulisch menginjectiesysteem toe te passen waarbij de aanvoer van de opwekker de retour van de opwekker niet kan beïnvloeden.

^e Een direct systeem is een systeem waarbij het water van de opwekker direct wordt toegevoerd aan het gehele warmteafgiftesysteem. Toepassing van dergelijke systemen vereist een uniforme ontwerp-temperatuur voor het gehele afgiftesysteem.

OPMERKING 2 Bij lokale verwarming is een rekenwaarde gehanteerd voor het opwekkingsrendement gelijk aan de laagste waarde voor centrale verwarming. Het werkelijke rendement kan, afhankelijk van het toestel, lager zijn, echter daar staat tegenover dat het gebruik van lokale verwarming, althans bij plaatsing van slechts één lokale verwarmingsbron, wezenlijk in gunstige zin afwijkt van het gebruik van centrale verwarming. Het zou dan ook niet redelijk zijn om een eventueel lager rendement af te straffen. Anderzijds is het niet redelijk om de gunstige invloed op het gebruik te belonen, omdat bij wijziging van de situatie (plaatsing meer toestellen, plaatsing centrale verwarming) een toestand zou ontstaan die in strijd is met de toestand op basis waarvan de bouwvergunning is verleend. Om deze laatste reden wordt ook bij meer toestellen voor lokale verwarming dezelfde rekenwaarde aangehouden.

OPMERKING 3 Toestellen behoren ten minste te voldoen aan het *Besluit rendementseisen cv-ketels*, de Nederlandse implementatie van de *Europese Boiler Efficiency Directive*.

OPMERKING 4 VR-luchtverwarmer: bedoeld is een met gas gestookte luchtverwarmer met een vollastrendement van ten minste 88,5 % op onderwaarde, gemeten volgens NEN-EN 778 resp. NEN-EN 1319 en/of die voldoet aan de criteria volgens de keuringseisen voor gastoestellen (Gaskeur LV-1).

OPMERKING 5 HR-100-, HR-104-, HR-107-luchtverwarmer: bedoeld is een met gas gestookte luchtverwarmer met een deellastrendement van ten minste 101 %, 105 %, respectievelijk 108 % op onderwaarde, gemeten volgens NEN-EN 1196, en/of met een HR-100-, HR-104- respectievelijk HR-107-kwaliteitsaanduiding volgens de keuringseisen voor gastoestellen (Gaskeur LV-HR-1).

OPMERKING 6 VR-ketel: bedoeld is een met gas gestookte ketel met een vollastrendement van ten minste 88,5 % op onderwaarde, gemeten volgens NEN-EN 297 en/of NEN-EN 483 en/of de NEN-EN 15502-reeks en/of die voldoet aan de criteria volgens de keuringseisen voor gastoestellen. Ketels met het Gaskeur, zoals door Kiwa afgegeven, voldoen aan de eis voor een VR-ketel.

OPMERKING 7 HR-100-, HR-104-, HR-107-ketel: bedoeld is een met gas gestookte ketel met een deellastrendement van ten minste 100 %, 104 % resp. 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- respectievelijk HR-107-label, zoals door Kiwa afgegeven vanaf 1997 tot 1 juli 2015, voldoen aan de eis voor een HR-100-, HR-104-, resp. 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.

OPMERKING 8 Het onderscheid naar ontwerp-aanvoertemperatuur is gebaseerd op de invloed die het temperatuurniveau heeft op het opwekkingsrendement, rekening houdend met de gebruikelijke dimensionering van verwarmingssystemen.

OPMERKING 9 Het in tabel 9.25 gegeven rendement voor HR-ketels bij een collectieve gebouwinstallatie is gebaseerd op bedrijfsvoering met een stooklijn en een opstelling in een ruimte buiten de begrenzing voor de energieprestatieberekening.

OPMERKING 10 De omgevingsverliezen van het toestel worden als nuttig beschouwd bij binnenopstelling van individuele toestellen. In alle andere situaties worden omgevingsverliezen als verliezen beschouwd. Indien het toestel in een rekenzone staat opgesteld worden de verliezen bepaald naar een omgevingstemperatuur van 20 °C, anders naar een omgevingstemperatuur van 5 °C.

9.6.2.2 Methode 1: Berekening volgens EN 15316-4-1 (NEN-EN 15316-4-1)

De berekeningsmethode voor de:

- input energie voor de opwekker ($E_{H;gen,gi;cr,j;mi;in}$);
- terugwinbare verliezen ($Q_{H;gen,gi;ls;rb;zt,j;mi}$);
- hulpenergie ($W_{H;gen,gi;aux;mi}$),

wordt gegeven in bijlage M. Deze berekeningen worden uitgevoerd met als input productwaarden voor de benodigde rendementen en vermogens voor hulpenergie.

9.6.3 Warmtepompen en elektrische verwarming

Het tijdgemiddelde opwekkingsrendement van een warmtepomp kan op verschillende manieren worden bepaald:

- methode 1, indien meetwaarden conform EN 14511 of EN 14825 beschikbaar zijn, kan het tijdgemiddelde opwekkingsrendement bepaald worden volgens 9.6.3.2;
- methode 2, forfaitaire rekenwaarden voor het tijdgemiddelde opwekkingsrendement; voor woningen volgens 9.6.3.1.1 of utiliteit volgens 9.6.3.1.2.

Indien een warmtepomp voor zowel woningen als utiliteit wordt toegepast, dan wordt de waarde voor het opwekkingsrendement voor utiliteit toegepast.

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 opwekker. Hiervoor wordt de ventilatorenergie bepaald in hoofdstuk 11.2.2.1.2, waarbij eventuele overventilatie in rekening moet worden gebracht.

Bij toepassing van forfaitaire waarden moet voor alle warmtepompen het nominale vermogen $P_{H;gen,gpre}$ in kW worden opgegeven om volgens 9.6.1 de energiefraction te bepalen.

Voor (hybride) systemen met een hogere ontwerpaanvoertemperatuur dan 55 °C levert de warmtepomp in de regel geen warmte bij de hogere aanvoertemperatuur. Voor deze systemen moet de bepalingmethode van bijlage Q worden gebruikt om zowel de energiefraction als het opwekkingsrendement van de warmtepomp te bepalen.

De terugwinbare verliezen voor warmtepomp gi , $Q_{H;gen,gi;ls;rbt;zi,mi}$ zijn gelijk aan 0.

9.6.3.1 Methode 2: indien geen gegevens conform NEN-EN 14511 of NEN-EN 14825 beschikbaar zijn

De input energie per energiedrager en per energiefunctie voor opwekker gi in maand mi is:

$$E_{H;gen,gi;cr,j;mi,in} = \frac{Q_{H;gen,gi;mi,out}}{COP_{gi,mi} \cdot f_{prac}} \quad (9.62)$$

waarin:

$Q_{H;gen,gi;mi,out}$ is de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , in kWh, bepaald volgens 9.2.2.1.3 (hier $Q_{H;gen,i,out}$);

$COP_{gi,mi}$ is de gemiddelde COP van opwekker gi in maand mi , bepaald volgens 9.6.3.1.1 of 9.6.3.1.2;

f_{prac} is de praktijkprestatiecorrectiefactor, met de waarde 1.

Voor de gemiddelde prestatiecoëfficiënt, $COP_{gi,mi}$, van opwekker gi in maand mi , gelden de rekenwaarden zoals hierna gegeven voor verschillende typen warmtepompen en elektrische verwarming. Bij de berekening wordt voor elke maand mi dezelfde getalswaarde gebruikt.

Bepaal het totale gebruik van elektrische-hulpenergie voor verwarming voor warmtepomp gi , $W_{H,gen,gi;aux;mi}$, volgens 9.6.8.1.

9.6.3.1.1 Rekenwaarden $COP_{gi,mi}$ voor woningbouw

Voor elektrische lucht-lucht-warmtepompen is de rekenwaarde voor de gemiddelde prestatiecoëfficiënt, $COP_{gi,mi} = 2,8$.

Voor andere typen warmtepompen worden de rekenwaarden voor de gemiddelde prestatiecoëfficiënt, $COP_{gi,mi}$ gegeven in tabel 9.27.

Tabel 9.27— Gemiddelde prestatiecoëfficiënt, $COP_{gi,mi}$, voor verwarming door warmtepompen of elektrische verwarming voor de categorie woningbouw in maand mi

Opwekker gi	Gemiddelde prestatiecoëfficiënt $COP_{gi,mi}$					
Lokale en centrale elektrische verwarming	1,0					
Ontwerpaanvoertemperatuur θ_{sup}	$\theta_{sup} \leq 30\text{ °C}^b$	$30\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 35\text{ °C}^b$	$35\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 40\text{ °C}$	$40\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 45\text{ °C}$	$45\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 50\text{ °C}$	$50\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 55\text{ °C}$
Elektrische warmtepomp, met als bron:						
— bodem	$4,0 \times c_{source}^a$	$3,8 \times c_{source}^a$	$3,6 \times c_{source}^a$	$3,4 \times c_{source}^a$	$3,2 \times c_{source}^a$	$3,0 \times c_{source}^a$
— grondwater	$4,7 \times c_{source}^a$	$4,5 \times c_{source}^a$	$4,3 \times c_{source}^a$	$4,1 \times c_{source}^a$	$3,9 \times c_{source}^a$	$3,7 \times c_{source}^a$
— buitenlucht ^c	2,40	2,40	2,35	2,30	2,30	2,25
— warmte uit retour-/afvoerlucht	3,90	3,65	3,55	3,45	3,35	3,25
Elektrische warmtepomp, met een COP die voldoet aan de in tabel 9.28 gegeven eisen, met als bron:						
— bodem	$4,55 \times c_{source}^a$	$4,4 \times c_{source}^a$	$4,25 \times c_{source}^a$	$4,1 \times c_{source}^a$	$3,9 \times c_{source}^a$	$3,7 \times c_{source}^a$
— grondwater	$5,2 \times c_{source}^a$	$5,0 \times c_{source}^a$	$4,8 \times c_{source}^a$	$4,6 \times c_{source}^a$	$4,4 \times c_{source}^a$	$4,2 \times c_{source}^a$

