

10 Koeling

10.1 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 waarmee het getal van de te vervangen forfaitaire waarde in NTA 8800 maximaal is weergegeven.

Indien op een van de tabellen 10.29 en 10.30 een afwijkende waarde wordt toegepast, moet de energie-efficiëntie van een koudeopwrekker naar beneden zijn afgerond naar een veelvoud van 0,025 voor met gas gestookte opwekkers of 0,05 voor elektrische opwekkers.

Indien een bouwwerk niet is voorzien van een koelsysteem, worden alle energiestromen betreffende koeling o.a. $Q_{C;ahu;in;j;mi}$, $W_{C;em;aux;si;mi}$, $W_{C;dis;si;mi}$, $Q_{C;dis;rbl;mi}$, $E_{C;gen;el;in;mi}$, $Q_{H;C;gen;abs;in;mi}$, $W_{aux;gen;el;in;si;mi}$ en $Q_{C;gen;ext;zi;mi}$ op 0 gesteld.

Een thermische zone kan uit verschillende rekenzones bestaan. In een rekenzone is maar één koudedistributiesysteem aanwezig, eventueel in combinatie met een lokaal toestel zoals een airco-unit. In een thermische zone kunnen dus meerdere koudeafgiftesystemen, koudedistributiesystemen en koudeopweksystemen aanwezig zijn.

Het koelsysteem is in staat om de gevraagde hoeveelheid energie te leveren voor koeling. Het koelsysteem kan ook het benodigde vermogen leveren om aan de koelvraag te voldoen.

Indien in een rekenzone een koelsysteem aanwezig is, dan betreft dit of een koudeafgiftesysteem gebaseerd op een waterachtig medium (indirecte expansie, figuur 10.5, principe 7) en/of een koudeafgiftesysteem gebaseerd op directe expansie (figuur 10.5, principe 2).

In een rekenzone is maximaal één luchtbehandelingssysteem aanwezig.

Het koelsysteem bestaat uit het koudeafgiftesysteem, het koudedistributiesysteem en het koudeopweksysteem. Voor ieder van deze onderdelen worden maandelijkse waarden voor het energiegebruik, de terugwinbare verliezen en de elektrische hulpenergie berekend.

Het koudedistributiesysteem kan meerdere koudeafgiftesystemen voeden. De laagst benodigde temperatuur van het koudeafgiftesysteem is bepalend voor de temperatuur in het koudedistributiesysteem en de koudeopwrekker.

Het koudedistributiesysteem kan door meer opwekkers worden gevoed. Elke opwrekker wordt door één soort energiedrager ci gevoed en levert koude aan één koudedistributiesysteem.

De terugwinbare verliezen van een koudedistributiesysteem worden naar rato van de gebruiksoppervlakte 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.

Het koelsysteem kan worden opgezet als één groot systeem met meerdere identieke fysieke koudeopweksystemen met dezelfde koudeopwekkers van hetzelfde merk, type en vermogen en dezelfde energiedragers, bijvoorbeeld bij een woongebouw met een individueel opweksysteem per woning. In dat geval moet bij de bepaling van het opwekrendement, het vermogen van een toestel of pomp en het hulpenergiegebruik rekening worden gehouden met de energievraag per (individueel) fysiek koudeopweksysteem en het werkelijke aantal identieke systemen.

Hierbij mag het totale oppervlak van het gemodelleerd systeem worden gedeeld door het aantal fysieke identieke systemen om vast te stellen of het een systeem met een gebruiksoppervlak van meer dan 500 m² betreft.

Verliezen van de opwekkers inclusief een eventueel voorraadvat zijn niet terugwinbaar.

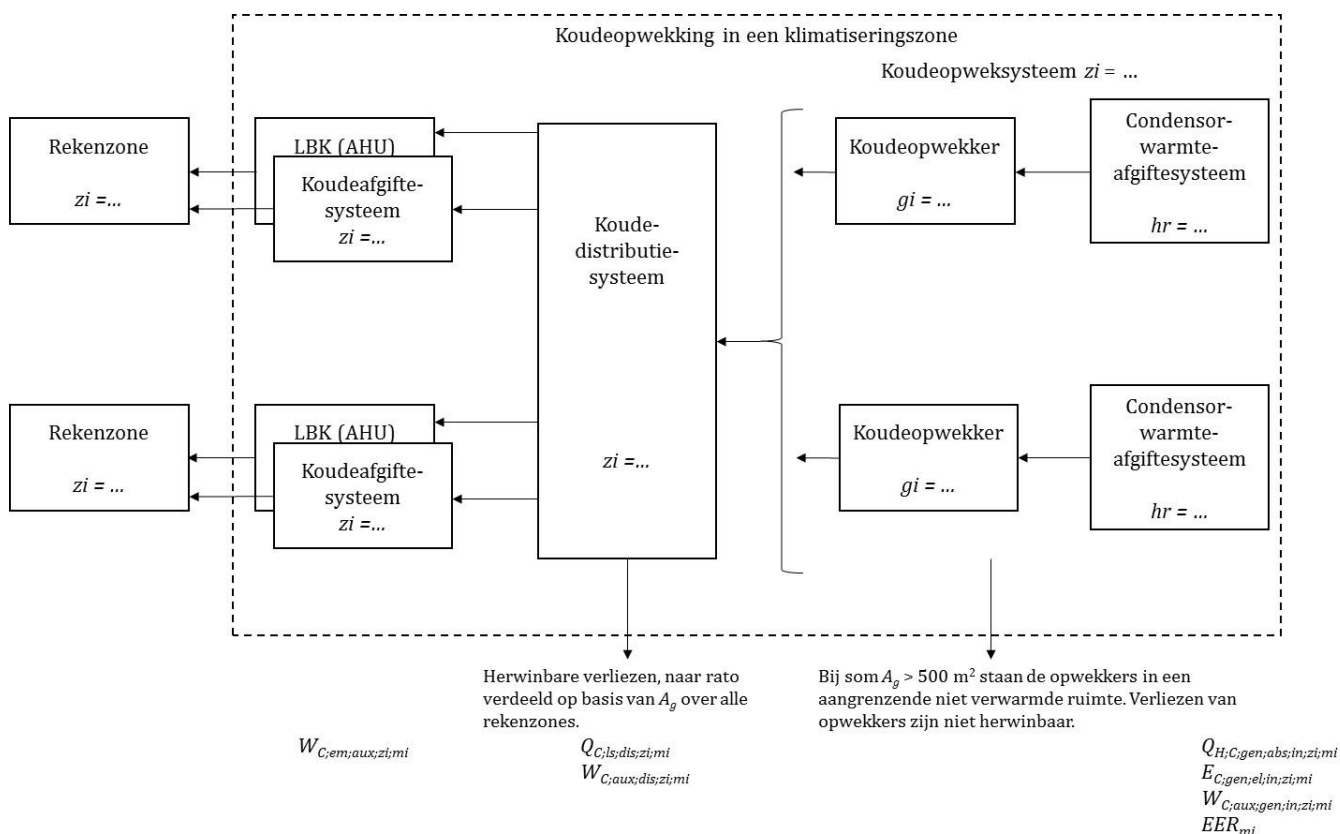
Het maandelijkse energiegebruik voor koeling wordt voor elke rekenzone bepaald uit de koudebehoefte voor koeling van de desbetreffende rekenzone en de verliezen van het koelsysteem.

Het energiegebruik door centrale voorbehandeling van ventilatielucht (voelbare koude en eventuele ontvochtiging) wordt toegevoegd aan het energiegebruik voor de koudedistributie.

De bijbehorende (elektrische) hulpenergie voor de afgifteenheden en de koudeopweksystemen wordt naar rato van de gebruiksoppervlakte A_{use} over de rekenzones binnen de thermische zone verdeeld.

Indien in één rekenzone verschillende koudedistributiesystemen aanwezig zijn, moet voor de bepaling van het energiegebruik van het koelsysteem het systeem met de laagste systeemtemperatuur worden beschouwd als de enige leverancier van koude. Indien een room airconditioningsysteem is toegepast, wordt dit toestel gezien als het systeem met de laagste systeemtemperatuur.

OPMERKING Deze aanpak is conform NEN-EN 15316-2, NEN-EN 15316-3, NEN-EN 16798-9 en NEN-EN 16798-13.



Figuur 10.1 — Koudeopwekking in een klimatiseringszone

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

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

In alle andere gevallen geldt:

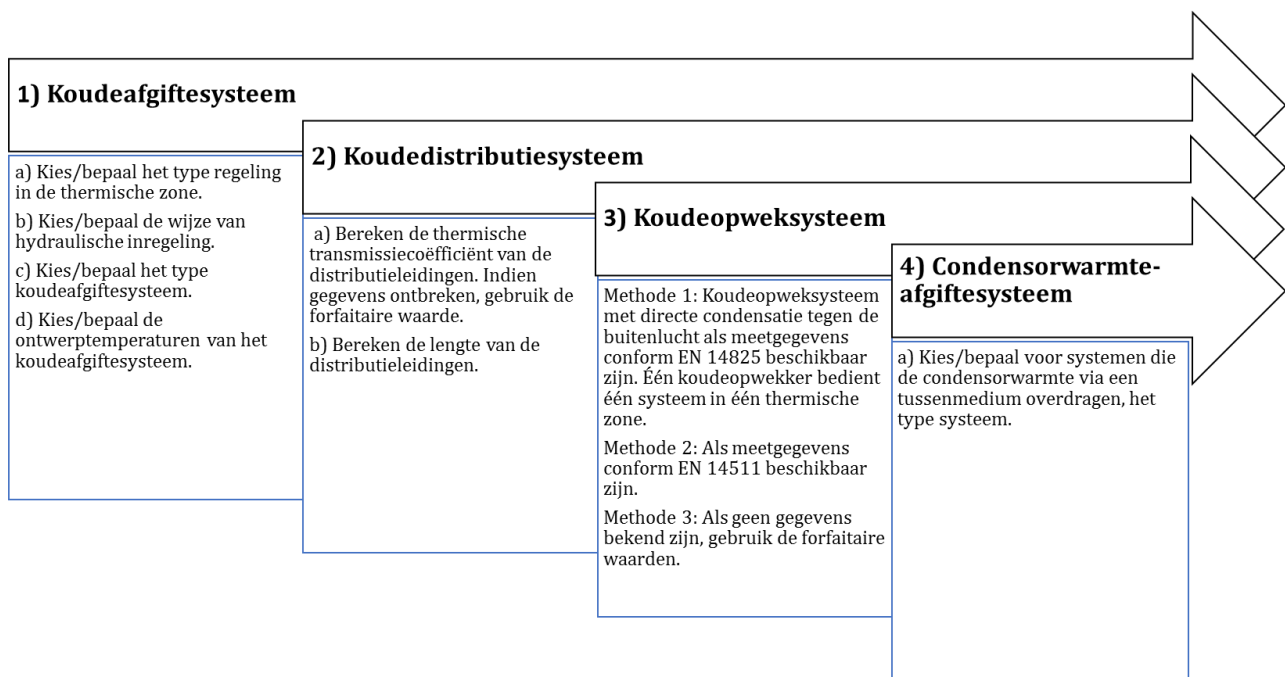
$$f_{\text{gebouw};si;C} = 1$$

waarin:

$f_{\text{gebouw};si;C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling;

$A_{g;si;C}$ is de gebruiksoppervlakte van het bouwdeel waarvoor de energieprestatie wordt bepaald, en dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling, in m²;

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



Figuur 10.2 — Schematische voorstelling rekenschema

10.2 Energiegebruik van koelsysteem si in maand mi

Het energiegebruik van het koelsysteem moet per energiedrager ci worden bepaald.

OPMERKING De hulpenergie van een koelsysteem betreft over het algemeen uitsluitend elektriciteit. De aandrijfenergie van een koudeopwrekker betreft over het algemeen elektriciteit, maar kan ook bestaan uit warmte in geval van absorptiekoelsystemen of gas in geval van door gas(motor) aangedreven systemen.

Het energiegebruik van de koelsystemen voor rekenzone zi bedraagt in maand mi :

$$W_{C;aux;zi;mi} = f_{w;el} \times (W_{C;aux;gen;zi;mi} + W_{C;aux;dis;zi;mi} + W_{C;aux;em;zi;mi}) \quad (10.1)$$

$$E_{C;el;zi;mi} = f_{w;el} \times E_{C;gen;el;in;zi;mi} \quad (10.2)$$

$$E_{C;dh;zi;mi} = f_{w;th} \times Q_{H;C;gen;abs;in;zi;mi} \quad (10.3)$$

$$E_{C;ci;zi;mi} = E_{C;el;z;mi} + E_{C;dh;zi;mi} \times Q_{H;C;gen;ext;in;zi;mi} \quad (10.3a)$$

$$E_{C;ci;zi;mi} = E_{C;el;zi;mi} + E_{C;dh;zi;mi} \times Q_{H;C;gen;ext;in;zi;mi} \quad (10.3b)$$

waarin:

$E_{C;gen;el;in;zi;mi}$	is de elektrische input van het systeem in rekenzone zi voor de koudeopwekking in maand mi , in kWh;
$Q_{H;C;gen;abs;in;zi;mi}$	is de thermische input van het systeem in rekenzone zi voor de koudeopwekking in maand mi , in kWh;
$E_{C;el;zi;mi}$	is de elektrische input van het systeem voor de koudeopwekking in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
$E_{C;dh;zi;mi}$	is de thermische input van het systeem voor de koudeopwekking in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
$W_{C;aux;gen;zi;mi}$	is de elektrische hulpenergie van de koudeopwekking van het systeem in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
$W_{C;aux;dis;zi;mi}$	is de elektrische hulpenergie van het systeem in rekenzone zi voor het distributiesysteem in maand mi , in kWh;
$W_{C;aux;em;zi;mi}$	is de elektrische hulpenergie van het systeem in rekenzone zi voor het koudeafgiftesysteem in maand mi , in kWh;
$f_{w;th}$	is de gewogen factor voor thermische energie;
$f_{w;e}$	is de gewogen factor voor elektrische energie.

Tabel 10.1 — Forfaitaire gewogen factoren

Gewogen factor	Waarde
$f_{w;th}$	1,0
$f_{w;el}$	1,0
$f_{w;cd}$	1,0

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

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

De som van de terugwinbare verliezen bedraagt in maand mi :

$$Q_{C;ls;rb;zi;mi} = Q_{C;em;rb;zi;mi} + Q_{C;dis;rb;zi;mi} + Q_{C;dis;aux;rb;zi;mi} + Q_{C;gen;out;rb;zi;mi} \quad (10.4)$$

waarin:

$Q_{C;ls;rb;zi;mi}$	is het totaal van de terugwinbare verliezen in rekenzone zi voor de koudeopwekking in maand mi , in kWh;
$Q_{C;em;rb;zi;mi}$	is het terugwinbare verlies van het afgiftesysteem voor de koudelevering in rekenzone zi voor de koudeopwekking in maand mi , in kWh, bepaald volgens 10.3.3. Hiervoor geldt $Q_{C;em;rb;zi;mi} = 0$;
$Q_{C;dis;rb;zi;mi}$	is het terugwinbare verlies van het koudedistributiesysteem in rekenzone zi voor de koudeopwekking in maand mi , in kWh, bepaald volgens 10.4.3;
$Q_{C;dis;aux;rb;zi;mi}$	is het terugwinbare verlies van de hulpenergie t.b.v. het koudedistributiesysteem in rekenzone zi voor de koudeopwekking in maand mi , in kWh, bepaald volgens 10.4.3. Hiervoor geldt $Q_{C;dis;aux;rb;zi;mi} = 0$;
$Q_{C;gen;out;rb;zi;mi}$	is het terugwinbare verlies van de koudeopwekking in rekenzone zi voor de koudeopwekking in maand mi , in kWh, bepaald volgens 10.5.7.3.1 en 10.5.7.3.1.1. Hiervoor geldt $Q_{C;gen;out;rb;zi;mi} = 0$.

10.3 Koudeafgiftesysteem

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 afgiftesysteem in de ruimte met de grootste gebruiksoppervlakte binnen de rekenzone zi .

OPMERKING In gebouwen die behoren tot de categorie woningbouw, vindt een groot deel van de koudeafgifte plaats in de woonkamer. Daarom wordt dit vertrek als uitgangspunt genomen voor het type afgiftesysteem.

10.3.1 Energievraag koudeopweksysteem bij directe expansiesystemen

De benodigde energie die door het koudeopweksysteem aan rekenzone zi moet worden onttrokken in maand mi is:

$$Q_{C;gen;in;req;zi;mi} = Q_{C;nd;zi;mi} + Q_{C;em;ls;zi;mi} + Q_{C;ahu;in;req;zi;mi} + Q_{C;dhum;zi;mi} \quad (10.5)$$

waarin:

$Q_{C;gen;in;zi;mi}$	is de koudebehoefte aan het koudeopweksysteem vanuit rekenzone zi in maand mi , in kWh;
$Q_{C;nd;zi;mi}$	is de koudebehoefte in rekenzone zi aan systeem si in maand mi , in kWh, zoals bepaald in 8.2.2;

- $Q_{C;em;ls;zi,mi}$ is het verlies van het koudeafgiftesysteem si in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;ahu;in;req;zi,mi}$ is de koudebehoefte van het luchtbehandelingssysteem in rekenzone zi aan systeem si in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;dhum;zi,mi}$ is de koudebehoefte voor de ontvochtiging van rekenzone zi in maand mi , in kWh, bepaald volgens 12.3.

Als het afgiftesysteem uitsluitend of een combinatie van vloerkoeling, wandkoeling of plafondkoeling is, geldt:

$$Q_{C;dhum;zi,mi} = 0$$

OPMERKING 1 Bij directe expansie (figuur 10.5, principe 6) wordt ervan uitgegaan dat er geen hulpenergie nodig is om de koude tussen de koudeopwekker en het koudeafgiftesysteem te transporteren.

OPMERKING 2 Bij directe expansie (figuur 10.5, principe 6) wordt ervan uitgegaan dat er voor de koelfunctie ook wordt ontvochtigd, zie 12.3.

10.3.2 Energiebehoefte koudeopweksysteem bij op water gebaseerde systemen

De benodigde energie die door het koudeopweksysteem voor rekenzone zi moet worden onttrokken in maand mi is:

$$Q_{C;HP;si,mi} = \sum_{gi} \left(\frac{Q_{W;HP;gi,mi} + Q_{W;HP;ls;gi,mi}}{3,6} \right) \quad (10.6)$$

$$Q_{C;HP;zi,mi} = Q_{C;HP;si,mi} \cdot \frac{A_{g;zi}}{\sum_{zi} A_{g;zi}}$$

Als:

$$Q_{C;HP;zi,mi} \leq \sum_{zi} (Q_{C;nd;zi,mi} + Q_{C;em;ls;zi,mi} + Q_{C;ahu;in;req;zi,mi} + Q_{C;dis;ls;zi,mi} + Q_{C;dis;rvd;zi,mi} + Q_{C;dhum;zi,mi}) \quad (10.7)$$

dan:

$$Q_{C;gen;in;zi,mi} = Q_{C;nd;zi,mi} + Q_{C;em;ls;zi,mi} + Q_{C;ahu;in;req;zi,mi} + Q_{C;dis;ls;zi,mi} + Q_{C;dis;rvd;zi,mi} + Q_{C;dhum;zi,mi} - Q_{C;HP;zi,mi}$$

$$Q_{C;gen;in;si,mi} = \sum_{zi} (Q_{C;nd;zi,mi} + Q_{C;em;ls;zi,mi} + Q_{C;ahu;in;req;zi,mi} + Q_{C;dis;ls;zi,mi} + Q_{C;dis;rvd;zi,mi} + Q_{C;dhum;zi,mi}) - Q_{C;HP;si,mi} \quad (10.8)$$

anders:

$$Q_{C;gen;in;zi,mi} = 0$$

$$Q_{C;HP;si,mi} = \sum_{zi} (Q_{C;em;ls;zi,mi} + Q_{C;ahu;in;req;zi,mi} + Q_{C;dis;ls;zi,mi} + Q_{C;dis;rvd;zi,mi} + Q_{C;dhum;zi,mi} + Q_{C;nd;zi,mi}) \quad (10.9)$$

waarin:

- $Q_{C;gen;in;zi,mi}$ is de koudebehoefte aan het koudeopweksysteem vanuit rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;nd;zi,mi}$ is de koudebehoefte in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;em;ls;zi,mi}$ is het verlies van het koudeafgiftesysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;ahu;in;req;zi,mi}$ is de koudebehoefte van het luchtbehandelingssysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;dis;ls;zi,mi}$ is het verlies van distributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;dis;rvd;zi,mi}$ is de teruggewonnen energie van de distributiepomp in rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $Q_{C;dhum;zi,mi}$ is de koudebehoefte voor de ontvochtiging van rekenzone zi in maand mi , in kWh, in kWh, bepaald volgens 12.3;
- $Q_{W;HP;mi}$ is de door de boosterwarmtepomp aan het koudedistributiesysteem onttrokken energie in maand mi , in MJ, bepaald volgens bijlage W;
- $Q_{W;HP;ls;mi}$ is de door de verdamper opgenomen warmte ter compensatie van warmteverlies van de boosterwarmtepomp in maand mi , in MJ, volgens bijlage W ;
- $Q_{C;HP;zi,mi}$ is de door de boosterwarmtepomp aan het koudedistributiesysteem t.b.v. rekenzone zi in maand mi onttrokken energie, in kWh;
- 3,6 is de omrekeningsfactor van MJ naar kWh.

De hoeveelheid energie die de boosterwarmtepomp uit het koudedistributiesysteem kan onttrekken is gelimiteerd tot de koudebehoefte van de rekenzone. Is de hoeveelheid energie die door de boosterwarmtepomp moet worden onttrokken groter dan de koudebehoefte, dan wordt de warmteproductie van de boosterwarmtepomp vanuit deze bron gelimiteerd. De door de boosterwarmtepomp geleverde energie uit deze bron moet dan opnieuw worden bepaald volgens hoofdstuk 13.

Als het afgiftesysteem uitsluitend of een combinatie van vloerkoeling, wandkoeling of plafondkoeling is, dan geldt:

$$Q_{C;dhum;zi,mi} = 0$$

Als er geen boosterwarmtepomp aanwezig is die warmte aan het koudedistributiesysteem onttrekt, geldt:

$$Q_{W;HP;zi,mi} = 0$$

OPMERKING 1 Bij koudeafgiftesystemen die op water zijn gebaseerd, zoals ventilatorconvectorsystemen en centrale luchtbehandeling, wordt ervan uitgegaan dat er voor de koelfunctie ook wordt ontvochtigd. Voor systemen zoals plafondkoeling, vloerkoeling en wandkoeling is ontvochtiging niet wenselijk en wordt ervan uitgegaan dat bij deze systemen geen ontvochtiging optreedt.

OPMERKING 2 Een boosterwarmtepomp kan alleen worden toegepast indien is aangetoond dat deze bij de ontwerptemperatuur van het toegepaste koelsysteem kan functioneren, zie tabel 10.8.

10.3.3 Energieverlies van het koudeafgiftesysteem

Deze paragraaf geeft de methode voor het berekenen van de verliezen van het koudeafgiftesysteem. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een equivalente interne temperatuur van de rekenzone z_i .

Voor koeling wordt een verlies weergegeven als positieve waarde.

De interne temperatuur van rekenzone z_i wordt beïnvloed door:

- de ruimtelijke temperatuurvariatie veroorzaakt door temperatuurstratificatie afhankelijk van het type afgiftesysteem;
- de temperatuurvariatie afhankelijk van de mate waarin de regeling een homogene en constante temperatuur creëert;
- de temperatuurvariatie gebaseerd op een additionele koudebehoefte, veroorzaakt doordat het koudeafgiftesysteem in de schil van het gebouw is geïntegreerd;
- de temperatuurvariatie gebaseerd op de straling van het koudeafgiftesysteem;
- de temperatuurvariatie gebaseerd op de mate van hydraulische balans zijn van het systeem;
- de temperatuurvariatie gebaseerd op het soort regeling;
- de temperatuurvariatie gebaseerd op individuele ruimtetemperatuurregeling of een op een netwerk gebaseerd systeem;
- de temperatuurvariatie gebaseerd op het type koudeafgiftesysteem.

Koeling kan worden opgesplitst in rekenzones z_i . Voor ieder van deze zones wordt het verlies van het koelsysteem bepaald.

De equivalente interne temperatuur $\vartheta_{C,int;inc;z_i}$ van rekenzone z_i , inclusief de effecten van het koudeafgiftesysteem, wordt berekend met:

$$\vartheta_{C,int;inc;z_i} = \vartheta_{C,int;ini;z_i} + \Delta\vartheta_{int;inc;z_i} \quad (10.10)$$

waarin:

$\vartheta_{C,int;ini;z_i}$ is de initiële interne temperatuur van rekenzone z_i voor koeling (24 °C), in °C, die is bepaald in 8.9.4.1;

$\Delta\vartheta_{int;inc;z_i}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door alle verliezen van het koudeafgiftesysteem in rekenzone z_i , in K.

De totale temperatuurcorrectie moet per rekenzone z_i worden berekend met:

$$\Delta\vartheta_{int;inc;z_i} = \Delta\vartheta_{str;z_i} + \Delta\vartheta_{ctr;z_i} + \Delta\vartheta_{emb;z_i} + \Delta\vartheta_{rad;z_i} + \Delta\vartheta_{im,emt;z_i} + \Delta\vartheta_{hydr;z_i} + \Delta\vartheta_{roomaut;z_i} \quad (10.11)$$

waarin:

$\Delta\vartheta_{str;z_i}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door stratificatie, in K (volgens tabel 10.2);

$\Delta\vartheta_{ctr;z_i}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door het type regelsysteem, in K (volgens tabel B.11). De temperatuurvariatie van het regelsysteem wordt verdeeld in $\Delta\vartheta_{ctr,1}$ en

$\Delta\theta_{ctr,2}$, $\Delta\theta_{ctr,1}$ moet worden gebruikt bij berekeningen waarbij geen aanvullende informatie over de toegepaste producten bekend is. $\Delta\theta_{ctr,2}$ moet worden gebruikt als gecertificeerde producten worden/zijn toegepast. Als alternatief kunnen ook de productspecifieke waarden uit de certificaten worden gebruikt;

- $\Delta\vartheta_{emb;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door verliezen van het in de constructie geïntegreerde afgiftesysteem of door vlakke stralingspanelen boven in de ruimte, in K (volgens tabel 10.2);
- $\Delta\vartheta_{rad;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door straling, in K. Indien deze waarde onbekend is, geldt: $\Delta\vartheta_{rad;zi} = 0$;
- $\Delta\vartheta_{hydr;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door het waterzijdig inregelen van het systeem, in K (volgens tabel 10.4);
- $\Delta\vartheta_{roomaut;zi}$ is de temperatuurvariatie gebaseerd op een stand-alone regeling of een regeling vanuit een netwerk, in K (volgens tabel 10.5);
- $\Delta\vartheta_{im,emt;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door in bouwconstructies geïntegreerd systeem met een intermitterende bedrijfsvoering, in K (volgens tabel 10.3).