Opwekker <i>gi</i>	Gemiddelde prestatiecoëfficiënt					
	$COP_{gi,mi}$					
— buitenlucht	3,50	3,35	3,15	3,00	2,80	2,60
Door of met een gasmotor aangedreven warmtepomp of gasabsorptiewarmtepomp in een collectieve gebouwinstallatie niet behorend tot externe warmtelevering, met als bron:						
— bodem	$1,35 \times c_{source}^a$	$1,3 \times c_{source}^a$	$1,25 \times c_{source}^a$	$1,2 \times c_{source}^a$	$1,15 \times c_{source}^a$	$1,1 \times c_{source}^a$
— grondwater	$1,35 \times c_{source}^a$	$1,3 \times c_{source}^a$	$1,25 \times c_{source}^a$	$1,2 \times c_{source}^a$	$1,15 \times c_{source}^a$	$1,1 \times c_{source}^a$
— buitenlucht	1,25	1,2	1,15	1,1	1,05	1,0
waarin: θ_{sup} is de getalswaarde van de ontwerpaanvoertemperatuur in °C. ^a Correctiefactor voor opwekker in een collectieve gebouwinstallatie of regeneratie van een individuele bodemwarmtewisselaar, volgens bijlage V. Indien dit niet van toepassing is, $c_{source} = 1,0$. ^b Het van toepassing zijn van $\theta_{sup} \leq 35$ °C moet bijvoorbeeld met de ontwerpgegevens worden aangetoond. ^c Voor warmtepompen met ‘zowel buitenlucht als retour-/afvoerlucht’ als bron moeten de in deze tabel gegeven forfaitaire opwekkingsrendementen voor warmtepompen met als bron ‘buitenlucht’ worden gebruikt.						

In tabel 9.28 zijn de minimale COP -waarden vastgelegd die een warmtepomp bij testen volgens deze norm moet behalen om het hoge opwekkingsrendement volgens tabel 9.27 te mogen toepassen.

Tabel 9.28 — Minimale COP-waarden bepaald volgens NEN-EN 14511-2, onder de in deze normen vastgelegde testomstandigheden

Warmtepomptype	Beproevingconditie volgens hoofdstuk 4 van NEN-EN 14511-2		Minimale COP ^b volgens NEN-EN 14511-2 ^a
Bodem/water (brine/water)	T1 : (B0/W45) T2 : (B0/W35)		3,00 3,50
Grondwater/water (water/water)	T1 : (W10/W45) T2 : (W10/W35)		3,75 4,40
Buitenlucht/water (outside air/water)	T1: (A7(6)/W45) T2: (A7(6)/W35) T3: (A-7(-8)/W45)		2,75 2,85 1,90
<p>waarin:</p> <p>A is lucht (air) als medium, met het temperatuurniveau van dit medium tijdens de test;</p> <p>(y) is lucht (air) als medium, met de natteboltemperatuur van dit medium tijdens de test;</p> <p>B is de bodem met brine als medium, met het temperatuurniveau van dit medium tijdens de test;</p> <p>W is water (grondwater) als medium, met het temperatuurniveau van dit medium tijdens de test;</p> <p>B0/W35 brine als opwekker, waarbij de intredetemperatuur aan de warmtepomp 0 °C bedraagt en water als afgiftemedium met een aanvoertemperatuur van 35 °C.</p> <p>^a De volgens NEN-EN 14511-2 gemeten COP behoort boven de hier gegeven minimale COP te liggen. In de hier gegeven COP-waarden is een meetfout dan wel onnauwkeurigheid van 5 % reeds verdisconteerd.</p> <p>^b COP geeft de verhouding tussen aangeleverde warmte en aandrijfvermogen, inclusief een deel van de bijdrage van bronpomp of -ventilator, conform de aanwijzingen in de desbetreffende norm.</p>			

OPMERKING 1 Voor warmtepompen is in de rekenwaarden voor het opwekkingsrendement de hulpenergie nodig voor het onttrekken van de warmte aan de bron en de energie ten behoeve van ontdooicycli voor lucht-naar-waterwarmtepompen verdisconteerd. De rendementswaarden zijn gedifferentieerd naar het type bron, waaraan de warmte wordt onttrokken.

- Bodem: gebruik wordt gemaakt van een verticale of horizontale bodemwarmtewisselaar waardoor met behulp van een pomp een medium stroomt dat warmte aan de bodem onttrekt en vervolgens via een warmtewisselaar afstaat aan de warmtepomp.
- Grondwater: gebruik wordt gemaakt van grondwater dat met behulp van een pomp wordt opgepompt, warmte via een warmtewisselaar (verdampert) afstaat aan de warmtepomp en vervolgens weer wordt teruggevoerd. Er wordt hierbij geen gebruik gemaakt van een tussenmedium.
- Buitenlucht: gebruik wordt gemaakt van buitenlucht die met behulp van een ventilator over een warmtewisselaar wordt geleid, waardoor de buitenlucht warmte aan de warmtepomp afstaat.
- Er zijn geen waarden opgenomen voor een warmtepomp die ventilatieretourlucht gebruikt als bron.

OPMERKING 2 Voor de in tabel 9.27 gegeven rendementen is uitgegaan van een voldoende capaciteit van de warmtewisselaar aan de bronzijde en een adequaat ontwerp en adequate uitvoering van het systeem voor de warmtedistributie en -afgifte.

9.6.3.1.2 Rekenwaarden $COP_{qi,mi}$ voor utiliteit

Voor elektrische lucht-lucht-warmtepompen is de rekenwaarde voor de gemiddelde prestatiecoëfficiënt, $COP_{a,i,mi} = 2,8$.

Voor andere typen warmtepompen worden de rekenwaarden voor de gemiddelde prestatiecoëfficiënt, $COP_{g,mi}$ gegeven in tabel 9.29.

Tabel 9.29 — Gemiddelde prestatiecoëfficiënt, $COP_{gi;mi}$, van warmtepompen, voor de categorie utiliteit, eventueel in de uitvoering van gebouwgebonden warmtelevering op afstand, in maand mi

Opwekker <i>gi</i>	Gemiddelde prestatiecoëfficiënt					
	$COP_{gi, mi}$					
Lokale en centrale elektrische verwarming	1,0					
	Temperatuurniveaus van het warmteafgiftesysteem					
	$\theta_{sup} \leq 30\text{ °C}$	$30\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 35\text{ °C}$	$35\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 40\text{ °C}$	$40\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 45\text{ °C}$	$45\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 50\text{ °C}$	$50\text{ °C} < \theta_{sup} \leq 55\text{ °C}$
EWP:						
Bodem	3,55	3,4	3,25	3,1	2,95	2,8
Buitenlucht	3,40	3,25	3,15	3,05	2,90	2,80
Warmte uit retour-/afvoerlucht	4,65	4,50	4,35	4,20	4,05	3,90
Grondwater/aquifer	5,0	4,7	4,45	4,2	3,9	3,6
Oppervlaktewater	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3
GWP:						
Bodem/buitenlucht	1,65	1,6	1,55	1,5	1,45	1,4
Warmte uit retour-/afvoerlucht	2,7	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0
Grondwater/aquifer	2,2	2,1	2,0	1,9	1,85	1,8
Oppervlaktewater	1,95	1,9	1,85	1,8	1,75	1,7

waarin:

EWP is een elektrische warmtepomp;

GWP is een met een gasmotor aangedreven warmtepomp (GMWP) of een met gasabsorptie aangedreven warmtepomp (GAWP);

θ_{sup} is de ontwerpaanvoertemperatuur van het door het warmteopweksysteem ten behoeve van de ruimteverwarming verwarmde water, in °C.

OPMERKING 1 Voor rechtstreeks doorstroomde ²⁾ in de vloer en/of wand geïntegreerde verwarming (zonder mengregeling) geldt een ontwerpaanvoertemperatuur van ten hoogste 55 °C.

OPMERKING 2 Het rendement voor de warmtepompen met de bodem als bron geldt voor een parallelle bedrijfswijze. De overige rendementen gelden voor een alternatieve bedrijfswijze (brontemperatuur > 0 °C).

OPMERKING 3 Een warmtepomp die gebruikmaakt van de warmte uit retour-/afvoerlucht van een gebouw zal in het algemeen niet in de volledige warmtevraag van het gebouw kunnen voorzien.

OPMERKING 4 Het onderscheid naar ontwerpaanvoertemperatuur is gebaseerd op de invloed die het temperatuurniveau heeft op het opwekkingsrendement, rekening houdend met de gebruikelijke dimensionering van verwarmingssystemen.

Voorbeelden van ontwerpaanvoertemperatuur:

- a) vloer- of wandverwarming, rechtstreeks doorstroomd: ≤ 55 °C;
- b) vloerverwarmingssystemen, met mengregeling: > 55 °C;
- c) lagetemperatuurradiatoren of -convectoren: 55 °C;
- d) radiatoren/convectoren algemeen: 70 °C à 90 °C.

Een indicatie voor het temperatuurniveau van het warmteafgiftesysteem wordt verkregen door VO/H , de verhouding tussen:

- a) VO : de som van het warmteafgevend vermogen van de warmteafgevende elementen in de desbetreffende rekenzone bij een temperatuurverschil van 30 K tussen het warmteafgevende element en de omgeving, bepaald volgens hoofdstuk 6 van NEN-EN 442-2, en
- b) H : de som van de specifieke warmteverliezen voor transmissie en ventilatie ($H_{tr} + H_{ve}$).

Indien VO/H	Dan θ_{sup} °C
> 85	< 35
50 – 85	< 45
35 – 50	< 55
< 35	Overig

OPMERKING 5 Onder 'bodem' wordt verstaan een bodemwarmtewisselaar die de warmtepomp via een overdrachtmedium van bronwarmte voorziet. Daaronder vallen ook doorstroomde heipalen of energiepalen.

9.6.3.2 Methode 1: gegevens conform EN 14511 of EN 14825 zijn beschikbaar

De input energie per energiedrager en per energiefunctie voor opwekker gi in maand mi is:

$$E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in} = \frac{Q_{H;gen;gi;mi;out}}{COP_{gi;mi} \cdot f_{prac}} \quad (9.63)$$

waarin:

2) Rechtstreeks doorstroomde in de vloer of wand geïntegreerde verwarming: bedoeld wordt een vloer- of wandverwarming waarvan de ingaande watertemperatuur (afgezien van eventuele leidingverliezen) gelijk is aan de uitgaande watertemperatuur van het opwekkingstoestel. De genoemde ontwerpomstandigheden refereren aan het benodigde minimale ontwerpvermogen van het warmteafgiftesysteem.

$Q_{H;gen;gi;mi;out}$ is de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , in kWh, bepaald volgens 9.2.2.1.3 (hier $Q_{H;gen;i;out}$);

$COP_{gi;mi}$ is de gemiddelde COP van opwekker gi in maand mi , gelijk aan $\eta_{H;gen;hp;si}$ volgens bijlage Q;

f_{prac} is de praktijkprestatiecorrectiefactor, met de waarde 0.95.

Voor de coëfficiënt of performance, $COP_{gi;mi}$, van een warmtepomp gi in maand mi , gelden de rekenwaarden zoals bepaald in bijlage Q. Bij de berekening wordt voor elke maand mi dezelfde getalswaarde gebruikt. Hetzelfde geldt voor de energiefraction $F_{H;gen;gi;gpref}$.

Bepaal het totale elektrische-hulpenergiegebruik voor verwarming voor warmtepomp gi , als

$W_{H;gen;gi;aux;mi} = W_{H;aux;hp;an} / (12 \times 3,6)$. Waarbij $W_{H;aux;hp;an}$ bepaald wordt in bijlage Q.

9.6.4 Zonne-energiesystemen

De bijdrage van zonne-energiesystemen aan de energie voor ruimteverwarming wordt gegeven in 13.7.

9.6.5 Kachels en ketels met vaste biobrandstoffen

Bij op biomassa gestookte toestellen wordt een onderscheid gemaakt tussen kachels en ketels. Een kachel is een lokaal verbrandingstoestel, een ketel is een centraal opgesteld verwarmingstoestel.

De waardering van een met biobrandstof gestookte kachel is alleen van toepassing voor de ruimte waarin dit toestel is opgesteld en voor ruimten waaraan via een eventueel toegepast distributiesysteem warmte wordt geleverd, mits dit de enige vorm van verwarming in de desbetreffende ruimten is. Indien tevens andere verwarmingssystemen in deze ruimten aanwezig zijn, dan worden deze systemen als de enige leveranciers van warmte beschouwd.

OPMERKING Indien in een woning met een cv-systeem in de woonkamer tevens een kachel is geplaatst, dan wordt deze kachel niet in de energiegebruiksrekening voor verwarming meegenomen.

Voor biomassaketels en -kachels kunnen de

- input energie voor de opwekker ($E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in}$);
- terugwinbare verliezen ($Q_{H;gen;gi;ls;rbl;zt;j;mi}$);
- hulpenergie ($W_{H;gen;gi;aux;mi}$),

voor warmteopwekking op twee manieren bepaald worden:

- Methode 1: Volgens EN 15316-4-1 en EN 15316-4-8, indien de hiervoor benodigde meetgegevens bekend zijn (9.6.5.2).
- Methode 2: Forfaitaire rendementen (9.6.5.1), indien geen meetgegevens benodigd voor NEN-EN 15316-4-1 en NEN-EN 15316-4-8 bekend zijn.

9.6.5.1 Methode 2: Forfaitaire rendementen kachels en ketels met vaste biobrandstoffen

De input energie per energiedrager en per energiefunctie voor opwekker gi in maand mi is:

$$E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in} = \frac{Q_{H;gen;gi;mi;out}}{\eta_{H;gen;gi;mi} \cdot f_{prac}} \quad (9.64)$$

waarin:

$Q_{H;gen;gi;mi;out}$ is de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , in kWh, bepaald volgens 9.2.2.1.3 (hier $Q_{H;gen;i;out}$);

$\eta_{H;gen;gi;mi}$ is het rendement van opwekker gi in maand mi , bepaald volgens tabel 9.30;

f_{prac} is de praktijkprestatiecorrectiefactor, met de waarde 1.0.

Bepaal het totale elektrische-hulpenergiegebruik voor verwarming voor opwekker gi , $W_{H;gen;gi;aux;mi}$, volgens 9.6.8.2.

De terugwinbare verliezen voor kachels en ketels met vaste biobrandstoffen gi , $Q_{H;gen;gi;ls;rbl;zt;j;mi}$ zijn gelijk aan 0.

Tabel 9.30 — Opwekkingsrendementen $\eta_{H;gen;gi;mi}$ van kachels en ketels met vaste biobrandstof die voldoen aan de grenswaarden van bijlage R

Toesteltype	Opwekkingsrendement $\eta_{H;gen;gi;mi}$	
Kachels	Binnen de thermische begrenzing van het gebouw	Buiten de thermische begrenzing van het gebouw
	Vrijstaande houtkachel	0,600
	Inbouw-/inzetkachel	0,600
	Pelletkachel	0,725
	Accumulerende toestellen	0,600
Ketels		
	Met de hand gestookt	0,800
	Automatisch gestookt	0,800

9.6.5.2 Methode 1: Berekening volgens EN 15316-4-1 (EN 15316-4-1)

De berekeningsmethode voor:

- input energie voor de opwekker ($E_{H;gen;gi;cr;j;mi;in}$);
- terugwinbare verliezen ($Q_{H;gen;gi;ls;rbl;zt;j;mi}$);
- hulpenergie ($W_{H;gen;gi;aux;mi}$),

voor op biomassa gestookte ketels wordt gegeven in bijlage M. De berekeningen op basis van productspecifieke waarden voor rendementen en vermogens voor hulpenergie (bijlage M) voor op biomassa gestookte ketels is gegeven in bijlage N.5.

9.6.6 WKK

Voor gebouwgebonden warmtekrachtinstallaties, WKK, waarvan de bedrijfsvoering warmtevraagvolgend is, kunnen de

- input energie voor de opwekker ($E_{H;gen,gi;cr,j;mi;in}$);
- terugwinbare verliezen ($Q_{H;gen,gi;ls;rb;zt,j;mi}$);
- hulpenergie ($W_{H;gen,gi;aux;mi}$),

voor warmteopwekking op twee manieren worden bepaald:

- Methode 1: Berekening volgens EN 15316-4-4 (paragraaf 9.6.6.2).
- Methode 2: Berekening o.b.v. forfaitaire rendementen (paragraaf 9.6.6.1) voor WKK met gas als brandstof, indien geen meetgegevens conform EN 50465 bekend zijn.

9.6.6.1 Methode 2: Berekening o.b.v. forfaitaire rendementen voor WKK met gas als brandstof

De input per energiedrager en per energiefunctie voor opwekker gi in maand mi is:

$$E_{H;gen,gi;cr,j;mi;in} = \frac{Q_{H;gen,gi;mi;out}}{\eta_{H;gen,gi;mi} \cdot f_{prac}} \quad (9.65)$$

waarin:

$Q_{H;gen,gi;mi;out}$ is de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , in kWh;

$\eta_{H;gen,gi;mi}$ is het rendement van opwekker gi in maand mi , gelijk aan $\varepsilon_{chp;th}$ volgens tabel 9.31;

f_{prac} is de praktijkprestatiecorrectiefactor, met de waarde 1.

~~Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie met een WKK voor het gebouw als geheel, wordt de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , bepaald volgens:~~

$$Q_{H;gen,gi;mi;out} = Q_{H;nd;zi;mi} \cdot \frac{1}{f_{gebouw;si;H}}$$

~~waarin:~~

~~$Q_{H;nd;zi;mi}$ is de maandelijkse energiebehoefte voor verwarming van rekenzone zi , in kWh, zie 7.2.1;~~

~~$f_{gebouw;si;H}$ 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 gemeenschappelijke WKK installatie si .~~

~~$Q_{H;gen,gi;mi,out}$ wordt bepaald volgens 9.2.2.1.3 (hier $Q_{H;gen,gi;mi,out}$). In alle andere gevallen wordt $Q_{H;gen,gi;mi,out}$ bepaald volgens 9.2.2.1.3 (hier $Q_{H;gen,gi,out}$).~~

Het opwekkingsrendement van gebouwgebonden WKK is gelijk aan het thermisch omzettingsgetal van de warmtekrachtinstallatie (rendement van warmteopwekking op bovenwaarde).

De verrekening van de opgewekte elektriciteit vindt plaats in hoofdstuk 16, waarbij het elektrisch omzettingsgetal wordt gebruikt. Hierbij wordt alleen de elektriciteit verrekend die wordt opgewekt bij een warmtevraagvolgende bedrijfsvoering van de WKK.

Voor het thermisch en elektrisch omzettingsgetal van gebouwgebonden WKK gelden de rekenwaarden volgens 9.31.

Tabel 9.31 — Forfaitaire waarden voor het thermisch en elektrisch omzettingsgetal van WKK

Bouwjaar WKK	t/m 2006		Na 2006		
Elektrisch vermogen P_{el} van warmtekrachtinstallatie	$\varepsilon_{chp;th}$	$\varepsilon_{chp;el}$	$\varepsilon_{chp;th}$	$\varepsilon_{chp;th}$	$\varepsilon_{chp;el}$
	–	–	LT ^a	HT ^a	–
$P_{el} \leq 2$ kW	n.v.t.	n.v.t.	0,86	0,86	0,05
$P_{el} \leq 2$ kW volgens HRe	n.v.t.	n.v.t.	0,83	0,83	0,10
$2 \text{ kW} < P_{el} \leq 20 \text{ kW}$	0,57	0,26	0,57	0,55	0,28
$20 \text{ kW} < P_{el} \leq 200 \text{ kW}$	0,54	0,27	0,51	0,49	0,30
$200 \text{ kW} < P_{el} \leq 500 \text{ kW}$	0,50	0,32	0,52	0,50	0,32
$500 \text{ kW} < P_{el} \leq 1\,000 \text{ kW}$	0,44	0,35	0,46	0,44	0,35
$1\,000 \text{ kW} < P_{el} \leq 25 \text{ MW}$	0,40	0,36	0,41	0,39	0,37
waarin: $\varepsilon_{chp;th}$ is het dimensieloze jaargemiddelde thermisch omzettingsgetal van de warmtekrachtinstallatie op bovenwaarde; $\varepsilon_{chp;el}$ is het dimensieloze jaargemiddelde elektrisch omzettingsgetal van de warmtekrachtinstallatie op bovenwaarde.					
^a Voor indeling LT en HT, zie tabel 9.26. Het van toepassing zijn van LT moet bijvoorbeeld met de ontwerpgegevens worden aangetoond.					