Als door een onafhankelijke organisatie geverifieerde productgegevens van de regelaar volgens NEN-EN 15500-1 of NEN-EN 215, en productgegevens van het afgiftesysteem volgens NEN-EN 16430-3 en de NEN-EN 1264-reeks worden gebruikt, dan wordt de equivalente interne temperatuurvariatie $\Delta\vartheta_{int,inc;zi}$ in rekenzone zi , inclusief de effecten van het koudeafgiftesysteem si , bepaald volgens:

$$\Delta\vartheta_{int,inc;zi} = \Delta\vartheta_{hyd;zi} + \Delta\vartheta_{emt,syst;zi} + \Delta\vartheta_{ctr,syst;zi} \quad (10.12)$$

waarin:

op basis van productgegevens van het koudeafgiftesysteem si :

$$\Delta\vartheta_{emt,syst;zi} = \Delta\vartheta_{str;zi} + \Delta\vartheta_{emb;zi} + \Delta\vartheta_{rad;zi} + \Delta\vartheta_{im,emt;zi} \quad (10.13)$$

waarin:

- $\Delta\vartheta_{rad;zi}$ hiervoor geldt: $\Delta\vartheta_{rad;zi} = 0$;
- $\Delta\vartheta_{im,emt;zi}$ wordt bepaald voor geïntegreerde systemen in rekenzone zi volgens de NEN-EN 1264-reeks. Bij toepassing van radiatoren is deze waarde 0;
- $\Delta\vartheta_{str;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door stratificatie (volgens tabel 10.2);
- $\Delta\vartheta_{emb;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door verliezen van het in de constructie geïntegreerde afgiftesysteem of door vlakke stralingspanelen boven in de ruimte (volgens tabel 10.2).

En met een temperatuurcorrectie gebaseerd op het regelsysteem van koudeafgiftesysteem in rekenzone zi :

$$\Delta\vartheta_{ctr,syst;zi} = \Delta\vartheta_{ctr;zi} + \Delta\vartheta_{im,ctr;zi} + \Delta\vartheta_{roomout;zi} \text{ [K]} \quad (10.14)$$

waarin:

$\Delta\vartheta_{ctr;zi}$ is CA-waarde (Temperature Control Accuracy) in K:

— bij elektronische regelaars: CA volgens NEN-EN 15500;

— bij thermostatische regelaars (TRV): CA volgens NEN-EN 215;

$\Delta\vartheta_{roomout;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door in bouwconstructies geïntegreerde systemen met een intermitterende bedrijfsvoering, in K (volgens tabel 10.3);

$\Delta\vartheta_{im,ctr;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door intermitterende bedrijfsvoering van de regeling, in K (volgens tabel 10.3).

Tabel 10.2— Forfaitaire waarde temperatuurvariatie voor koelsystemen

Parameter		Variatie			
		$\Delta\vartheta_{\text{str}}$	$\Delta\vartheta_{\text{ctr},1}^{\text{ a}}$	$\Delta\vartheta_{\text{ctr},2}^{\text{ b}}$	$\Delta\vartheta_{\text{emb}}$
Regeling van de ruimte-temperatuur	Centrale aanvoertemperatuurregeling/sturing zonder (na) regeling in de ruimten		-2,5	-2,5	
	P-regeling (van voor 1988)			-1,5	
	Regeling in hoofdvertrek of éénpijpssysteem			-1,5	
	Ruimtetemperatuurregeling (elektromechanisch/elektronisch)				
P-regeling					
	PI-regeling				
	PI-regeling (met optimalisatie functie zoals aanwezigheidsregeling, adaptive controller)				
Koude-afgiftesysteem	Vloerkoelingssysteem	-0,7			-0,7
	Wandkoeling	-0,4			-0,7
	Plafondkoeling	0			-0,2
	Ventilatorconvector/room airconditioner				
	— bevestigd aan het plafond	0			0
	— bevestigd op de buitenmuur of onbekend afgiftesysteem	-0,4			0
^a Gebruik $\Delta\vartheta_{\text{ctr},1}$ voor niet gecertificeerde producten.					
^b Gebruik $\Delta\vartheta_{\text{ctr},2}$ voor gecertificeerde (door een onafhankelijke organisatie geverifieerde) producten.					

OPMERKING Gecertificeerde producten, zoals elektronisch gestuurde radiatorventielen, programmeerbare ruimteregelaars en individuele zoneregelaars zijn o.a. te vinden op <http://www.eubaccert.eu/>. Gecertificeerde thermostatische radiatorafsluiters zijn o.a. te vinden op <http://cert-trv.cen.eu/>.

Tabel 10.3 — Forfaitaire waarden temperatuurcorrectie $\Delta\vartheta_{im,emt;zi}$ bij intermitterend bedrijf

Omschrijving	Variabele	Waarde
Regelingen	$\Delta\vartheta_{im,ctr}$	-0,3 K
Koudeafgiftesystemen	$\Delta\vartheta_{im,emt}$	0 K
Stralingseffect	$\Delta\vartheta_{rad}$	0 K

Alternatieve productspecifieke waarden voor $\Delta\vartheta_{rad}$, volgens de productnorm NEN-EN 16430, kunnen worden gebruikt.

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

Tabel 10.4 — Forfaitaire waarden voor de temperatuurcorrectie voor waterzijdig inregelen, in K

Uitgevoerde hydraulische balancering met rapportage conform formulier G1 uit bijlage G.6 van NEN-EN 14336:2004, opgesteld door een onafhankelijke partij. Bij afwezigheid van deze rapportage wordt de waarde voor ‘Geen waterzijdig inregelen’ aangehouden.	
Systeem	$\Delta\vartheta_{hydr}$
Geen/onbekend waterzijdig inregelen/éénpijps-systeem	-0,6
Statisch gebalanceerd per koudeafgiftesysteem zonder balancering van de groepen	-0,4
Statisch gebalanceerd per koudeafgiftesysteem met balancering van de groepen	-0,3
Statisch gebalanceerd per koudeafgiftesysteem met dynamische balancering van de groepen (bijv. met een drukverschilregeling)	-0,2
Dynamisch gebalanceerd per koudeafgiftesysteem met dynamische balancering van de groepen (bijv. met automatische doorstroom begrenzers/drukverschilregeling) of een systeem dat warmte direct uit de geconditioneerde rekenzone z_i onttrekt door directe expansie	0,0

Tabel 10.5 — Forfaitaire waarden voor temperatuurvariatie gebaseerd op het type ruimtetemperatuurregeling

Omschrijving	Variabele	Waarde
Onbekende regeling	$\Delta \vartheta_{\text{roomaut}}$	0,0 K
Stand-alone (per ruimte)	$\Delta \vartheta_{\text{roomaut}}$	0,5 K
Stand-alone met handmatig overrulen (start/stop)	$\Delta \vartheta_{\text{roomaut}}$	1,0 K
Netwerk met handmatig overrulen en adaptieve regeling ^a	$\Delta \vartheta_{\text{roomaut}}$	1,2 K
^a Interactie van individuele ruimteregelingen betreft de koppeling van individuele ruimtetemperatuurregeling met aanvullende regelcircuits of koudebronnen, bijv. aanvoertemperatuurregelingen.		

De door het koude-afgiftesysteem in rekenzone z_i over te dragen koude in maand m_i wordt bepaald volgens:

$$Q_{C;em;out;z_i;m_i} = Q_{C;nd;z_i;m_i}$$

Het energieverlies van het koudeafgiftesysteem in rekenzone z_i , in kWh, wordt voor maand m_i berekend door:

als:

$$\vartheta_{\text{int,inc};z_i} - \vartheta_{e,comb;z_i;m_i} < 0$$

$$Q_{C;em;ls;z_i;m_i} = Q_{C;em,out;z_i;m_i} \cdot \text{MAX} \left(\frac{\Delta \vartheta_{\text{int,inc};z_i}}{\vartheta_{\text{int,inc};z_i} - \vartheta_{e,comb;z_i;m_i}}; 0,15 \right) [\text{kWh}] \quad (10.15)$$

als:

$$Q_{C;em;ls;z_i;m_i} = 0$$

waarin:

$$\vartheta_{e,comb;z_i;m_i} = \vartheta_{e,avg;m_i} + \Delta \vartheta_{e,sol;z_i} [^{\circ}\text{C}] \quad (10.16)$$

$\vartheta_{e,comb;z_i;m_i}$ is een hulpvariabele

Tabel 10.5a – Temperatuurcorrectie $\Delta \vartheta_{e,sol;z_i}$ voor zonstraling en interne warmtelast (NEN-EN 15316-2:2017, b:B.9)

Temperatuur	
Gemiddelde bijdrage van ramen en interne warmtelast in rekenzone z_i (woningbouw)	8 K
Hoge bijdrage van ramen en interne warmtelast in rekenzone z_i (utiliteitsbouw)	12 K

$$Q_{C;em,rbl;z_i;m_i} = 0$$

OPMERKING De verliezen van een afgiftesysteem zijn niet terugwinbaar.

10.3.4 Hulpenergie van het koudeafgiftesysteem

Voor de koudeafgifte van het koudeafgiftesysteem in de rekenzone is hulpenergie noodzakelijk. Een voorbeeld is de ventilator van een afgiftesysteem zoals een ventilatorconvecteur. De energie die nodig is voor de distributie van koude naar het koudeafgiftesysteem wordt verrekend met de hulpenergie voor distributie.

De hulpenergie die wordt gebruikt voor de koudeafgifte wordt berekend met formule (10.17)

$$W_{C;em;aux;zi;mi} = W_{fan;zi;mi}$$

$$W_{C;em;aux;mi} = \sum_{zi} W_{C;em;aux;zi;mi} \quad [\text{kWh}] \quad (10.17)$$

waarin:

$W_{C;em;aux;zi;mi}$ is de hulpenergie van alle koudeafgiftesystemen in rekenzone zi in maand mi , in kWh;

$W_{fan;zi;mi}$ is de hulpenergie van de ventilatoren van het koudeafgiftesysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh.

Het energiegebruik van de ventilatoren $W_{em;fan;mi}$ van het koudeafgiftesysteem si wordt berekend met formule (10.18).

$$[\text{kWh}] \quad (10.18)$$

waarin:

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

$t_{C;mi;zi}$ is de bedrijfstijd van de ventilatoren in rekenzone zi , in maand mi , volgens tabel 10.6;

$P_{fan;zi}$ is het elektrisch opgenomen vermogen van de ventilatoren van het koudeafgiftesysteem in rekenzone zi , in W, volgens tabel 10.7.

De bedrijfstijd van het koelsysteem (koudeafgiftesysteem, koudedistributiesysteem en koude-opweksysteem) in maand mi is in tabel 10.6 gegeven. De forfaitaire waarden voor het opgenomen elektrische vermogen van de ventilatoren van het koudeafgiftesysteem zijn in tabel 10.7 gegeven.

Bepaal de koelgrens van een bouwwerk op de volgende wijze:

Stap 1: Bepaal voor alle maanden mi de koudebehoeftes van alle rekenzones (dus de thermische zone) t.b.v. $\vartheta_{koelgrens}$ volgens:

$$Q_{C;nd;zt;j;\vartheta_{koelgrens};mi} = Q_{C;nd;zt;j;mi} \quad (10.19)$$

waarbij:

$Q_{C;nd;zt;j;mi}$ wordt bepaald zoals in 8.2.2, met de volgende aanpassingen:

$$— Q_{H;ls;rb;zi;mi} = 0;$$

$$— Q_{C;ls;rb;zi;mi} = 0;$$

$$— Q_{C;ve;zi;mi} = Q_{C;ve;zi;mi;8.4.2} + Q_{C;\vartheta_{koelgrens};in;air;zi;mi};$$

waarbij $Q_{C;\vartheta_{koelgrens};in;air;zi,mi}$ wordt bepaald met:

$$Q_{C;\vartheta_{koelgrens};in;air;zi,mi} = q_{V;SUP;dis;out;zi,mi} \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot ((\theta_{SUP;dis;out;zi,mi} - \Delta\theta_{hr;zi,mi} - \Delta\theta_{rca;zi,mi} + \Delta\theta_{fan;zi,mi}) - \theta_{e,avg,mi})^* t_{mi} / 3\,600\,000 \quad (10.20)$$

waarin:

$Q_{C;ve;zi,mi}$	is de warmteoverdracht door ventilatie voor koeling, zoals bepaald in sectie 8.4.2, in kWh;
$\vartheta_{koelgrens}$	is de koelgrens van de rekenzone zi , in °C. Bij een buitentemperatuur boven deze ontstaat een koudebehoefte;
$q_{V;SUP;dis;out;zi,mi}$	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, met waarde 1,205 kg/m ³ ;
c_a	is de soortelijke warmte van de lucht, met waarde 1005 J/kg×K;
$\theta_{e,avg,mi}$	is de maandgemiddelde buitenluchttemperatuur in maand mi , in °C, volgens 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, volgens 11.3.2;
$\Delta\theta_{hr;zi,mi}$	is de temperatuurverlaging van de lucht als gevolg van warmteterugwinning in rekenzone zi in kalendermaand mi , in °C, volgens 11.3.2.2; in °C,
$\Delta\theta_{rca;zi,mi}$	is de temperatuurverlaging van de lucht als gevolg van recirculatie in rekenzone zi in kalendermaand mi , volgens 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, volgens 11.3.2.7;
t_{mi}	is de tijdsduur van maand mi , in hr;
3 600 000	is de omrekeningsfactor van J naar kWh.

OPMERKING 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 $Q_{C;\vartheta_{koelgrens};in;air;zi,mi}$ bepaald (formule (9.20)) en worden deze voor de rekenzones gesommeerd tot $Q_{C;\vartheta_{koelgrens};in;air;zi,mi}$.

Stap 2: Bepaal de maximale maandbehoefte t.b.v. $\vartheta_{koelgrens}$ ($Q_{C;nd;zt,j;\vartheta_{koelgrens};mi}$) van het gebouw.

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

Stap 4: Bepaal met de kleinste kwadratenmethode de lineaire functie tussen koudebehoefte $Q_{C;nd;zt,j;\vartheta_{koelgrens};mi}$ en maandgemiddelde buitentemperatuur.

Stap 5: Bepaal het snijpunt van deze functie met de temperatuuras. Stel de koelgrens gelijk aan de op een geheel getal afgeronde waarde hiervan.

Stap 6: Als de in stap 5 bepaalde koelgrens $\vartheta_{koelgrens}$ kleiner is dan 14 °C, dan wordt deze gelijkgesteld aan 14 °C. Als de in stap 5 bepaalde koelgrens $\vartheta_{koelgrens}$ groter is dan 25 °C, dan wordt deze gelijkgesteld aan 25 °C.

De bedrijfstijd van systeem si wordt bepaald op basis van de maximale bedrijfstijd van de op het systeem si aangesloten rekenzones zi volgens:

$$t_{c,mi} = \max(t_{c,zi,mi})$$

Tabel 10.6 — Aantal bedrijfsuren $t_{c,zi,mi}$ van het koelsysteem per maand mi , gelijkgesteld aan het aantal uren dat de temperatuur boven de koelgrens ligt in maand mi

$\vartheta_{koelgrens}$	Aantal uren per maand mi dat ϑ_e hoger of gelijk is aan $\vartheta_{koelgrens}$												
	mi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
≥ 25	0	0	0	0	0	61	34	71	74	17	0	0	0
24	0	0	0	0	0	88	40	91	87	29	0	0	0
23	0	0	0	0	0	104	50	111	109	40	0	0	0
22	0	0	0	0	0	116	67	143	149	63	3	0	0
21	0	0	0	0	0	126	86	183	199	77	9	0	0
20	0	0	0	12	140	119	229	269	97	14	0	0	0
19	0	0	0	22	155	159	295	353	134	28	0	0	0
18	0	0	4	33	183	216	376	450	198	51	0	0	0
17	0	0	11	54	214	306	449	514	276	74	0	0	0
16	0	11	19	66	253	394	525	572	369	126	0	0	0
15	0	20	28	83	301	475	603	625	462	156	1	0	0
≤ 14	0	35	35	102	367	546	666	658	535	178	19	0	0

OPMERKING Er is in de tabel geen onderscheid gemaakt naar de momenten wanneer deze temperaturen optreden (uur van de dag, dag van de week).

Tabel 10.7 — Forfaitaire waarden voor het elektrisch opgenomen vermogen van de ventilatoren voor het koudeafgiftesysteem

Type koudeafgiftesysteem		Vermogen W
Ventilator/ fan P_{fan}	Ventilatorconvectoren	10

Als warmte direct uit de geconditioneerde rekenzone zi wordt onttrokken door directe expansie (verdampend medium in het koudeafgiftesysteem, figuur 10.5, principe 6), dan is het benodigde

temperatuurniveau voor het koudeopweksysteem in rekenzone zi in maand mi gelijk aan het setpoint van de luchttemperatuur in deze zone:

$$\vartheta_{C,gen;req;out;zi,mi} = \vartheta_{C,int;inc;zi,mi}$$

Als warmte direct uit de luchtstroom van het ventilatiesysteem wordt onttrokken door directe expansie (verdampend medium in een wamtewisselaar in deze luchtstroom, figuur 10.5, principe 6) in een luchtbehandelingskast (a_{hu} , dan is het benodigde temperatuurniveau voor het koudeopweksysteem in maand mi gelijk aan het setpoint van de luchttoertemperatuur in deze zone:

$$\vartheta_{C,gen;req;out;zi,mi} = \vartheta_{SUP;dis;out;zi,mi}$$

$\vartheta_{SUP;dis;out;zi,mi}$ is de luchttoertemperatuur in rekenzone zi in maand mi .

Als warmte uit de geconditioneerde rekenzone zi wordt onttrokken door een met een niet-verdampend medium gevoed koudeafgiftesysteem, dan is de benodigde intredetemperatuur $\vartheta_{C;dis;in;flw;req;zi}$ van distributiesysteem si in maand mi bij een systeem met constante temperatuurregeling gelijk aan:

$$\vartheta_{C;dis;in;flw;req;zi,mi} = \vartheta_{C;dis;flw;set;zi,mi}$$

waarin:

$\vartheta_{C;dis;flw;set;zi,mi}$ is het setpoint van de intredetemperatuur van het distributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , °C.

De temperatuur van het door het koudeopweksysteem in rekenzone zi geleverde medium in maand mi is dan:

$$\vartheta_{C,gen;req;out;zi,mi} = \vartheta_{C,gen;out;set;zi,mi}$$

$$\vartheta_{C,gen;out;set;zi,mi} = \vartheta_{C;dis;flw;set;zi,mi}$$

waarin:

$\vartheta_{C,gen;out;set;zi,mi}$ is het setpoint van de uittredetemperatuur van het koudeopweksysteem in rekenzone zi in maand mi , °C.

Tabel 10.8 — Gemiddelde temperatuur van een watergevoed koudeafgiftesysteem op basis van ontwerptemperaturen in maand mi

Maand mi	Variabele °C	Ontwerptemperatuur koudeafgiftesysteem ($\vartheta_{in}/\vartheta_{out}$) °C			
		6/12 of onbekend systeem	12/16	12/18	17/21
1-12	$\vartheta_{C;dis;flw;set;zi,mi}$	$6 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$	$12 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$	$12 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$	$17 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$
	$\vartheta_{in;zi,mi}$				
	$\vartheta_{out;zi,mi}$	$12 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$	$16 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$	$18 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$	$21 - \Delta\vartheta_{int;inc;zi}$
waarin: $\Delta\vartheta_{int;inc;zi}$ is de temperatuurvariatie veroorzaakt door alle temperatuurcorrecties van het koudeafgiftesysteem in rekenzone zi , in K.					

OPMERKING 1 — De waarden in de tabel zijn ook van toepassing voor het conditioneren van lucht in een luchtbehandelingskast (a_{hu}) bij water gevoerde systemen (warmtewisselaars).

OPMERKING 2 — indien het afgiftesysteem voor de koelfunctie volledig uit vloerkoeling en/of wandkoeling en/of plafondkoeling bestaat moet een ontwerptemperatuur van 17/21 worden aangehouden. Bij een aanvoertemperatuur lager dan 18°C kan ongewenste condensatie optreden.

Indien de ontwerptemperatuur van het koudeafgiftesysteem niet bekend is, moet een ontwerptemperatuur van 6/12 °C worden aangehouden.

10.4 Energiegebruik voor het koudedistributiesysteem

10.4.1 Principe

Een koudedistributiesysteem kan meerdere typen afgiftesystemen si hebben.

Het temperatuurniveau van het koudedistributiesysteem is afgestemd op de laagste ontwerptemperatuur van de aangesloten koudeafgiftesystemen si .

De verliezen van het koudedistributiesysteem worden toegekend aan alle rekenzones naar rato van de oppervlakte A_g van de rekenzone of de koelvraag van de rekenzones.

Éénpijpssystemen worden benaderd als tweepijpssystemen, omdat deze systemen voor koeling vrijwel niet voorkomen.

10.4.2 Berekening van de thermische verliezen van een koudedistributiesysteem

De verliezen van een distributiesysteem zijn gebaseerd op:

— de gemiddelde mediumtemperatuur;

- de omgevingstemperatuur van het distributiesysteem;
- de warmteweerstand (isolatie) van de leidingen;
- de lengte van de leidingen, en
- de bedrijfstijd van het distributiesysteem.

Als warmte uit de geconditioneerde rekenzone j wordt onttrokken door een met een niet-verdampend medium gevoed koudeafgiftesysteem, dan moet het thermische verlies $Q_{x,dis,ls}$ van het koudedistributiesysteem worden bepaald volgens 10.5.3 of 10.5.4. Als warmte direct uit de ruimte of direct uit de luchtstroom van het ventilatiesysteem wordt onttrokken door directe expansie (verdampend medium in het koudeafgiftesysteem, figuur 10.5, principe 6), dan worden de verliezen van dit distributiesysteem verwaarloosd.

Indien er een koudebehoefte is in maand mi dan wordt het thermische verlies $Q_{C,dis,ls}$ van de koudedistributiesystemen si in rekenzone zi in maand mi gegeven door:

als:

$Q_{C,nd;zi,mi} > 0$ dan:

$$Q_{C,dis;ls;zi,mi} = -1 \times \left(\frac{1}{1000} \times \Psi_{zi} \times (\vartheta_{C,mean;zi,mi} - \vartheta_{C,amb;zi,mi}) \times L_{C;zi} \times t_{C,mi} + \frac{1}{1000} \times \Psi_j \times (\vartheta_{C,mean;zi,mi} - \vartheta_{C,amb;j,mi}) \times L_{C;j} \times t_{C,mi} \times \frac{A_{g;zi}}{\sum_{zi} A_{g;zi}} \right) \times f_{gebouw;C} \text{ [kWh]} \quad (10.21)$$

anders:

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

De leidinglengte ~~wordt~~ bepaald volgens de forfaitaire methode in 10.4.2.3, ~~en wordt~~ verdeeld over de rekenzones zi volgens (10.22): Indien gebruik wordt gemaakt van de werkelijk leidinglengte moet deze worden gebruikt voor de verdeling over de rekenzones.

$$L_{C;zi} = (L_{C;si;zi_tot} + L_{C,eq;si;zi}) \times \frac{A_{g;zi}}{\sum_{zi} A_{g;zi}} \quad (10.22)$$

$$L_{C;j} = (L_{C;si;j} + L_{C,eq;si;j})$$

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

waarin:

zi is de index voor de zone;

$\Psi_{si,j}$ is de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van distributiesysteem si in rekenzone zi niet gekoelde ruimte j , in W^2/mK ;

$\vartheta_{C,amb,zi,mi}$ is de omgevingstemperatuur in rekenzone zi /niet gekoelde ruimte j waar het distributiesysteem doorheen loopt in maand mi , in $^{\circ}C$;

- $\vartheta_{C,mean;zi,mi}$ is de gemiddelde temperatuur van het koudedistributiesysteem in maand mi , in °C;
- $L_{C;si,zi/j}$ is de lengte van de leiding van koudedistributiesysteem si in rekenzone zi /niet gekoelde ruimte j , in m. Indien niet bekend is welke leidinglengte zich in niet gekoelde ruimten bevindt, kan 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 niet gekoelde ruimte j ;
- $L_{C;equi;si,zi/j}$ is de equivalente lengte van de leiding in de zone voor kleppen, beugels, enz., in m. $L_{C;equi;si,zi/j}$ wordt bepaald volgens formule Y;
- $t_{C,mi}$ is de bedrijfstijd voor koeling in maand mi , in h, volgens tabel 10.6;
- $f_{gebouw;C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

Voor ongeïsoleerde kleppen, beugels, enz. geldt: $L_{C;equi;si,zi/j} = \frac{0,15}{\Psi_{zi/j}} \cdot L_{C;si,zi/j}$ (10.22a)

Voor geïsoleerde kleppen, beugels, enz. geldt: $L_{C;equi;si,zi/j} = \frac{0,03}{\Psi_{zi/j}} \cdot L_{C;si,zi/j}$ (10.22b)

waarin:

- $\Psi_{zi/j}$ is de lineaire warmtedoorgangcoëfficiënt van de distributieleiding bepaald volgens 10.4.2.1 of indien gegevens hiervoor ontbreken volgens 10.4.2.2.

OPMERKING De waarden 0,15 en 0,03 zijn bepaald op basis van in NEN-EN 15316-3:2017 en de forfaitaire waarde van de lineaire warmtedoorgangcoëfficiënt $\Psi_{zi/j}$ voor de leiding. Hierdoor is het verlies van de kleppen, beugels, enz. een vast aandeel van de leidinglengte.

Voor een geconditioneerde rekenzone geldt:

$$\vartheta_{C,amb;zi,mi} = \vartheta_{C,int;ini;zi} \quad (10.23a)$$

waarin:

- $\vartheta_{C,amb;zi,mi}$ is de omgevingstemperatuur van zone zi in maand mi waar het betreffende deel van het koudedistributiesysteem doorheen gaat;
- $\vartheta_{C,int;ini;zi}$ is de initiële interne temperatuur van rekenzone zi voor koeling (24 °C), die is bepaald in 8.9.4.1.

OPMERKING Om cirkelverwijzingen te voorkomen, betreft $Q_{C;nd;si;max}$ bij de bepaling van $\vartheta_{int;op;C;zi,mi}$ de maximale koudebehoefte van systeem si van alle maanden mi zonder de terugwinbare verliezen van het desbetreffende distributiesysteem.

Voor een niet-gekoelde aangrenzende ruimte geldt:

$$\vartheta_{C,amb;zi,mi} = \vartheta_{ztu;zi;C;mi} \quad (10.23b)$$

Indien de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimten $\vartheta_{ztu;gi,zi;H;mi}$ (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 aangrenzende onverwarmde ruimten (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 koeling een temperatuur $\vartheta_{ztu;gi,zi;H;mi}$ van 19 °C.

waarin:

$\vartheta_{C,amb;zi,mi}$ is de omgevingstemperatuur van zone zi in maand mi aangrenzend aan de verwarmde of gekoelde zone zi waar het betreffende deel van het koudedistributiesysteem doorheen gaat;

$\vartheta_{e;mi}$ is de maandgemiddelde buitentemperatuur in maand mi ;

$\vartheta_{ztu;zi;C;mi}$ is de maandgemiddelde temperatuur in maand mi van de niet gekoelde aan zone zi grenzende ruimte in maand mi , bepaald volgens 7.9.7.

Indien niet bekend is welke leidinglengte zich in niet-gekoelde ruimten bevindt, kan hiervoor forfaitair 15 % van de totale leidinglengte worden aangehouden.

De gemiddelde mediumtemperatuur $\vartheta_{C;mean;zi,mi}$ in het koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi wordt bij een systeem met constante temperatuurregeling bepaald uit tabel 10.8.