Bepaal het totale elektrische-hulpenergiegebruik voor verwarming voor opwekker gi , $W_{H;gen,gi;aux;mi}$, volgens 9.6.8.2.

De terugwinbare verliezen voor WKK gi , $Q_{H;gen,gi;ls;rb;zt,j;mi}$ zijn gelijk aan 0.

9.6.6.2 Methode 1: Berekening volgens NEN-EN 15316-4-4

Berekeningen in 9.6.6.2, conform NEN-EN 15316-4-4, van de variabelen voor warmteopwekking:

— opwekking input energie ($E_{H;gen,gi;cr,j;mi;in}$), 9.6.6.2.2.6;

— terugwinbaar verlies ($Q_{H;gen,gi;ls;rb;zt,j;mi}$), 9.6.6.2.2.5;

— hulpenergie ($W_{H;gen,gi;aux;mi}$), 9.6.6.2.2.3,

vinden plaats o.b.v. gemeten waarden conform EN 50465 van de variabelen in tabel 9.33.

De prestatie van een micro-WKK-toepassing (thermisch rendement, elektrische output) varieert met de belasting en de bedrijfsomstandigheden, zoals verwarmingswater temperatuur.

Achtergrondinformatie wordt gegeven in het Technische Rapport CEN/TR 15316-6-7.

De micro-WKK-toepassing kan een aanvullende boiler en warmteopslag bevatten, gegeven dat het geheel is getest om de benodigde energieprestatie informatie te leveren.

De opgewekte warmte wordt gebruikt voor verwarming, warmtapwater en eventueel voor koeling, door gebruik te maken van een absorptie koeler.

Elektrische verbindingscomponenten worden alleen meegenomen als ze deel zijn van het toestel en hier samen mee zijn getest. De systeemgrens bevat alle elektrische componenten tussen het handmatige afsluitapparaat (voor water en brandstof) en de rookuitlaat van het verbrandingscircuit. Erbuiten vallen:

— de primaire warmte- en vermogenopwekker;

— de circulatiepomp(en) voor het centrale verwarmingscircuit.

Figuren die een beeld geven van typische opstellingen worden gegeven in het Technische Rapport CEN/TR 15316-6-7.

9.6.6.2.1 Invoergegevens

9.6.6.2.1.1 Herkomst van gegevens

Gegevens die zijn aangeleverd door de fabrikant moeten worden vermeld volgens NEN-EN 50465 of ISO 3046-1.

Forfaitaire waarden worden gegeven in 9.6.6.2.3.

9.6.6.2.1.2 Productgegevens

Productomschrijving (kwalitatief)

CEN/TR 15316-6-7 beschrijft veelvoorkomende micro-WKK-toepassingen. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen deze verschillende typen tijdens de rekenprocedure.

Benodigde omschrijvende productgegevens voor deze rekenprocedure worden gegeven in tabel 9.32.

Tabel 9.32 — Product omschrijvende invoergegevens

Omschrijving	Symbool	Eenheid
Type micro-WKK-toepassing	CGN_TYPE	Overzicht
Energiefunctie	CGN_USE	Overzicht
Type brandstof	CGN_FUEL	Overzicht

Het overzicht (codes) worden gegeven in tabel 9.36.

Technische productgegevens (kwantitatief)

De beoordeling van de energieprestatie van de micro-WKK-toepassing in deze norm, is gebaseerd op het testen van producten volgens NEN-EN 50465.

Er moet aandacht worden gegeven aan de toepassingen die een brandstofcel bevatten. Dit kan leiden tot speciale voorwaarden en beperkingen voor de bedrijfswijze.

Benodigde technische productgegevens voor deze rekenprocedure worden gegeven in tabel 9.33.

Tabel 9.33— Technische productinvoergegevens

Karakteristieken	Symbool	Eenheid catalogus	Berekende eenheid	Geldigheids-interval	Wisselend
Output bruikbare warmte bij CHP100 % + Sup100 %	$P_{th;chp_100+sup_100}$	kW	kW	[0:70]	Nee
Output vermogen bij CHP100 % + Sup100 %	$P_{el;out;chp_100+sup_100}$	kW	kW	[0:50]	Nee
Hulpvermogen CHP100 % + Sup100 %	$P_{aux;chp_100+sup_100}$	kW	kW	[0:20]	Nee
Totaalrendement bij CHP100 % + Sup100 %	$\eta_{chp_100+sup_100}$	-	-	[0:1.2]	Nee
Thermisch rendement bij CHP100 % + Sup100 %	$\eta_{th;chp_100+sup_100}$	-	-	[0:1]	Nee
Elektrisch rendement bij CHP100 % + Sup100 %	$\eta_{el;chp_100+sup_100}$	-	-	[0:0.5]	Nee
Output bruikbare warmte bij CHP100 % + Sup0 %	$P_{th;chp_100+sup_0}$	kW	kW	[0:70]	Nee
Output nominaal vermogen bij CHP100 % + Sup0 %	$P_{el;out;chp_100+sup_0}$	kW	kW	[0:50]	Nee
Hulpvermogen bij CHP100 % + Sup0 %	$P_{aux;chp_100+sup_0}$	kW	kW	[0:20]	Nee
Totaalrendement bij CHP100 % + Sup0 %	$\eta_{chp_100+sup_0}$	-	-	[0:1.2]	Nee
Thermisch rendement bij CHP100 % + Sup0 %	$\eta_{th;chp_100+sup_0}$	-	-	[0:1]	Nee

Karakteristieken	Symbool	Eenheid catalogus	Berekende eenheid	Geldigheids-interval	Wisselend
Elektrisch rendement bij CHP100 % + Sup0 %	$\eta_{el;chp_100+sup_0}$	-	-	[0:0.5]	Nee
Constance minimaal gereguleerde warmte output	$P_{th;min}$	kW	kW	[0:50]	Nee
Warmteverlies stand-by-stand	$P_{ls;sb}$	kW	kW	[0:20]	Nee
Output vermogen in stand-by-stand	$P_{el;out;sb}$	kW	kW	[0:20]	Nee
Hulpvermogen in stand-by-stand	$P_{aux;sb}$	kW	kW	[0:20]	Nee
Permanente warmte input ontstekingsverbrander	P_{pilot}	kW	kW	[0:20]	Nee

Forfaitaire waarden voor de verschillende deelrendementen η en de verliezen $P_{ls;sb}$ en P_{pilot} voor η_{CHP} worden gegeven in 9.6.6.2.3.2.

9.6.6.2.1.3 Configuratie en systeemontwerpgegevens

Ontwerpproces

Benodigde ontwerpgegevens voor deze rekenprocedure worden gegeven in tabel 9.34.

Tabel 9.34 — invoergegevens ontwerpproces

Omschrijving	Symbool	Eenheid
Locatie van micro-WKK-toepassing	CGN_LOC	Overzicht
Hydraulische verbinding	CGN_HCON	Overzicht

De overzichten (codes) worden gegeven in tabel 9.39.

Bedrijfswijze

Geen specifieke gegevens van de bedrijfswijze worden meegenomen.

OPMERKING micro-WKK-toestellen met nominaal bereik werken bij een nominale warmte input tussen de maximum en minimum aanpasbare input.

Micro-WKK-toestellen met een modulerende regeling werken tussen de nominale en minimum gereguleerde warmte input.

9.6.6.2.1.4 Bedrijfsomstandigheden

Benodigde gegevens van bedrijfsomstandigheden voor deze rekenprocedure worden gegeven in tabel 9.35.

Tabel 9.35 — Bedrijfsomstandigheden

Naam	Symbool	Eenheid	Bereik	Herkomst	
Warmte output ^a	$Q_{H;gen;out}$	kWh	0...∞	9.2.2	
Tijdstap	t	h	0...744	$t = t_{H;op;si;mi}$, bepaald volgens formule (9.32a)	
Tijdsduur van de stand-by-stand	t_{sb}	h	0...744	$t_{sb} = t_{mi} - t_{H;op;si;mi}$	
^a De warmte output geleverd door het micro-WKK-toestel laat onbenutte warmte buiten beschouwing.					

9.6.6.2.2 Rekenprocedure – methode capaciteitsprofiel

9.6.6.2.2.1 Werkelijke output thermisch vermogen

De werkelijke output van het thermisch vermogen wordt bepaald door:

$$P_{th;gen,out} = \min (P_{th;chp,100+sup,100} ; (Q_{H;gen,out} / t)) \text{ [kW]} \quad (9.66)$$

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie met een WKK voor het gebouw als geheel, wordt de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , bepaald volgens:

$$Q_{H;gen,out} = Q_{H;gen;j,out} \cdot \frac{1}{f_{gebouw;si;H}}$$

waarin:

$Q_{H;gen;j,out}$ is de maandelijks geleverde warmte van opwekker j $Q_{H;gen;j,out}$, in kWh, bepaald volgens formule (9.3);

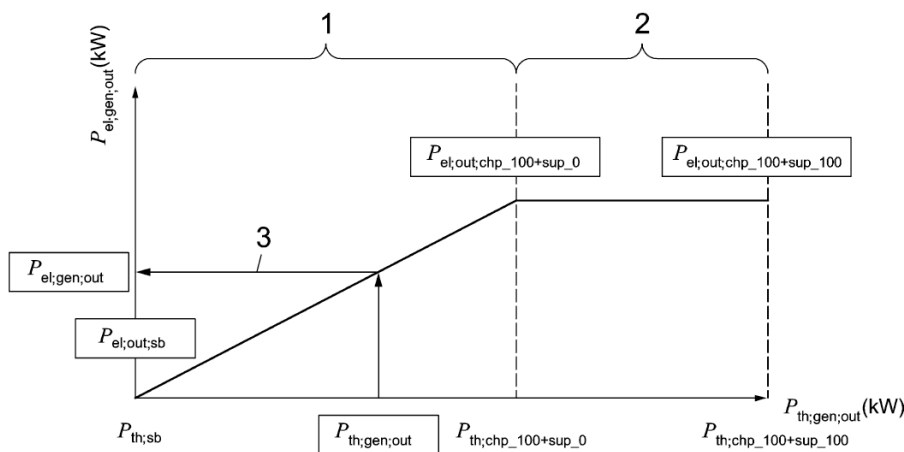
$f_{gebouw;si;H}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie verwarming wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de gemeenschappelijke WKK-installatie si .