De gemiddelde mediumtemperatuur $\vartheta_{C;mean;si,mi}$ in het koudedistributiesysteem si in maand mi wordt bepaald door:

$$\vartheta_{C,mean;zi,mi} = \frac{\vartheta_{C,in;zi,mi} + \vartheta_{C,out;zi,mi}}{2} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (10.23c)$$

$$\vartheta_{C,in;zi,mi} = \vartheta_{C;dis;in;flw;req;si,mi}$$

$$\vartheta_{C,out;zi,mi} = \vartheta_{C;dis;in;flw;req;si,mi}$$

waarin:

$\vartheta_{C,mean;zi,mi}$ is de gemiddelde temperatuur in koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in °C;

$\vartheta_{C,in;zi,mi}$ is de gemiddelde intredetemperatuur van het medium in het koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in °C;

$\vartheta_{C,out;zi,mi}$ is de gemiddelde uittredetemperatuur van het medium van het koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in °C.

10.4.2.1 Berekening van de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ van distributieleidingen

De lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ van distributieleidingen, inclusief de convectie en straling aan de buitenzijde, moet, als de benodigde gegevens bekend zijn, worden bepaald met formule 10.24, 10.25 of 10.26, afhankelijk van de constructie. Indien de benodigde gegevens niet bekend zijn, wordt de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ van distributieleidingen bepaald volgens 10.4.2.2.

Voor geïsoleerde leidingen, omringd met lucht, inclusief de convectie en straling, wordt de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ aan de buitenzijde van de isolatie van het systeem in rekenzone zi bepaald met:

$$\Psi_{zi} = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_{D;zi}} \cdot \ln \frac{d_{a;zi}}{d_{i;zi}} + \frac{1}{h_{a;zi} \cdot d_{a;zi}} \right)} \text{ [W/m} \times \text{K]} \quad (10.24)$$

waarin:

- $d_{i;zi}, d_{a;zi}$ is de binnendiameter zonder isolatie en buitendiameter inclusief isolatie van de leidingen van het distributiesysteem in rekenzone zi , in m;
- $h_{a;zi}$ is de totale warmtetransmissiecoëfficiënt aan het buitenoppervlak (convectief en straling) van het distributiesysteem in rekenzone zi , in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$;
- $\lambda_{D;zi}$ is de thermische geleiding van het isolatiemateriaal van het distributiesysteem in rekenzone zi , in W/mK .

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

Voor geïsoleerde leidingen ingebed in de bouwconstructie wordt de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ aan de buitenzijde van de isolatie per rekenzone zi bepaald met:

$$\Psi_{zi} = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left[\frac{1}{\lambda_{D;zi}} \times \ln \frac{d_{a;zi}}{d_{i;zi}} + \frac{1}{\lambda_{em;zi}} \times \ln \frac{4 \times z_{zi}}{d_{a;zi}} \right]} \text{ [W/m} \times \text{K]} \quad (10.25)$$

waarin:

- $d_{i;zi}, d_{a;zi}$ is de binnendiameter zonder isolatie en buitendiameter inclusief isolatie van de leidingen van het distributiesysteem in rekenzone zi , in m;
- $h_{a;zi}$ is de totale warmtetransmissiecoëfficiënt aan het buitenoppervlak (convectief en straling) van het distributiesysteem, in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$;
- $\lambda_{D;zi}$ is de thermische geleiding van het isolatiemateriaal van het distributiesysteem in rekenzone zi , in $\text{W}/(\text{mK})$;
- Z_{zi} is de diepte van de leiding van het distributiesysteem in de vloer, de wand of het plafond gemeten vanaf de oppervlakte hiervan in rekenzone zi , in m;
- $\lambda_{em;zi}$ is de thermische geleiding van het materiaal waarin de leidingen van het distributiesysteem zijn ingebed in rekenzone zi , in $\text{W}/(\text{mK})$.

Voor niet-geïsoleerde leidingen wordt de warmtedoorgangscoefficiënt Ψ gegeven door:

$$\Psi_{zi} = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \times \lambda_{p,zi}} \times \ln \frac{d_{p,a;zi}}{d_{p,i;zi}} + \frac{1}{h_{a;zi} \times d_{p,a;zi}}} \quad [\text{W/m}\cdot\text{K}] \quad (10.26)$$

waarin:

- $d_{p,i;zi}$, $d_{p,a;zi}$ is de binnen- en buitendiameter van de leiding van het distributiesysteem in rekenzone zi , in m;
- $\lambda_{p,zi}$ is de thermische geleiding van het leidingmateriaal van het distributiesysteem in rekenzone zi , in W/mK;
- $h_{a;zi}$ is de totale warmtetransmissiecoëfficiënt aan het buitenoppervlak (convectief en straling) van het distributiesysteem, in W/(m²K).

10.4.2.2 Forfaitaire waarden voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ van de leidingen van het distributiesysteem

Indien geen gegevens beschikbaar zijn voor de bepaling van de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ volgens 10.3.3.1, mogen forfaitaire waarden worden gebruikt. Voor iedere sectie van het distributiesysteem zijn de forfaitaire waarden voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ van een distributiesysteem in relatie tot de classificatie van het gebouw, gegeven in tabel 10.9.

Tabel 10.9 — Forfaitaire waarden voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ van de leidingen van het distributiesysteem in nieuwe en bestaande gebouwen

	Ψ [W/mK]
	Sectie L_s , L_v en L_A (verticale en horizontale distributie)
Geïsoleerde leidingen	
1995 tot heden – aangenomen dat de isolatiedikte ongeveer overeenkomt met de externe diameter van de leiding	0,3
1980 tot 1995 – aangenomen dat de isolatiedikte ongeveer overeenkomt met de helft van de buitenste leidingdiameter	0,4
Voor 1980 – aangenomen dat de leiding niet is geïsoleerd. Deze waarde geldt ook als de leeftijdsklasse onbekend is, maar de leidingen wel zijn geïsoleerd	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 koeling, 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

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 .

10.4.2.3 Bepaling leidinglengte koudedistributiesysteem

De leidinglengte L_{si} is nodig om de verliezen van het koudedistributiesysteem in formules te bepalen. Er ~~moet mag~~ gebruik worden gemaakt van onderstaande forfaitaire bepalingmethoden 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 werkelijk 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.~~

$$L_{si} = 0.64 \cdot A_g$$

$$L_{\max;si} = 35 + 6 \cdot n_{si} + 0,13 \cdot A_g / n_{si} \quad (10.27)$$

waarin:

L_{si} is de leidinglengte;

$L_{\max;si}$ is de maximale leidinglengte van het koudeopweksysteem tot de verst gelegen koudeafgifteunit;

A_g is de gebruiksoppervlakte;

n_{si} is het aantal bouwlagen dat is aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling 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 koeling van het gebouw als geheel, geldt in bovenstaande formule:

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

waarin:

$A_{g;\text{gebouw};C}$ is de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

10.4.2.4 Berekening van de hulpenergie van het koudedistributiesysteem

De berekening van het hulpenergiegebruik van het distributiesysteem is gebaseerd op:

- het ontwerpvermogen van de circulatiepompen;
- het drukverschil in het koudedistributiesysteem bij het ontwerppunt;
- de volumestroom;
- de energiefactor van de circulatiepomp in het werkpunt, en

— de bedrijfstijd.

Hierbij wordt uitgegaan van modulerende pompen die continu in bedrijf zijn bij een koudebehoefte (10.4.2.4.1).

Indien de hulpenergie van de circulatiepomp geen integraal onderdeel is van de in 10.5.2 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 10.4.2.4. In alle andere gevallen geldt $W_{C;aux;dis;si,mi} = 0$.

Voor beide bedrijfswijzen geldt dat de hoeveelheid hulpenergie in een maand zonder koudebehoefte ($Q_{C;gen;in;si,mi} = 0$) op 0 wordt gesteld.

OPMERKING Om cirkelverwijzingen te voorkomen is $Q_{C;gen;in;si,mi}$ hier de koudebehoefte van systeem si van maand mi zonder de terugwinbare verliezen van het desbetreffende distributiesysteem.

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

$$W_{C,dis,hydr,dis;si,mi} = P_{C,hydr,dis;si} \cdot \beta_{C,dis;si} \cdot t_{C,mi} \cdot f_{C,corr;si} \text{ [kWh]} \quad (10.28)$$

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

waarin:

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

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

$t_{C,mi}$ is de bedrijfstijd van het systeem in maand mi , in h;

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

$$f_{C,corr;si} = f_{HB;si} \cdot f_{special;si} \cdot f_{C,red;pmpop;zi} \quad (10.29)$$

$$f_{special} = 1$$

waarin:

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

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

$f_{C,red;pmpop;zi}$ is het relatieve deel dat de circulatiepomp in bedrijf is, volgens tabel 10.10.

Tabel 10.10 — Relatieve deel dat de circulatiepomp in bedrijf is.

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

OPMERKING 1 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 2 Bij toepassing van een additionele circulatiepomp wordt ervan uitgegaan dat dit een pomp met pompregeling betreft.

Tabel 10.11 — Factor voor waterzijdig inregelen

Correctiefactor voor waterzijdig inregelen	$f_{HB;si}$
Hydraulisch gebalanceerd koudedistributiesysteem ^a	1,00
Geen of onbekende waterzijdige inregeling van het koudedistributiesysteem	1,15
^a Uitgevoerde waterzijdige inregeling met een verklaring voor waterzijdig inregelen volgens NEN-EN 14336. Bij afwezigheid van een verklaring wordt de waarde voor 'Geen waterzijdig inregelen' aangehouden.	

Het hydraulische ontwerpvermogen van de circulatiepomp $P_{C,hydr,dis}$ in kW wordt bepaald met een minimale waarde van 0,01:

$$P_{C,hydr,dis;si} = MAX \left[\frac{\Delta p_{C,dis;si} \times \dot{V}_{C,dis;si}}{3600}; 0,01 \right] \quad (10.30)$$

waarin:

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

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

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

$$\Delta p_{C,dis;si} = (1 + f_{comp;si}) \times R_{C,max;si} \times L_{max;si} + \Delta p_{C,add;si} \quad (10.31)$$

waarin:

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

$R_{W,max;si}$ is het drukverlies per meter lengte van distributiesysteem si , in kPa/m;

$L_{max;si}$ is de maximale lengte van distributiesysteem si , in m, volgens 10.4.2;

$\Delta p_{C,add;si}$ is de som van de aanwezige additionele weerstanden $\Delta p_{C,add;j}$ volgens tabel 10.12, van het koudeafgifte- en/of opweksysteem, 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:

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

$R_{C,max;si} = 0,1$ kPa/m is geldig voor een standaard distributiesysteem voor koudetransport.

Om de hydraulische weerstand van de koudeopwekker, warmtemeters en het koudeafgiftesysteem in de berekening van distributiesysteem *si* te betrekken, wordt variabele $\Delta p_{C;add;si}$ gebruikt, die gelijk is aan de som van de aanwezige typen van additionele weerstanden, $\Delta p_{H;add;j}$, zoals gegeven in tabel 10.12.

OPMERKING Voor de vereenvoudiging is ervan uitgegaan dat bij een twee-pijpssysteem 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 10.12 — Additionele weerstanden

Soort additionele weerstand	$\Delta p_{C;add;si}$ kPa
Koudeafgiftesysteem	
Ventilatorconvector	2
Vloer-, wand- en/of plafondkoeling	4,5
Warmtemeter	10
Opwekker	$\Delta p = 360 \cdot (1/(\vartheta_{out} - \vartheta_{in}))^2$
waarin: ϑ_{out} is de ontwerpuittredetemperatuur van het koudeafgiftesysteem uit tabel 10.8; ϑ_{in} is de ontwerpintredetemperatuur van het koudeafgiftesysteem uit tabel 10.8.	

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

$$\dot{V}_{C,dis;si} = \frac{Q_{C;nd;si;\max}}{t_{C;mi} \times c_p \times (\vartheta_{out;zi} - \vartheta_{in;zi}) \times \rho_{si} \times f_{gebouw;C}} \times 3600 \quad (10.32)$$

waarin:

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

$Q_{C;nd;si;\max}$ is de maximale koudebehoefte van de rekenzones *zi* die op systeem *si* zijn aangesloten van alle maanden *mi*, in kWh;

$t_{C;mi}$ is de langste bedrijfstijd van de rekenzones *zi* die op het koelsysteem zijn aangesloten in de maand *mi* met de hoogste koudebehoefte, volgens tabel 10.6), in h;

c_p is de specifieke warmte van het medium in het koudedistributiesysteem, voor water 4,2 kJ/kg;

$\vartheta_{out;zi}$ is de ontwerpuittredetemperatuur koudeafgiftesysteem, volgens tabel 10.8, in °C;

$\vartheta_{in;zi}$ is de ontwerpintredetemperatuur koudeafgiftesysteem, volgens tabel 10.8, °C;

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

3600 is het aantal seconden per uur voor de omrekening van m³/s naar m³/h;

$f_{\text{gebouw};C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

OPMERKING Om cirkelverwijzingen te voorkomen, betreft $Q_{C,nd;si,max}$ hier de maximale koudebehoefte van systeem si van alle maanden mi zonder de terugwinbare verliezen van het desbetreffende distributiesysteem.

Indien geldt $t_{C,mi} = 0$ voor de maand met de hoogste koudebehoefte $Q_{C,nd;si,max}$, moet het aantal bedrijfsuren $t_{C,mi}$ van de opvolgende maand respectievelijk de vorige maand waarvoor geldt $t_{C,mi} > 0$ worden aangehouden.

Indien het werkelijke vermogen bekend is van de distributiepomp die niet is voorzien van een energielabel, moeten deze waarden 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:

$$f_{C,e;si} = \frac{P_{el,pmp;si}}{P_{C,hydr,dis;si}} \quad [-] \quad (10.33)$$

waarin:

$P_{el,pmp;si}$ is het vermogen gegeven op het energielabel van een geïnstalleerde of volgens ontwerp-specificaties te installeren distributiepomp van distributiesysteem si (bij het toerental waarop de pomp is ingesteld), kW.

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

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

$$f_{C,e;si} = \frac{P_{C,ref;si}}{P_{C,hydr,dis;si}} \quad [-] \quad (10.34)$$

waarin:

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

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

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

$$P_{C,ref;si} = 1,7 \times P_{C,hydr,dis;si} + 17 \times \frac{\left(1 - e^{-0,3 \cdot P_{C,hydr,dis;si} \times 1000}\right)}{1000} \quad (10.35)$$

waarin:

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

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

$$f_{C,e;si} = \left(1,25 + \left(\frac{0,2}{P_{C,hydr,dis;si}} \right)^{0,5} \right) \times b \quad [-] \quad (10.36)$$

waarin:

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

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

10.4.2.4.1 Hulpenergie van het distributiesysteem

De hoeveelheid hulpenergie $W_{C,dis;zi}$ in kWh van distributiesysteem in rekenzone zi wordt bepaald door:

$$W_{C,aux;dis;zi;mi} = W_{C,dis;hydr;si;mi} \times \varepsilon_{C,dis;si} \times \frac{A_{g;zi}}{\sum_{zi} A_{g;zi}} \times f_{gebouw;C} \quad (10.37)$$

$$W_{C,aux;dis;mi} = \sum_{zi} W_{C,aux;dis;zi;mi}$$

waarin:

$\varepsilon_{C,dis;si}$ is de energiefactor van de distributiepomp van distributiesysteem si ;

$W_{C,aux;dis;zi;mi}$ is de hoeveelheid benodigde hulpenergie van koudedistributiesysteem si in maand mi , in kWh;

$f_{gebouw;C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

$W_{C,dis;hydr;si;mi}$ is de hoeveelheid benodigde hulpenergie op basis van de hydraulische weerstand van koudedistributiesysteem si in maand mi , in kWhbepaald volgens 10.4.2.4.

De energiefactor voor de distributiepomp $\varepsilon_{C,dis}$ van distributiesysteem si wordt gegeven door:

$$\varepsilon_{C,dis;si} = f_{C,e;si} \cdot \left(C_{P1;si} + C_{P2;si} \cdot \beta_{C,dis;si}^{-1} \right) \cdot \frac{EEI_{si}}{0,25} \quad (10.38)$$

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

waarin:

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

$C_{P1;si}$ is constant, afhankelijk van het regelsysteem van de distributiepomp van distributiesysteem si , volgens tabel.10.13;

$C_{P2;si}$ is constant, afhankelijk van het regelsysteem van de distributiepomp van distributiesysteem si , volgens tabel 10.13;

$\beta_{C,dis;si}$ 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 door het gewogen rekenkundig gemiddelde van EEI op basis van het maximale vermogen (P_{elpmp}) van deze pompen. In andere gevallen geldt voor pompen met $PC;hydr < 2,5$ kW $EEI_{si} = 0,23$. Voor alle andere distributiepompen met $PH;hydr;des \geq 2,5$ kW moet voor de EEI_{si} de waarde $EEI_{si} = 0,25$ worden aangehouden.

Tabel 10.13 — Constanten $C_{P1;si}$ en $C_{P2;si}$ voor de distributiepompen van het distributiesysteem

Pompregeling <i>HEAT_DISTR_CTRL_PMP</i>	$C_{P1;si}$	$C_{P2;si}$
Voor alle type regelingen (distributiepomp niet geregeld, distributiepomp frequentie geregeld op basis van een constant drukverschil of onbekende regeling)	0,25	0,75

10.4.3 Terugwinbare energie van het koudedistributiesysteem

De terugwinbare thermische verliezen van het koudedistributiesysteem $Q_{C,dis,rbl;j;zi}$ zijn gelijk aan de verliezen van het koudedistributiesysteem.

Het terugwinbare verlies van het distributiesysteem in rekenzone zi in kWh is:

$$Q_{C,dis,rbl;zi;mi} = MAX \left[f_{C,dis,rbl} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \Psi_{zi} \cdot (\vartheta_{C,amb;zi;mi} - \vartheta_{C,mean;zi;mi}) \cdot L_{C;zi} \cdot t_{C;mi} \cdot f_{gebouw;C}; 0 \right] \quad (10.43)$$

waarin:

$Q_{C,dis,rbl;zi;mi}$ zijn de terugwinbare verliezen van het koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh;

Ψ_{zi} is de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van distributiesysteem si in rekenzone zi , W^2/mK ;

$\vartheta_{C,amb;zi;mi}$ is de omgevingstemperatuur in rekenzone zi waar het distributiesysteem doorheen loopt in maand mi , in °C;

$\vartheta_{C,mean;zi;mi}$ is de gemiddelde temperatuur van het koudedistributiesysteem in maand mi , in °C;

$L_{C;zi}$ is de lengte van de leiding van koudedistributiesysteem si in rekenzone zi , in m;

$t_{C,mi}$ is de bedrijfstijd voor koeling in maand mi , in h, volgens tabel 10.6.

$f_{\text{gebouw};C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

$$Q_{C,dis;aux;rbl;zi;mi} = f_{C,dis;aux;rbl} \times W_{C,aux;dis;zi;mi} \quad (10.44)$$

waarin:

$Q_{C,dis;aux;rbl;zi;mi}$ zijn de terugwinbare verliezen van de hulpenergie van het koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh;

$f_{C,dis;aux;rbl}$ is de factor voor de terugwinbare hulpenergie van het koudedistributiesysteem in maand mi ;

$W_{C,aux;dis;si;mi}$ is de hulpenergie van het koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh;

$f_{\text{gebouw};C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

OPMERKING Uitgangspunt is dat de thermische energie die door de distributiepomp aan de ruimte wordt afgegeven, bij grotere systemen, $A_g > 500 \text{ m}^2$, in een aangrenzende ruimte (technische ruimte) is opgesteld en bij kleinere koelsystemen wordt verwaarloosd. De koudeopwekkers worden veelal buiten opgesteld en de thermisch overgedragen energie door de distributiepomp betreft een geringe energiestroom.

In formule (10.43) is $f_{C,dis;rbl} = 0,5$ voor niet-geïsoleerde leidingen in een niet geïsoleerde externe muur of in een niet-geïsoleerde vloer (die onderdeel is van de thermische schil). In alle andere gevallen geldt:

$$f_{C,dis;rbl;mi} = 1$$

OPMERKING 1 Thermische verliezen in niet-gekoelde ruimten zijn niet terugwinbaar.

OPMERKING 2 $f_{C,dis;rbl;mi} = 1$ houdt in dat alle thermische verliezen van het distributiesysteem terugwinbaar zijn.

Tabel 10.14 — Factor voor de terugwinbare hulpenergie in formule (10.45)

Factor voor de terugwinbare hulpenergie	$f_{C,dis;aux;rbl}$
Vaste waarde onafhankelijk van het type pomp	0,10

De teruggewonnen fractie van de hulpenergie van de pompen van het koudedistributiesysteem in kWh die in het systeem komt, verhoogt de koudebehoefte voor de koudeopwekker met:

$$Q_{C,dis,rvd;zi;mi} = (1 - f_{C,dis;aux;rbl}) \cdot W_{C,dis;aux;zi;mi} \quad (10.45)$$

waarin:

$f_{C;dis;aux;rhl}$ is de factor voor de terugwinbare hulpenergie van het koudedistributiesysteem in maand mi ;

$W_{C;dis;aux;zi,mi}$ is de hulpenergie van het koudedistributiesysteem in rekenzone zi in maand mi , in kWh.

10.5 Energiegebruik voor de opwekking van koude

10.5.1 Principe

Voor gebouwen of gebouwdelen zonder koelsysteem wordt een koelbehoefte bepaald. Daarna wordt het energiegebruik voor koeling in de zomerperiode bepaald met een forfaitaire waarde voor het opwekkingsrendement. Dat is afgeleid van het opwekkingsrendement van een mechanisch koelsysteem met elektrische aandrijving.

Het maandelijkse energiegebruik voor koeling wordt voor elk systeem bepaald uit de koudebehoefte voor koeling in de desbetreffende rekenzone(s) exclusief de voor ontvochtiging benodigde energie en de verliezen van het koudeopweksysteem.

Het energiegebruik door centrale voorbehandeling van ventilatielucht in bijv. een luchtbehandelingssysteem (voelbare koude en eventuele ontvochtiging) wordt toegevoegd aan het energiegebruik voor de koudedistributie.

Elke koudeopwekker wordt door één soort energiedrager gevoed.

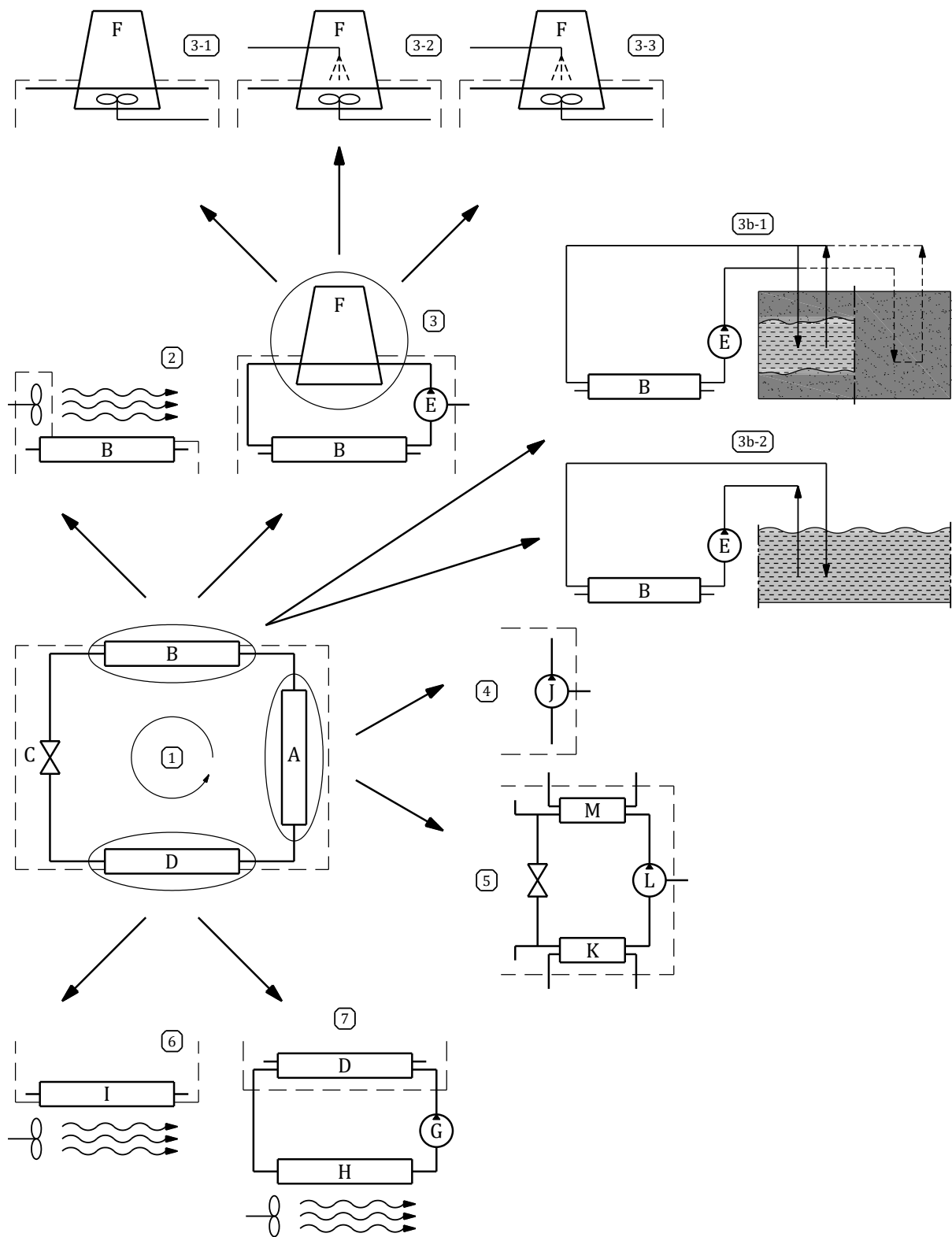
De rekenmethode beschouwt alle relevante onderdelen van het thermodynamische koelcircuit met speciale nadruk op:

- koudeopwekker (compressie- en absorptietype);
- condensorwarmteafgiftesystemen (nat, droog en hybride koeltorens), en
- regelingen.

Voor de bepaling van de energie-efficiëntiefactor zijn drie methoden beschikbaar:

- 1) een methode op basis van meetgegevens van de koudeopwekker volgens NEN-EN 14825 en een temperatuur- en deellastverdeling per maand;
- 2) een eenvoudige methode op basis van meetgegevens van de koudeopwekker volgens de NEN-EN 14511-reeks en maandgemiddelde temperaturen;
- 3) een eenvoudige methode indien geen gegevens beschikbaar zijn van de koudeopwekker volgens NEN-EN 14511 of NEN-EN 14825 op basis van een jaargemiddelde energie-efficiëntie EER .

De systeemopties voor de koudeopwekker die in deze NTA worden beschreven, zijn weergegeven in figuur 10.5.