In alle andere gevallen wordt $Q_{H;gen,out}$ bepaald volgens 9.2.2

9.6.6.2.2.2 Output elektrisch vermogen

Bij elke rekenstap wordt de warmte output van de WKK bepaald.

Voor elke warmte output wordt de output van het elektrisch vermogen bepaald door lineaire interpolatie van productgegevens volgens EN 50465 (zie figuur 9.1):



Legenda

- 1 Preferente warmte en stroom opwekker
- 2 Aanvullende opwekker
- 3 voorbeeld

Figuur 9.1— Berekening output van het elektrisch vermogen

OPMERKING $P_{th,sb}$ komt overeen met bedrijfspunt en voorwaarden in stand-by-stand. De elektrische output in deze bedrijfstoestand, $P_{el,out,sb}$, is gelijk aan 0, als $P_{aux,sb}$ wordt meegenomen.

— Voor $P_{th,sb} \leq P_{th,gen,out} \leq P_{th,chp_100+sup_0}$

$$P_{el,gen,out} = P_{el,out,sb} + (P_{el,out,chp_100+sup_0} - P_{el,out,sb}) \times ((P_{th,gen,out} - P_{th,sb}) / (P_{th,chp_100+sup_0} - P_{th,sb})) \quad (9.67)$$

— Voor $P_{th,chp_100+sup_0} < P_{th,gen,out} < P_{th,chp_100+sup_100}$

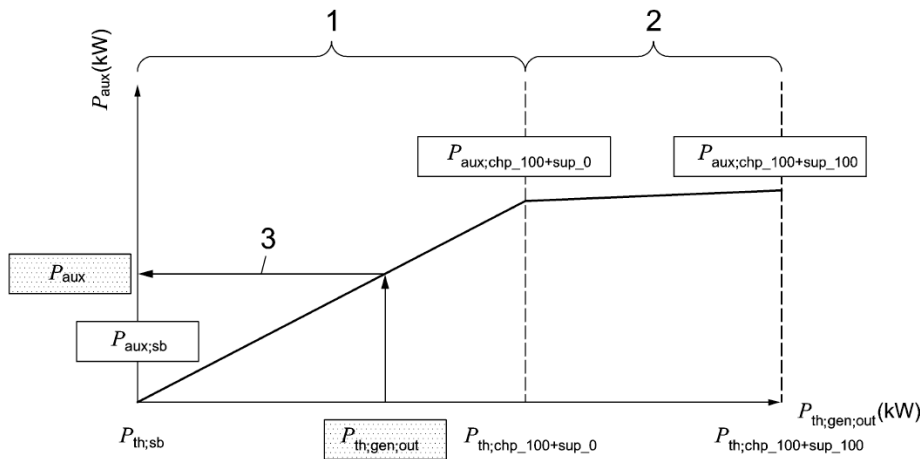
$$P_{el,gen,out} = P_{el,out,chp_100+sup_0} + (P_{el,out,chp_100+sup_100} - P_{el,out,chp_100+sup_0}) \times ((P_{th,gen,out} - P_{th,chp_100+sup_0}) / (P_{th,chp_100+sup_100} - P_{th,chp_100+sup_0})) \quad (9.68)$$

9.6.6.2.2.3 Hulpvermogen

OPMERKING In NEN-EN 15316-4-4 werd het hulpvermogen op 0 gezet, omdat hierin alleen de netto stroom productie werd meegenomen (totale stroom productie min hulpenergiegebruik). In deze versie wordt expliciet het hulpvermogen bepaald bijvoorbeeld ook bij stand-by.

Bij elke rekenstap wordt de warmte output van de warmtekrachteenheid bepaald.

Voor elke warmte output wordt het vermogen voor hulpenergie bepaald door lineaire interpolatie van productgegevens volgens EN 50465 (zie figuur 9.2):



Legenda

- 1 Preferente warmte en stroom opwekker
- 2 Aanvullende opwekker
- 3 voorbeeld

Figuur 9.2 — Berekening van het hulpvermogen

— Voor $P_{th,sb} \leq P_{th,gen,out} \leq P_{th,chp_100+sup_0}$

$$P_{aux} = P_{aux,sb} + (P_{aux,chp_100+sup_0} - P_{aux,sb}) \times ((P_{th,gen,out} - P_{th,sb}) / (P_{th,chp_100+sup_0} - P_{th,sb})) \quad (9.69)$$

— Voor $P_{th,chp_100+sup_0} < P_{th,gen,out} < P_{th,chp_100+sup_100}$

$$P_{aux} = P_{aux,chp_100+sup_0} + (P_{aux,chp_100+sup_100} - P_{aux,chp_100+sup_0}) \times ((P_{th,gen,out} - P_{th,chp_100+sup_0}) / (P_{th,chp_100+sup_100} - P_{th,chp_100+sup_0})) \quad (9.70)$$

Het hulpenergiegebruik per tijdstap wordt bepaald door:

$$W_{gen,aux} = P_{aux} \times t \times f_{gebouw,si;H} \quad (9.71)$$

Als alleen de nettoproductie van vermogen (totale productie van vermogen min gebruik door hulpvermogen) wordt gemeten en deze bekend is voor de testpunten, kan P_{aux} niet worden bepaald voor elke tijdstap. De te beschouwen hulpenergie komt overeen met die van de stand-by-stand en is gelimiteerd tot de duur van deze stand-by-stand: t_{sb}

$$W_{gen,aux} = P_{aux,sb} \times t_{sb} \times f_{gebouw,si;H} \quad (9.72)$$

waarin:

$f_{gebouw,si;H}$ 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 voor de functie verwarming *si*.

Indien er geen gemeten waarden conform EN 50465 zijn voor het hulpenergievermogen, dan moet 9.6.8 worden gevolgd voor de bepaling van het hulpenergiegebruik $W_{\text{gen,aus}}$

9.6.6.2.2.4 Warmteverliezen

Voor de lineaire interpolatie worden de absolute waarden van de warmteverliezen gebruikt.

De warmteverliezen van de opwekking, $P_{\text{gen;ls;sb}}$, bij $P_{\text{th;sb}}$, zijn de som van de warmteverliezen in stand-by-stand en de warmteverliezen van de permanente waakvlam.

$$P_{\text{gen;ls;sb}} = P_{\text{ls;sb}} + P_{\text{pilot}} \quad (9.73)$$

De opwekkingsverliezen bij de testpunten worden als volgt bepaald. Ten eerste wordt de opwekking input bepaald door thermische rendementen:

$$P_{\text{gen;in;chp_100+sup_0}} = P_{\text{th;chp_100+sup_0}} / (f_{\text{prac}} \times \eta_{\text{th;chp_100+sup_0}}) \quad (9.74)$$

$$P_{\text{gen;in;chp_100+sup_100}} = P_{\text{th;chp_100+sup_100}} / (f_{\text{prac}} \times \eta_{\text{th;chp_100+sup_100}}) \quad (9.75)$$

De warmteverliezen bij CHP_100 %+Sup_0 % en CHP_100 %+Sup_100 % worden bepaald met de thermische rendementen bij deze testpunten.

$$P_{\text{gen;ls;chp_100+sup_0}} = (1 - f_{\text{prac}} \times \eta_{\text{th;chp_100+sup_0}} - f_{\text{prac}} \eta_{\text{el;chp_100+sup_0}}) \times P_{\text{gen;in;chp_100+sup_0}} \quad (9.76)$$

$$P_{\text{gen;ls;chp_100+sup_100}} = (1 - f_{\text{prac}} \times \eta_{\text{th;chp_100+sup_100}} - f_{\text{prac}} \eta_{\text{el;chp_100+sup_100}}) \times P_{\text{gen;in;chp_100+sup_100}} \quad (9.77)$$

waarin:

f_{prac} is de praktijkprestatiecorrectiefactor, met de waarde 0.95.

Bij elke rekenstap wordt de warmte output van de warmtekrachteenheid bepaald.

Voor elke warmte output worden de warmteverliezen bepaald door lineaire interpolatie van productgegevens (zie figuur 9.3):

OPMERKING De terugwinbare verliezen worden bepaald in deze paragraaf en niet in de gebouw warmte- en koudebehoefte paragraaf.

9.6.6.2.2.6 Opwekking input energie van het micro-WKK-toestel

De input van het opwekkingsvermogen van het micro-WKK-toestel wordt bepaald volgens:

$$P_{\text{gen;in}} = P_{\text{th;gen;out}} + P_{\text{el;gen;out}} + P_{\text{gen;ls}} \quad (9.82)$$

De input energie van het micro-WKK-toestel wordt bepaald volgens:

$$E_{\text{gen;in}} = P_{\text{gen;in}} \times t + P_{\text{gen;ls;sb}} \times t_{\text{sb}} \quad (9.83)$$

9.6.6.2.2.7 Invloed van bedrijfswijze

Het micro-WKK-toestel is in NTA 8800 warmtevraagvolgend. Andere bedrijfswijze criteria kunnen van invloed zijn op de prestatie van het micro-WKK-toestel (bijvoorbeeld van specifieke kenmerken van de regeling van brandstofcellen).

9.6.6.2.2.8 Invloed van systeemconfiguratie

De aan- of afwezigheid van een opslag wordt niet meegenomen in de testconfiguratie van de warmtekrachteenheid en daarom ook niet in de testresultaten (rendement).

Zowel NEN-EN 50465 als NEN-ISO 3046-1 geven geen extra informatie.

In het geval van een opslag moeten de verliezen van de opslag en het eventuele hulpenergiegebruik voor het thermisch laden afzonderlijk worden bepaald indien dit niet verdisconteerd is in de testresultaten.

9.6.6.2.2.9 Invloed van watertemperatuur

De invloed van een watertemperatuur die afwijkt van de watertemperatuur bij de testcondities wordt niet bepaald met NEN-EN 50465.

De correctie van een afwijkende omgevingstemperatuur of waterdebiet temperatuur wordt verwaarloosd.

9.6.6.2.3 Invoergegevens en productgegevens – **Bijlage B**

9.6.6.2.3.1 Product omschrijvende gegevens (kwantitatief)

De invoergegevens voor deze rekenprocedure die nodig zijn voor de omschrijving van het product gegeven in tabel 9.36.

Tabel 9.36—Product omschrijvende invoergegevens

Omschrijving	Symbool	Code	Betekenis
Type micro WKK-toepassing	CGN_TYPE	SE	Stirlingmotor
		FCP	Brandstofcel met proton doorlatend membraam (PEM FC)
		FCS	Vaste oxide brandstofcellen
		CEG	Gas verbrandingsmotor
		CED	Diesel verbrandingsmotor
		MT	Microturbine
		ORC	Organische Rankine cyclus
Energiefunctie	CGN_USE	H	Verwarming
		W	Warm tapwater
		C	Koeling
		XY	Combinatie
Type brandstof	CGN_FUEL	NG BF	Gas Bio brandstof (olie)
		Q B G	Stook olie B iegas
		B M	B iomassa (hout)
		N G	G as
		Q	Stook olie

9.6.6.2.3.2 Technische productgegevens (forfaitaire waarden)

Rendementen micro-WKK-toestel

De rendementen van het micro-WKK-toestel moeten worden vastgelegd door de fabrikant volgens EN 50465.

Benodigde rendementen van micro-WKK-toestel voor deze rekenprocedure worden gegeven in tabel 9.37.

Tabel 9.37 — Rendementen micro-WKK-toestel

Karakteristieken	Symbool	Eenheid	CEG	CED	MT	SE	FCP	FCS	ORC
Totaalrendement bij CHP_100+Sup_100	$\eta_{\text{chp_100+sup_100}}$	-	0,73	0,78	0,70	0,96	1,02	1,05	
Thermisch rendement bij CHP_100+Sup_100	$\eta_{\text{th;chp_100+sup_100}}$	-	0,45	0,50	0,52	0,92	0,98	0,98	
Elektrisch rendement bij CHP_100+Sup_100	$\eta_{\text{el;chp_100+sup_100}}$	-	0,21	0,30	0,13	0,04	0,04	0,07	
Totaalrendement bij CHP_100+Sup_0	$\eta_{\text{chp_100+sup_0}}$	-	0,90	0,95	0,95	0,92	0,90	0,95	
Thermisch rendement bij CHP_100+Sup_0	$\eta_{\text{th;chp_100+sup_0}}$	-	0,60	0,60	0,65	0,78	0,53	0,55	
Elektrisch rendement bij CHP_100+Sup_0	$\eta_{\text{el;chp_100+sup_0}}$	-	0,30	0,35	0,30	0,14	0,37	0,40	

Warmteverliezen tijdens stand-by en permanente warmte input ontstekingsverbrander.

De warmteverliezen van het micro-WKK-toestel in stand-by-stand en de warmteverliezen van de warmte input voor de permanente ontstekingsverbrander moet door de fabrikant worden vastgelegd volgens NEN-EN 50465.

Benodigde warmteverliezen in stand-by-stand en warmte input permanente ontstekingsverbrander voor deze rekenprocedure worden gegeven in tabel 9.38.

Tabel 9.38 — Warmteverliezen stand-by-stand en warmte input permanente ontstekingsverbrander

Karakteristieken	Symbool	Eenheid	CEG	CED	MT	SE	FCP	FCS	ORC
Warmteverliezen stand-by-stand	$P_{\text{ls;sb}}$	kW	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Permanente waakvlam	P_{pilot}	kW	0	0	0	0	0	0	

9.6.6.2.3.3 Gegevens systeemontwerp

Benodigde invoergegevens van het ontwerpproces voor deze rekenprocedure worden gegeven in tabel 9.39.

Tabel 9.39— Invoergegevens ontwerpproces

Omschrijving	Symbool	Code		Betekenis
Locatie van micro-WKK-toestel	CGN_LOC	INT		Verwarmde ruimte
		UNH		Onverwarmde ruimte
		CGN		Installatieruimte van micro-WKK-toestel
		EXT		Uitwendig (buiten)
Hydraulische verbinding	CGN_HCON	DIR		Directe verbinding
		DEC		Hydraulische ontkoppeling
		NCP		Pomp ter voorkomen van condensatie
		HEX		Warmtewisselaar

9.6.7 Externe warmtelevering

9.6.7.1 Principe

Externe warmtelevering betreft

levering van warmte van buiten het eigen perceel, voortkomend uit (een combinatie van) bijvoorbeeld:

- a) een productieproces van elektriciteit;
- b) een industrieel productieproces;
- c) afvalverbranding;
- d) collectief warmtepompsysteem;
- e) collectieve levering van zonnewarmte.

Waarbij de warmte extern wordt aangeleverd en niet is beperkt tot gebouwen op het eigen perceel.

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een bestaand gebouw waarbij sprake is van een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming moet op basis van facturen/contracten van een warmteleverancier of op andere wijze worden nagegaan of er sprake is van externe warmtelevering. Indien er geen facturen/contracten van een warmteleverancier kunnen worden overlegd of op andere wijze kan worden aangetoond dat er sprake is van externe warmtelevering, moet worden uitgegaan van een collectieve gebouwinstallatie, zie tabel 9.25.

OPMERKING In het kader van de bepaling van de energieprestatie worden systemen met een elektrisch vermogen groter dan of gelijk aan 10 MW in het algemeen gerekend tot de categorie van externe warmtelevering.

9.6.7.2 Methode

De opwekking input per energiedrager en per energietoepassing voor opwekker 'warmtelevering' gi in maand mi is:

$$E_{H,gen;gi;cr;j;mi;in} = \frac{Q_{H,gen;gi;mi;out}}{\eta_{H,gen;gi;mi} \cdot f_{prac}} \quad (9.84)$$

waarin:

$Q_{H,gen;gi;mi;out}$ is de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , in kWh, volgens 9.2.2 (hier genoemd $Q_{H,gen;i;out}$);

$\eta_{H,gen;gi;mi}$ is het rendement van opwekker 'warmtelevering' gi in maand mi , gelijk aan $\eta_{H,gen;equiv;dh}$ zoals hieronder bepaald;

f_{prac} is de praktijkprestatiecorrectiefactor, zoals hieronder bepaald.

Het opwekkingsrendement van externe warmtelevering $\eta_{H,gen;equiv;dh}$ heeft de vaste waarde 1,0:

waarin:

$\eta_{H,gen;equiv;dh}$ is het opwekkingsrendement voor verwarming bij externe warmtelevering.

OPMERKING 1 Bij externe warmtelevering is warmte 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 waarde voor de primaire energiefactor voor aangeleverde warmte in rekening gebracht in hoofdstuk 5. Indien de energieprestatie wordt bepaald inclusief het effect van een energie-infrastructuur op gebiedsniveau, dan wordt volgens bijlage P o.a. een nieuwe waarde voor de primaire energiefactor van externe warmtelevering bepaald, zie tabel 5.2.

OPMERKING 2 Niet-gebouwwgebonden is de toelevering van externe warmte waarbij bij de bouwaanvraag geen zicht is op, noch invloed kan worden aangewend tot sturing van de mate waarin de warmte nuttig wordt toegeleverd en de toedeling van de warmtelevering over meer dan één afnemer. Het gaat hierbij om (veelal grootschalige) toepassingen waarvan de externe warmtelevering voor meer gebouwen dan die gelegen op het eigen perceel plaatsvindt.

Als de primaire energiefactor van externe warmtelevering de vaste waarde van 0.9 heeft of conform bijlage P gebaseerd is op uitsluitend gemeten waarden, dan is $f_{prac} = 1$. Als de primaire energiefactor van externe warmtelevering conform bijlage P gebaseerd is op berekende en eventueel gemeten waarden, dan is $f_{prac} = 0.95$.

Het hulpenergie gebruik voor opwekking, $W_{H,gen;gi;aux;mi}$, wordt bepaald in 9.6.8. Deze hulpenergie wordt alleen bepaald voor zover deze niet reeds in het opwekkingsrendement is besloten. In het laatste geval moet rekening worden gehouden met de conversiefactor naar primaire energie.

Het terugwinbare verlies, $Q_{H,gen;gi;ls;rb;zt;j;mi}$ is gelijk aan 0.

9.6.8 Elektrische hulpenergie voor warmteopwekking

In 9.6.8 wordt aangeven hoe de hulpenergie van opwekkingstoestellen bepaald moet worden indien deze volgens de forfaitaire methode (methode 2) beschouwd worden.

In 9.6.8.1 is aangegeven op welke wijze de hulpenergie van met gas gestookte ketels en elektrische warmtepompen moet worden bepaald.

In 9.6.8.2 is aangegeven op welke wijze de hulpenergie van overige opwekkers moet worden bepaald.

9.6.8.1 Elektrische hulpenergie voor warmteopwekking door met gas gestookte ketels, elektrische warmtepompen

In 9.6.8.1.1 is aangegeven op welke wijze de hulpenergie van toestellen in individuele installaties moet worden bepaald. Deze methode omvat tevens het hulpenergiegebruik van de hoofdcirculatiepomp.

9.6.8.1.1 Bepaling elektrische-hulpenergiegebruik voor toestellen in individuele installaties voor de functie verwarming

9.6.8.1.1.1 Inleiding

9.6.8.1.1.1.1 Toepassingsgebied

9.6.8.1.1 beschrijft de bepalingwijze van het elektrische-hulpenergiegebruik voor centrale verwarming, $W_{H,aux}$, voor de volgende toestellen in individuele installaties voor de functie verwarming:

- met gas gestookte ketels;
- met gas gestookte micro-WKK-toestellen;
- elektrische warmtepompen.