Legenda

- | | | | |
|---|-----------------|---|---|
| A | aandrijfsysteem | 1 | schematische voorstelling koudeopwekker |
| B | condensor | 2 | luchtgekoelde condensor |

C	expansieklep	3	watergekoelde condensor
D	verdamer	3-1	droge koeltoren
E	koelwaterpomp	3b-1	WKO-systeem met bodemwarmtewisselaar
F	koeltoren	3-2	natte koeler (koeltoren)
G	gekoeldwaterpomp	3b-2	koeling via oppervlakte water
H	koudeafgifte (van gekoeld water)	3-3	hybride koeltoren
I	koudeafgifte (van de koelmachine, DX)	4	compressiesysteem
J	compressor	5	absorptiesysteem
K	absorber	6	directe expansie (DX)
L	oplosmiddelpomp	7	koeler (indirect expansie)
M	regenerator		

Figuur 10.5 — Schematische voorstelling van de koudeopweksystemen

De methode omvat alle relevante onderdelen van de koudeopwekking met speciale aandacht voor:

- het type koudeopwekker (mechanische, compressieve en absorptie systemen);
- afvoer van condensorwarmte (natte en droge koeltorens alsmede hybride systemen), en
- regeling van de koudeopwekker.

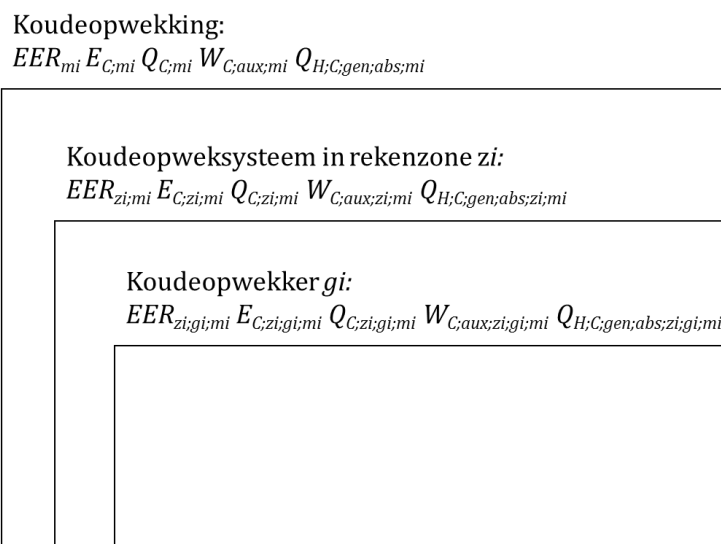
Een distributienet *dis* wordt door één koudeopweksysteem *si* gevoed.

De totale koudeopwekking kan bestaan uit verschillende koudeopweksystemen *si*.

Een koudeopweksysteem *si* kan uit meerdere koudeopwekkers *gi* bestaan. Elke koudeopwekker wordt door één soort energiedrager gevoed.

Een koudeopweksysteem *si* is gekoppeld aan één condensorwarmteafgiftesysteem *hr*.

Binnen een koudeopweksysteem *si* zijn de operationele temperaturen voor alle koudeopwekkers *gi* gelijk.



Figuur 10.6 — Koudeopwekking

10.5.2 Maandelijksse energiebehoefte voor de koudeopwekking

De hoeveelheid gebruikte elektrische energie in maand mi ten behoeve van de energiefunctie koeling, is gelijk aan de som van de energie die per maand wordt aangeleverd aan alle rekenzones zi :

als:

$$\text{GEN_TYPE} = \text{COMP}$$

$$E_{C;\text{gen};\text{el};\text{in};mi} = \sum_{zi} E_{C;\text{gen};\text{el};\text{in};zi,mi} \quad (10.46)$$

als:

$$Q_{H;C;\text{gen};\text{abs};\text{in};mi} = \sum_{zi} Q_{H;C;\text{gen};\text{abs};\text{in};zi,mi} \quad (10.47)$$

De bijbehorende (elektrische) hulpenergie, over de betrokken systemen van rekenzones zi (systeemdeel exclusief opwekking) en, per systeem, alle betrokken opwekkers gi (opwekkersdeel gen) is:

$$W_{C;\text{aux};\text{gen};\text{el};\text{in};mi} = \sum_{zi} (W_{C;\text{aux};\text{gen};\text{in};zi,mi}) \quad (10.48)$$

waarin:

$E_{C;\text{gen};\text{el};\text{in};mi}$	is de maandelijksse hoeveelheid gebruikte elektrische energie ten behoeve van de energiefunctie koeling, in kWh;
$Q_{H;C;\text{gen};\text{abs};\text{in};an}$	is de maandelijksse hoeveelheid gebruikte thermische energie ten behoeve van de energiefunctie koeling, in kWh;
$E_{C;\text{gen};\text{el};\text{in};zi,gi,mi}$	is de hoeveelheid gebruikte elektrische energie ten behoeve van de energiefunctie koeling, in maand mi , voor het systeem van rekenzones zi en van dit systeem de opwekker gi in kWh;
$Q_{H;C;\text{gen};\text{abs};\text{in};si,gi,mi}$	is de hoeveelheid gebruikte thermische energie ten behoeve van de energiefunctie koeling, in maand mi , voor het systeem van rekenzones zi en van dit systeem de opwekker gi in kWh;
$W_{C;\text{aux};\text{gen};\text{el};\text{in};an}$	is de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte (elektrische) hulpenergie ten behoeve van de energiefunctie koeling, in kWh;
$W_{C;\text{aux};\text{in};si,mi}$	is de hoeveelheid gebruikte (elektrische) hulpenergie ten behoeve van de energiefunctie koeling, in maand mi , voor het systeem van rekenzones zi in kWh.

OPMERKING Vanaf hier worden in dit hoofdstuk alle berekeningen per maand uitgevoerd.

10.5.3 Energie-efficiëntiefactor koudeopwekking EER in maand mi

Meer dan één opwekkingstoestel met identiek opwekkingsrendement 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.

Voor de verschillende koudeopwekkers geldt een forfaitaire prioritering. De opwekker met preferentie x levert het aandeel bepaald op basis van de opgestelde vermogens van de koudeopwekkers. Een eventueel tekort aan vermogen wordt door de eerstvolgende koudeopwekker, met preferentie $x+1$, geleverd. Uitgangspunt bij de forfaitaire prioritering is dat het opwekkingstoestel met het hoogste rendement de hoogste prioriteit heeft.

De waarde voor de bepaalde energiefraction $f_{C;gen;si,pref}$ geldt voor de betreffende maanden mi .

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


Bij één koudeopwekker geldt dat deze altijd preferentie 1 heeft.

De koudeopwekking si voor een of meer rekenzones zi kan bestaan uit één of meer koudeopwekkers. Indien de koudeopwekking slechts één opwekkingstoestel of meer opwekkingstoestellen met identiek opwekkingsrendement, identieke prioriteit en identieke brandstof omvat, is de waarde van de energiefraction $f_{C;gen;si,gi,pref} = 1$. Indien de koudeopwekking meer ongelijke opwekkingstoestellen omvat, wordt de energiefraction $f_{C;gen;si,gi,mi}$ bepaald op basis van $\beta_{C;gen;si}$, waarmee het aandeel dat de preferente koudeopwekker (of de preferente koudeopwekkers) in de koudebehoefte voorziet, wordt bepaald.

Forfaitair wordt uitgegaan van een parallelle bedrijfswijze. De bedrijfswijze is de volgorde van de prioritering waarbij opwekkers worden bijgeschakeld, indien de combinatie van opwekkers niet aan de vermogensvraag kan voldoen.

De preferenties van de opwekkers starten altijd bij 1 (hoogste prioriteit) en worden met 1 opgehoogd voor een opwekker met een lagere prioriteit.

Tabel 10.15 — Forfaitaire prioritering

Opwekker	Prioriteit <i>pref</i>
Vrije koeling met WKO	Hoog
Vrije koeling met oppervlaktewater	
Dauwpuntskoeling	
Absorptiekoeling	
Centrale koudeopwekking (chillers)	
Lokale koudeopwekking (room airconditioner)	Laag

De verhouding van het thermische vermogen van de preferente koudeopwekker en de koudevraag onder ontwerpcondities, $\beta_{C;gen;si,pref}$ wordt als volgt bepaald:

- 1) Bepaal het totale vermogen per preferentie.
- 2) Bepaal de verhouding tussen het totale vermogen van de eerste preferentie *pref* en het vermogen van alle koudeopwekkers en rond dit naar boven af op 1 decimaal met:

$$\beta_{C;gen;si;pref} = \frac{\sum_{i=1}^{pref} \Phi_{C;gen;si,i}}{\Phi_{C;gen;si;tot}} \quad (10.49)$$

$$\Phi_{C;gen;si;tot} = \sum_{i=1}^n \Phi_{C;gen;si,i} \quad (10.50)$$

waarin:

$\beta_{C;gen;si;pref}$ is de dimensieloze verhouding tussen het vermogen van de koudeopwekker met preferentie $pref$ en het vermogen van alle opwekkingstoestellen voor de desbetreffende rekenzones zi ;

$\phi_{C;gen;si,pref}$ is het totale nominale vermogen van de preferente koudeopwekkingstoestellen $pref$, in systeem si ;

$\phi_{C;gen;si,tot}$ is het totale nominale vermogen van alle koudeopwekkingstoestellen gi in systeem si , in kW;

n is het aantal preferenties.

Lees de energiefractie $f_{C;gen;si}(\beta_{C;gen;si;pref})$ af uit tabel 10.6.

Bepaal de energiefractie van de preferentie volgens:

Als het aantal preferenties $pref > 1$:

$$f_{C;gen;si,pref}(\beta_{C;gen;si}) = f_{C;gen;si}(\beta_{C;gen;si;pref}) - f_{C;gen;si}(\beta_{C;gen;si;pref-1}) \quad (10.51)$$

als:

$$f_{C;gen;si,pref} = 1$$

OPMERKING De nominale vermogens worden afgelezen van de typenplaatjes van de opwekkers of worden bepaald op basis van de typeaanduiding. Indien de nominale vermogens van de koudeopwekkers niet bekend zijn, wordt de beta-factor ($\beta_{C;gen;si}$) ingeschat/gekozen. Het vermogen van de vrije koeling wordt bepaald op basis van het maximale temperatuurverschil tussen aanvoer en retour en de maximale massastroom van het systeem in oktober ($mi = 10$).

Tabel 10.16 — Energiefractie preferente koudeopwekker of koudeopwekkers (*pref*) als functie van β

Verhouding vermogens koudeopwekkers $\beta_{C;gen;si}$	Energiefractie $f_{C;gen;si}(\beta_{C;gen;si})$	
	Juli/september	Overige maanden
0,1	0,34	0,49
0,2	0,54	0,78
0,3	0,68	0,93
0,4	0,77	0,98
0,5	0,84	1,00
0,6	0,90	1,00
0,7	0,93	1,00
0,8	0,96	1,00
0,9	0,98	1,00
1,0	1,00	1,00

waarin:

$\beta_{C;gen;si}$ is de verhouding tussen het nominale vermogen van de preferente koudeopwekkings-toestellen en het nominale vermogen van alle koudeopwekkingstoestellen voor de desbetreffende rekenzone.

De hoeveelheid koude die door de koudeopwekkers met een preferentie *pref* moet worden geleverd, bedraagt:

$$Q_{C;gen;si;pref;zi;mi} = f_{C;gen;si;pref;mi} \cdot Q_{C;gen;in;zi;mi} \quad (10.52)$$

waarin:

$Q_{C;gen;si;pref;zi;mi}$ is de hoeveelheid energie (koude) die door het koudeopweksysteem *si* met preferentie *pref* moet worden geleverd ten behoeve van zone *zi* in maand *mi*, in kWh;

$Q_{C;gen;in;zi;mi}$ is de koudebehoefte aan het koudeopweksysteem vanuit rekenzone *zi* in maand *mi*, bepaald volgens 10.3.1 of 10.3.2, in kWh;

$f_{C;gen;si;pref;mi}$ is de energiefractiefactor voor preferentie *pref* voor rekenzone *zi* in maand *mi*.

10.5.4 Methode 1: EER van koudeopweksysteem *si* met direct condensatie tegen de buitenlucht bepaald op basis van NEN-EN 14825

Deze methode is van toepassing in de situatie waarbij een modulerende koudeopwekker met directe condensatie tegen de buitenlucht (HEAT_REJ_TYPE = AIR_C_COND, figuur 10.5, situatie 2) wordt toegepast waarbij het koudeopweksysteem *si* uit één of meer koudeopwekkers *gi* bestaat en indien er meetgegevens volgens NEN-EN 14825 van de koudeopwekker beschikbaar zijn.

10.5.4.1 Energiebehoefte voor de koudeopwekking in maand mi

De benodigde elektrische energie voor koudeopweksysteem si , waarbij GEN_TYPE = comp, wordt per maand mi berekend door de sommatie van de bins bn binnen deze maand:

$$E_{C,gen,el,in;si;mi} = f_{op;C} \times (1 - f_{op;fc}) \times \sum_{zi} \frac{Q_{C;gen;si;pref;zi;mi}}{EER_{si;mi}} \quad (10.53)$$

waarin:

$f_{op;fc}$ is de factor voor vrije koeling;

$f_{op;C}$ is de factor voor koudeopwekking;

$Q_{C;gen;si;pref;zi;mi}$ is de hoeveelheid energie (koeling) die door het koudeopweksysteem si moet worden geleverd ten behoeve van zone zi in maand mi , in kWh;

$EER_{si,mi}$ is de energiefactor van koudeopwekker gi in maand mi .

waarvoor geldt:

$$f_{op;fc} = 0$$

$$f_{op;C} = 1$$

De energie-efficiëntie $EER_{si,mi}$ van het koudeopweksysteem si met koudeopwekker gi wordt in maand mi berekend met:

$$EER_{si,mi} = EER_{gi,n} \times f_{EER;gi,mi} \times f_{prpr;si} \quad (10.54)$$

waarin:

$f_{prpr;si}$ is de praktijkprestatiefactor van koelsysteem $f_{prpr;si}$ (koudeafgiftesysteem, koudedistributie en -opwekkingsysteem si) wordt voor alle koelsystemen toegepast, hiervoor geldt:

$$f_{prpr;si} = 0,9.$$

De correctiefactor van de energie-efficiëntiefactor in maand mi bedraagt:

$$f_{EER;gi,mi} = \sum_{bn;mi} \left(\frac{f_{t;bn;mi}}{f_{t;tot;mi}} \times f_{EER;gi;bn} \right) \quad (10.55)$$

waarin:

$f_{t;bn;mi}$ is de tijdfractie van de buitentemperaturen in maand mi , volgens tabel 10.18;

$f_{t;tot;mi}$ is de som van de tijdfracties in maand mi , volgens tabel 10.18.