De bepalingwijze is geschikt voor toestellen met de volgende varianten in elektriciteit gebruikende componenten:

- a) elektronicatoestel:
 - 1) stand-by-gebruik;
 - 2) voor gastoestellen het extra gebruik tijdens branderbedrijf t.g.v. de gasklep;
- b) circulatiepomp van het afgiftesysteem met pompregeling met als regelvarianten: aan/uit (één stand), meer standen of modulerend;
- c) ventilator voor gastoestellen: continu aan of modulerend.

Het hulpenergiegebruik van de bronpomp of bronventilator van een warmtepomp is geen onderdeel van deze bepalingwijze. Het gebruik van de bronpomp of bronventilator is deels opgenomen in de *COP* van de warmtepomp.

Deze bepalingwijze omvat zowel een beschrijving van de vereiste meetgegevens als van de verdere berekeningswijze om het hulpenergiegebruik te bepalen.

9.6.8.1.1.1.2 Principe

Het elektrische-hulpenergiegebruik voor ruimteverwarming met toestellen in individuele installaties omvat de volgende posten.

- a) Elektronica van het toestel
Dit omvat het stand-by-gebruik en het extra gebruik tijdens branderbedrijf voor gastoestellen.
 - 1) Het continue gebruik tijdens stand-by
Dit wordt bepaald door het vermogen tijdens stand-by en het aantal uren per jaar (8 760).

- 2) Het extra gebruik van de gasklep bij ingeschakelde brander (voor gastoestellen)
Dit wordt bepaald door het vermogen en de totale aantijd tijdens branderbedrijf.

b) Circulatiepomp in woonfunctie

De pomp verzorgt de circulatie van het cv-water over het toestel en het distributie- en afgiftesysteem. Het energiegebruik wordt bepaald door de volgende factoren.

- 1) Pompvermogen
De volgende typen pompregeling zijn mogelijk: aan/uit (één stand), meer standen of modulerend.
Per stand of modulatie is het pompvermogen afhankelijk van het te leveren debiet of de opvoerhoogte.
- 2) Totale tijd dat de pomp is ingeschakeld
Dit is de som van de totale aantijd tijdens branderbedrijf of compressorbedrijf en de totale voor- en nadraaitijd van de pomp.

c) Ventilator gastoestellen

De ventilator verzorgt de toevoer van verbrandingslucht aan de brander. Het energiegebruik wordt bepaald door de volgende factoren.

- 1) Ventilatorvermogen
De volgende typen pompregeling zijn mogelijk: aan/uit (één stand), modulerend. Bij modulerende ventilatoren zijn het elektriciteitsgebruik en het toerental van de ventilator gekoppeld aan de deellast van de brander.
- 2) Totale aantijd ventilator
Dit is de som van de totale aantijd tijdens branderbedrijf en de totale voor- en nadraaitijd van de ventilator.

De totale aantijd tijdens branderbedrijf of compressorbedrijf wordt bepaald door twee posten:

- a) de brutowarmtevraag;
- b) het gemiddelde verwarmingsvermogen van het toestel.
Voor toestellen met een aan-/uitschakelende brander of compressor is dit het nominale vermogen. Voor modulerende toestellen wordt het gemiddelde verwarmingsvermogen bepaald door de bedrijfswijze van de brander of compressor, waarvan het vermogen voor verwarming wellicht wordt begrensd en in deellast wordt geregeld.

De totale nadraaitijd van de pomp of ventilator wordt bepaald door het aantal brander-/compressor-schakelingen (verder aangeduid als toestelschakelingen) per jaar maal de nadraaitijd. Het aantal toestelschakelingen wordt bepaald door de totale aantijd tijdens brander-/compressorbedrijf (verder aangeduid als toestelbedrijf) en de gemiddelde aantijd per toestelschakeling.

Voor combitoestellen die zowel in ruimteverwarming als warm tapwater voorzien wordt het volledige stand-by-gebruik toegerekend aan de functie ruimteverwarming. Het gebruik van de gasklep, pomp en ventilator wordt per functie apart bepaald.

9.6.8.1.1.2 Berekeningswijze

9.6.8.1.1.2.1 Formule voor berekening hulpenergie per toestel

Bepaal het totale elektrische-hulpenergiegebruik voor verwarming voor opwekker gi , $W_{H,gen,gi; aux;mi}$, volgens:

$$W_{H,gen,gi,aux,mi} = 1,0 \times \left\{ A \times N / 12 + \frac{B \times E_{H,ci}}{C \times B_{nom}} \right\} \quad (9.85)$$

waarin:

$W_{H,gen,gi,aux}$ is de maandelijkse hoeveelheid gebruikte (elektrische) hulpenergie ten behoeve van de energiefunctie verwarming voor opwekker gi , in kWh;

A, B, C zijn de toestelafhankelijke constanten (A in kWh, B in kW, C in kWh);

N heeft de waarde 1;

$E_{H,ci}$ is de maandelijkse hoeveelheid gebruikte energie van energiedrager ci ten behoeve van de energiefunctie verwarming, $E_{H,gen,gi,cr,j,mi}$ in, bepaald volgens 9.6 voor de desbetreffende opwekker gi ;

B_{nom} is de nominale belasting van het toestel, in kW.

Wordt bij de berekening in geval van een woongebouw met meerdere woningen met een identieke opwekker(s) het woongebouw versimpeld tot een gebouw met één installatie overeenkomend met de opwekker(s) van een afzonderlijke woning dan wordt de hulpenergie van één woning bepaald door de berekende hulpenergie (op basis van het gehele woongebouw) te delen door het aantal woningen met een identieke opwekker(s) in het woongebouw.

De variabelen A, B, en C moeten bepaald worden volgens 9.6.8.1.1.2.2 hieronder. Indien er geen gemeten invoergegevens beschikbaar zijn voor de berekening van A, B en C volgens 9.6.8.1.1.2.2, dan worden de volgende forfaitaire waarden gebruikt:

Voor gasgestookte toestellen zoals CV-ketels geldt:

A = 87,6 kWh voor toestellen met bouwjaar voor 2015 of onbekend;

A = ~~13,0~~ **43,8** kWh voor toestellen met bouwjaar 2015 of later;

B = 0,132 kW;

C = ~~1,44/3,6~~ **0,4**;

B_{nom} = 24 kW.

Voor elektrische waterpompen voor individuele woningen en individuele appartementen geldt:

A = 43,8 kWh;

B = 0,132 kWh;

C = 0,7;

B_{nom} = 3 kW.

OPMERKING In formule (9.85) wordt de hulpenergie per toestel bepaald. De Voor gastoestellen zoals CV-ketels betreft dit de hoeveelheid energie $E_{H,ci}$ en de nominale belasting B_{nom} betreffen de waarden van dat specifieke toestel. Voor elektrische warmtepompen betreft dit de hoeveelheid elektrische energie $E_{H,ci}$ en het nominale elektrische aandrijfvermogen B_{nom} van de warmtepomp.

9.6.8.1.1.2.2 Formule voor de berekening van de constanten A, B en C

De constanten A, B en C worden als volgt bepaald:

$$A = q_{el;e0} \times \frac{8\,760}{1000} \quad (9.86)$$

$$B = \{ q_{el;gk} + (1 - f_{nuttig;p} / f_{p;del;el}) \times (q_{el;p;b} + q_{el;p;n} \times (t_{p;vd} + t_{p;nd}) / t_{a;gem}) + q_{el;v;b} \times (1 + (t_{v;vd} + t_{v;nd}) / t_{a;gem}) \} / 1\,000 \quad (9.87)$$

$$C = 1,0 \times m_b \quad (9.88)$$

waarin:

$q_{el;e0}$ is het opgenomen elektrisch vermogen voor elektronica tijdens stand-by, in W;

$q_{el;gk}$ is het opgenomen elektrisch vermogen door de gasklep, in W;

$f_{p;del;el}$ is de dimensieloze primaire energiefactor voor afgenomen energie, voor de energiedrager elektriciteit, bepaald volgens tabel 5.2;

$f_{nuttig;p}$ is de dimensieloze reductiefactor voor de nuttig gebruikte opgenomen elektrische energie door de pomp, waarde 0,5;

$q_{el;p;b}$ is het opgenomen elektrisch vermogen door de pomp tijdens toestelbedrijf, in W;

$q_{el;p;n}$ is het opgenomen elektrisch vermogen door de pomp tijdens voor- en nadraaitijd, in W;

$t_{p;vd}$ is de voordraaitijd van de pomp, in s;

$t_{p;nd}$ is de nadraaitijd van de pomp, in s;

$t_{a;gem}$ is de gemiddelde aantijd van het toestel per toestelschakeling, bepaald volgens 0.2.3.4, in s;

$q_{el;v;b}$ is het opgenomen elektrisch vermogen door de ventilator, in W;

$t_{v;vd}$ is de voordraaitijd van de ventilator, in s;

$t_{v;nd}$ is de nadraaitijd van de ventilator, in s;

m_b is de dimensieloze gemiddelde modulatie van de brander/ventilator of compressor voor verwarming ($0 \leq m_b \leq 1$).

Het opgenomen elektrisch vermogen door de pomp is afhankelijk van het type pomp en de bedrijfswijze.

a) Pomp met standenregeling of één stand

Het door de pomp opgenomen elektrisch vermogen tijdens toestelbedrijf, $q_{el;p;b}$, is het vermogen zoals bepaald voor de stand van de pomp in toestelbedrijf.

Het door de pomp opgenomen elektrisch vermogen tijdens voor- en nadraaitijd, $q_{el;p;n}$, is het vermogen zoals bepaald voor de stand van de pomp in voor- en nadraaitijd.

b) Modulerende pomp

Het door de pomp opgenomen elektrisch vermogen wordt benaderd door een lineaire formule:

$$q_{el;p}(m_p) = c + d \times m_p \quad (9.89)$$

waarin:

$q_{el;p}(m_p)$ is het door de pomp opgenomen elektrisch vermogen tijdens toestelbedrijf, als functie van de pompmodulatie, m_p , in W;

m_p is de dimensieloze gemiddelde modulatie van de pomp voor verwarming bij de gemiddelde aantijd van het toestel per toestelschakeling, $t_{a;gem}$, bepaald volgens 0.2.3.4;

c, d zijn de coëfficiënten in de formule voor de berekening van het hulpenergiegebruik voor de pomp.

— Het door de pomp opgenomen elektrisch vermogen tijdens toestelbedrijf, $q_{el;p;b}$, is het vermogen volgens deze formule, voor de gemiddelde pompmodulatie, m_p , bij de gemiddelde aantijd van het toestel per toestelschakeling, $t_{a;gem}$, zoals bepaald volgens 0.2.3.4.

Het door de pomp opgenomen elektrisch vermogen tijdens voor- en nadraaitijd, $q_{el;p;n}$, is het vermogen volgens deze formule, voor de gemiddelde pompmodulatie, m_p , zoals bepaald in voor- en nadraaitijd.

Het opgenomen elektrisch vermogen door de ventilator is afhankelijk van het type ventilator en de bedrijfswijze.

a) Ventilator met één stand

Het door de ventilator opgenomen elektrisch vermogen tijdens branderbedrijf, $q_{el;p;b}$, en tijdens voor- en nadraaitijd, $q_{el;p;n}$, is het gemeten ventilatorvermogen.

b) Modulerende ventilator

Hiervoor wordt het opgenomen elektrisch vermogen voor de ventilator benaderd door een lineaire formule:

$$q_{el;v}(m_b) = a + b \times m_b \quad (9.90)$$

waarin:

$q_{el;v}(m_b)$ is het door de ventilator opgenomen elektrisch vermogen tijdens toestelbedrijf, als functie van de brandermodulatie, m_b , in W;

m_b is de dimensieloze gemiddelde modulatie van de brander/ventilator voor verwarming;

a, b zijn de coëfficiënten in de formule voor de berekening van het hulpenergiegebruik voor de ventilator.

Het opgenomen elektrisch vermogen door de ventilator tijdens branderbedrijf en de voor- en nadraaitijd, $q_{el;v;b}$, is het vermogen volgens deze formule, voor de gemiddelde brandermodulatie m_b bij de gemiddelde aantijd van de brander per branderschakeling, $t_{a;gem}$.

De in 9.6.8.1 genoemde variabelen worden bepaald conform bijlage O.

9.6.8.2 Elektrische hulpenergie warmteopwekking overige opwekkers

9.6.8.2.1 Principe

Het elektrische-hulpenergiegebruik van een opwekkingstoestel, $W_{H;aux;gen;si,gi,mi}$, 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 het continu stand-by-modus van het toestel. Bij combitoestellen wordt dit verbruik uitsluitend toegerekend aan de verwarmingsfunctie;
- b) ventilator en gasklep van het opwekkingstoestel (alleen voor (bio)gas- of met 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 -ventilator voor een warmtepomp;
het verbruik van een bronpomp of bronventilator van een elektrische warmtepomp moet zijn opgenomen in het opwekkingsrendement van het toestel; 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 opwekker; hiervoor wordt de ventilatorenergie bepaald in hoofdstuk 11, waarbij eventuele overventilatie in rekening moet worden gebracht;
- e) oplossingspomp in een sorptiewarmtepomp;
het verbruik van een oplossingspomp maakt geen onderdeel uit van het opwekkingsrendement van het toestel en moet afzonderlijk worden bepaald.

Uitgangspunt voor de posten b), c), d) en e) is het gemiddeld gebruik tijdens de bedrijfstijd en een eventuele voor- en nadraaitijd.

Deze hulpenergie wordt alleen bepaald voor zover deze niet reeds in het opwekkingsrendement is besloten. In het laatste geval moet rekening worden gehouden met de conversiefactor naar primaire energie.

Het hulpenergiegebruik voor circulatiepompen wordt bij het (distributie)systeem in rekening gebracht; ook indien de pomp een integraal onderdeel vormt van het toestel.

OPMERKING Indien een afwijkende bepalingswijze wordt gevolgd, behoren alle relevante uitgangspunten uit de norm en in het bijzonder bijlage 0 te worden gevolgd.

9.6.8.2.2 Rekenregels

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming met een onbekende opwekker (tabel 9.25), geldt:

$$W_{H;aux;gen;mi} = 0$$

In alle andere gevallen geldt:

Bepaal per systeem si , per opwekkingstoestel gi , per maand mi het hulpenergiegebruik, $W_{H;aux;gen;si,gi,mi}$, onder weglating van de indexen voor systeem si en opwekkingstoestel gi , volgens:

$$W_{H;aux;gen;mi} = (P_{H;aux;gen;e} \times t_{mi} + (P_{H;aux;gen;v;spec} + P_{H;aux;gen;sp;spec}) \times P_{H;gen;gi} \times t_{on;gi,mi}) \cdot f_{gebouw;si;H} / 1000 \quad (9.91)$$

waarin:

(9.92)

$$t_{on;gi,mi} = \frac{Q_{H;gen;gi;out} \times 1,1}{(P_{H;gen;gi} \times t_{H;gen;ctr;gi})} \quad \text{met de eis } t_{on;gi,mi} \leq t_{mi}$$

waarin:

$W_{H;aux;gen;mi}$	is de hoeveelheid gebruikte elektrische hulpenergie ten behoeve van de energiefunctie verwarming, in maand mi , voor systeem si , en van dit systeem de opwekker gi (opwekkingsdeel), in kWh;
$P_{H;aux;gen;e}$	is het hulpenergiegebruik voor elektronica tijdens stand-by van opwekkingstoestel gi , zoals bepaald voor het toestel of bepaald volgens 9.6.8.2.3, in W;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand mi , bepaald volgens 17.2, in h;
$P_{H;aux;gen;v;spec}$	is het specifieke elektrische-hulpenergiegebruik tijdens branderbedrijf, zoals bepaald voor het toestel in nominaal bedrijf of bepaald volgens 9.6.8.2.3, in W/kW;
$P_{H;aux;gen;sp;spec}$	is het specifieke elektrische-hulpenergiegebruik voor de oplossingspomp in een sorptiewarmtepomp, bepaald volgens 9.6.8.2.3, in W/kW;
$P_{H;gen;gi}$	is het totale nominale vermogen van het opwekkingstoestel gi , in kW;
$t_{on;gi,mi}$	is de rekenwaarde voor de lengte van de gemiddelde bedrijfstijd van het toestel per maand mi , in hr.;
$Q_{H;gen;gi;out}$	is de benodigde output van opwekker gi ten behoeve van de energiefunctie verwarming, in maand mi , geleverd aan het distributiedeel van systeem si , in kWh;
$f_{H;gen;ctr;gi}$	is de dimensieloze gemiddelde modulatie van de brander voor verwarming, bepaald volgens 9.6.8.2.3.

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie voor de functie verwarming van het gebouw als geheel, wordt de thermische energie door de opwekker gi geleverd in maand mi , bepaald volgens:

$$Q_{H;gen;gi;out} = Q_{H;gen;j;out} \cdot \frac{1}{f_{gebouw;si;H}}$$

waarin:

$Q_{H;gen;j;out}$ is de maandelijks geleverde warmte van opwekker j $Q_{H;gen;j;out}$, in kWh, bepaald volgens formule (9.3);

$f_{gebouw;si;H}$ 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 voor de functie verwarming si .

In alle andere gevallen wordt $Q_{H;gen;gi;mi;out}$ bepaald volgens 9.2.2.1.3 (hier $Q_{H;gen;gi;out}$)

OPMERKING Bij collectieve gebouwinstallaties betreft $P_{H;gen;gi}$ het totale nominale vermogen van het collectieve opwekkingstoestel gi , in kW.

$Q_{H;nd;zi;mi}$ is de maandelijkse energiebehoefte voor verwarming van rekenzone zi , zie 7.2.1.

9.6.8.2.3 Rekenwaarden

Ontleen de rekenwaarden voor het hulpenergiegebruik per opwekkingstoestel, $W_{H;aux;gen;mi}$, ongeacht het toepassingsgebied, aan het onderstaande overzicht:

$P_{H;aux;gen;e} = 10 \text{ W}$	Stand-by-elektronica per toestel, ongeacht het soort toestel. OPMERKING 1 Bij toepassing van elektrische verwarming, waaronder infraroodverwarming, betreft dit het verbruik per toestel of paneel. OPMERKING 2 Voor toestellen zonder elektriciteitsaansluiting geldt: $P_{H;aux;gen;e} = 0$
$P_{H;aux;gen;v;spec} = 1 \text{ W / kW}$	Specifiek elektrische-hulpenergiegebruik tijdens branderbedrijf – ventilator en gasklep, alleen voor (bio)gas- of met olie gestookte verbrandingstoestellen.
$P_{H;aux;gen;v;spec} = 10 \text{ W / kW}$	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.
$P_{H;aux;gen;v;spec} = 0 \text{ W / kW}$	Specifiek elektrische-hulpenergiegebruik tijdens branderbedrijf – indien het een toestel is zonder geautomatiseerde brandstoftoevoer, ventilatoren, voorzieningen voor geautomatiseerde ontassing of voorzieningen voor geautomatiseerde reiniging van de warmtewisselaar OPMERKING 2 Dit betreft bijvoorbeeld conventionele gasketels of met de hand gestookte kachels voor biobrandstoffen.
$P_{H;aux;gen;sp;spec} = 10 \text{ W / kW}$	Oplossingspomp, indien dit verbruik niet is meegenomen in het opwekkingsrendement van het toestel, alleen voor sorptiewarmtepomp.
$P_{H;aux;gen;sp;spec} = 0 \text{ W / kW}$	Oplossingspomp, bij gebruik van de forfaitaire waarden voor het opwekkingsrendement of indien dit verbruik is meegenomen in het opwekkingsrendement van het toestel, alleen voor sorptiewarmtepomp.

$$f_{H;gen;ctr;gi} = 1$$

Voor opwekkingstoestellen met aan-/uitvermogensregeling;
voor opwekkingstoestellen met modulerende
vermogensregeling waarvan de ondergrens van de modulatie
 m_{min} groter is dan of gelijk is aan 0,4; voor
opwekkingstoestellen met modulerende vermogensregeling
waarvan de ondergrens van de modulatie m_{min} kleiner is dan 0,4

waarin:

m_{min} is de ondergrens van de modulatie van een opwekkingstoestel; deze waarde is het
quotiënt van de minimum- en de nominale belasting van het opwekkingstoestel.