De correctiefactor $f_{EER;gi;bn}$ voor koudeopwekker gi per bin bn is:

als:

$$f_{C;PL;gi;bn} > f_{C;PL;gi;\min}$$

$$f_{EER;gi;bn} = \frac{T_{0;abs} + \vartheta_{C;evap,out}}{\vartheta_{cond,in;bn} - \vartheta_{C;evap,out} + \left(\frac{f_{C;PL;gi;bn}}{100}\right) \times \Delta \vartheta_{corr;gi}} \left[C_{1;gi} \times \left(\frac{f_{C;PL;gi;bn}}{100}\right)^3 + C_{2;gi} \times \left(\frac{f_{C;PL;gi;bn}}{100}\right)^2 + C_{3;gi} \times \left(\frac{f_{C;PL;gi;bn}}{100}\right) + C_{4;gi} \right] \quad (10.56)$$

als:

$$f_{EER;gi;bn} = \frac{T_{0;abs} + \vartheta_{C;evap,out}}{\vartheta_{cond,in;bn} - \vartheta_{C;evap,out} + \left(\frac{f_{C;PL;gi;min}}{100}\right) \times \Delta \vartheta_{corr;gi}} \left[C_{1;gi} \times \left(\frac{f_{C;PL;gi;min}}{100}\right)^3 + C_{2;gi} \times \left(\frac{f_{C;PL;gi;min}}{100}\right)^2 + C_{3;gi} \times \left(\frac{f_{C;PL;gi;min}}{100}\right) + C_{4;gi} \right] \quad (10.57)$$

waarin:

$C_{1;gi}, C_{2;gi}, C_{3;gi}, C_{4;gi}$ zijn de coëfficiënten van de koudeopwekker gi ;

$\Delta \vartheta_{corr;gi}$ is de correctie voor het temperatuurverschil van de koudeopwekker gi , berekend met vergelijkingen 10.63, in K;

$f_{C;PL;gi;min}$ is de minimale deellastfactor van koudeopwekker gi , in %;

$f_{C;PL;gi;bn}$ is de deellastfactor van koudeopwekker gi voor bin bn , in %;

$\vartheta_{cond,in;bn}$ is de condensorintredetemperatuur voor bin bn , in °C;

$\vartheta_{C;evap,out}$ is de verdamperuittredetemperatuur, in °C.

Bepaal de deellastfactor van de koudeopwekker gi per bin bn volgens:

$$f_{C,PL;gi;bn} = \frac{\Phi_{C,gen;gi;net;bn}}{\Phi_{C,gen;gi;n}} \quad (10.58)$$

$$f_{C,PL;gi;min} = \frac{\Phi_{C,gen;gi;min}}{\Phi_{C,gen;gi;n}} \quad (10.59)$$

waarin:

$f_{C;PL;gi;bn}$ is de deellastfactor van de koudeopwekker gi voor bin bn ;

$f_{C;PL;gi;min}$ is de minimale deellastfactor van de koudeopwekker gi bij continubedrijf;

$\phi_{C,gen;si;net;bn}$ is het netto benodigde koelvermogen van systeem si van rekenzone zi voor bin bn , in kW;

$\phi_{C;PL;gi;n}$ is het nominale koelvermogen van de koudeopwekker gi bij de 'standard rating condition', in kW, volgens NEN-EN 14511;

$\phi_{C;PL;gi;min}$ is het minimale koelvermogen bij continubedrijf van de koudeopwekker gi , in kW, volgens NEN-EN145825.

OPMERKING Bij een collectieve gebouwinstallatie voor de functie koeling betreft het nominale ($\phi_{C;PL;gi;n}$) en het minimale ($\phi_{C;PL;gi;min}$) koelvermogen het koelvermogen van de collectief opgestelde koudeopwekker gi .

Bepaal het netto benodigde koelvermogen $\phi_{C;gen;si;net;bn}$ van koudeopwekker gi van systeem si van rekenzone j , volgens:

$$\Phi_{C;gen;gi;net;bn} = \frac{\sum_{mi} Q_{C;gen;in;j;mi} \cdot f_{Q;C;bn}}{f_{gebouw;C}} \quad (10.60)$$

waarin:

- $Q_{C;gen;in;j;mi}$ is de hoeveelheid energie ten behoeve van de energiefunctie koeling van rekenzone j geleverd door koudeopwekker gi in maand mi ;
- $f_{Q;C;bn}$ is de factor voor de vertaling van jaargemiddeld energiegebruik naar vermogen per conditie, bepaald volgens tabel 10.17;
- $f_{gebouw;C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

Tabel 10.17 — Tijdsduur en koudebehoeftefactor als functie van buitentemperatuur per jaar

$\vartheta_{e;bn}$ °C	$f_{Q;C;bn}$											
	$\vartheta_{stookgrens; koeling}$											
	≥ 14	≥ 15	≥ 16	≥ 17	≥ 18	≥ 19	≥ 20	≥ 21	≥ 22	≥ 23	≥ 24	≥ 25
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
15	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
16	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
18	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
19	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
22	0,0006	0,0007	0,0007	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
23	0,0007	0,0008	0,0009	0,0010	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000
24	0,0008	0,0009	0,0010	0,0011	0,0013	0,0014	0,0015	0,0015	0,0013	0,0009	0,0000	0,0000
25	0,0008	0,0010	0,0011	0,0013	0,0015	0,0017	0,0018	0,0020	0,0020	0,0019	0,0013	0,0000
26	0,0009	0,0010	0,0012	0,0014	0,0017	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0028	0,0027	0,0021
27	0,0010	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0026	0,0030	0,0034	0,0037	0,0040	0,0041
28	0,0011	0,0012	0,0015	0,0018	0,0021	0,0025	0,0029	0,0034	0,0040	0,0046	0,0054	0,0062
29	0,0011	0,0013	0,0016	0,0019	0,0023	0,0028	0,0033	0,0039	0,0047	0,0056	0,0067	0,0082
30	0,0012	0,0014	0,0017	0,0021	0,0025	0,0031	0,0037	0,0044	0,0054	0,0065	0,0081	0,0103
31	0,0013	0,0015	0,0018	0,0022	0,0027	0,0033	0,0041	0,0049	0,0060	0,0074	0,0094	0,0124
32	0,0014	0,0016	0,0020	0,0024	0,0030	0,0036	0,0044	0,0054	0,0067	0,0084	0,0108	0,0144

De verdamperuittredetemperatuur is:

$$\vartheta_{C;evap;out} = \vartheta_{C;gen;req;out;zi,mi} - \Delta\vartheta_{evap;si} \quad (10.61)$$

waarin:

$\Delta\vartheta_{evap;si}$ is het temperatuurverschil van het te koelen medium tussen de intrede- en uittredetemperatuur van de verdamper bij systeem si , in °C, volgens tabel 10.22. Voor systemen met directe verdamping in de ruimte (figuur 10.5, principe 6) geldt $\Delta\vartheta_{evap;si} = 20$ °C;

$\vartheta_{C;gen;req;out;zi,mi}$ is de temperatuur van het door de koudeopwekker te leveren medium in maand mi voor rekenzone zi , in °C, bepaald in 10.3.4.

OPMERKING Beneden de minimale deellastverhouding (on/off cycling operation) blijft de *EER* constant. Het energiegebruik neemt lineair af met de output.

De condensorintredetemperatuur $\vartheta_{cond;in}$ voor koudeopwekkers die condenseren tegen de buitentemperatuur $\vartheta_{e;bn}$ in de bin bn is:

$$\vartheta_{cond;in} = \max(\vartheta_{cond;in;lim} ; \vartheta_{e;bn}) \quad (10.62)$$

waarin:

$\vartheta_{cond;in;lim}$ is de maximale intredeluchttemperatuur van de condensor;

$\vartheta_{e;bn}$ is de buitentemperatuur in de betreffende temperatuur bin bn .

Tabel 10.18 — Tijdfractie van buitentemperaturen per maand

$\vartheta_{e;bn}$ °C	$f_{t;bn;mi}$											
	Jan <i>mi=1</i>	Feb <i>mi=2</i>	Mrt <i>mi=3</i>	Apr <i>mi=4</i>	Mei <i>mi=5</i>	Jun <i>mi=6</i>	Jul <i>mi=7</i>	Aug <i>mi=8</i>	Sept <i>mi=9</i>	Okt <i>mi=10</i>	Nov <i>mi=11</i>	Dec <i>mi=12</i>
14	0	0,0250	0,0296	0,1014	0,0444	0,0847	0,0986	0,0887	0,0264	0,0094	0,0223	0
15	0	0,0014	0,0403	0,1292	0,0712	0,1048	0,1125	0,0645	0,0236	0,0121	0,0134	0
16	0	0	0,0699	0,1292	0,0780	0,1022	0,1222	0,0524	0,0167	0,0108	0,0164	0
17	0	0	0,0309	0,1083	0,0860	0,0981	0,1250	0,0417	0,0292	0,0094	0	0
18	0	0	0,0309	0,0889	0,1304	0,1089	0,0792	0,0376	0,0153	0,0054	0	0
19	0	0	0,0188	0,0514	0,1129	0,0887	0,0556	0,0202	0,0139	0	0	0
20	0	0	0,0067	0,0278	0,0941	0,0618	0,0458	0,0188	0,0167	0	0	0
21	0	0	0,0081	0,0194	0,0672	0,0538	0,0264	0,0134	0	0	0	0
22	0	0	0,0040	0,0319	0,0538	0,0430	0,0236	0,0161	0	0	0	0
23	0	0	0	0,0153	0,0296	0,0269	0,0139	0,0215	0	0	0	0
24	0	0	0	0,0167	0,0175	0,0269	0,0083	0,0363	0	0	0	0
25	0	0	0	0,0153	0,0188	0,0161	0,0097	0,0349	0	0	0	0
26	0	0	0	0,0028	0,0161	0,0282	0,0069	0,0215	0	0	0	0
27	0	0	0	0,0042	0,0188	0,0255	0,0097	0,0121	0	0	0	0
28	0	0	0	0,0014	0,0121	0,0175	0,0042	0,0094	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0,0134	0,0040	0,0042	0,0040	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0,0108	0,0027	0,0069	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0,0094	0,0013	0,0014	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0,0042	0	0	0	0	0
$f_{t;tot;mi}$	0	0,0264	0,2392	0,7431	0,8844	0,8952	0,7583	0,4933	0,1417	0,0470	0,0521	0

10.5.4.1.1 Bepaling coëfficiënten op basis van resultaten volgens NEN-EN 14825

De coëfficiënten $C_{1,gi}$, $C_{2,gi}$, $C_{3,gi}$, $C_{4,gi}$ en het gecorrigeerde temperatuurverschil $\Delta\vartheta_{corr,gi}$ die het gedrag van de koudeopwekker gi onder deellastcondities met behulp van formule 10.56 en formule 10.57 bepalen worden verkregen door het oplossen van de volgende vijf lineaire vergelijkingen:

$$\begin{aligned} \left(\frac{f_{C,PL,gi,A}}{100}\right)^3 \times C_{1,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,A}}{100}\right)^2 \times C_{2,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,A}}{100}\right) \times C_{3,gi} + C_{4,gi} - \frac{\frac{EER_{A,gi}}{EER_{n,gi}} \times \Delta\vartheta_{corr,gi} \times \left(\frac{f_{C,PL,gi,A}}{100}\right)}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,A}} &= \frac{\frac{EER_{A,gi}}{EER_{n,gi}} \times (\vartheta_{C,cond,in,gi,A} - \vartheta_{C,evap,out,gi,A})}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,A}}, \\ \left(\frac{f_{C,PL,gi,B}}{100}\right)^3 \times C_{1,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,B}}{100}\right)^2 \times C_{2,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,B}}{100}\right) \times C_{3,gi} + C_{4,gi} - \frac{\frac{EER_{B,gi}}{EER_{n,gi}} \times \Delta\vartheta_{corr,gi} \times \left(\frac{f_{C,PL,gi,B}}{100}\right)}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,B}} &= \frac{\frac{EER_{B,gi}}{EER_{n,gi}} \times (\vartheta_{C,cond,in,gi,B} - \vartheta_{C,evap,out,gi,B})}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,B}}, \\ \left(\frac{f_{C,PL,gi,C}}{100}\right)^3 \times C_{1,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,C}}{100}\right)^2 \times C_{2,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,C}}{100}\right) \times C_{3,gi} + C_{4,gi} - \frac{\frac{EER_{C,gi}}{EER_{n,gi}} \times \Delta\vartheta_{corr,gi} \times \left(\frac{f_{C,PL,gi,C}}{100}\right)}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,C}} &= \frac{\frac{EER_{C,gi}}{EER_{n,gi}} \times (\vartheta_{C,cond,in,gi,C} - \vartheta_{C,evap,out,gi,C})}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,C}}, \\ \left(\frac{f_{C,PL,gi,D}}{100}\right)^3 \times C_{1,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,D}}{100}\right)^2 \times C_{2,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,D}}{100}\right) \times C_{3,gi} + C_{4,gi} - \frac{\frac{EER_{D,gi}}{EER_{n,gi}} \times \Delta\vartheta_{corr,gi} \times \left(\frac{f_{C,PL,gi,D}}{100}\right)}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,D}} &= \frac{\frac{EER_{D,gi}}{EER_{n,gi}} \times (\vartheta_{C,cond,in,gi,D} - \vartheta_{C,evap,out,gi,D})}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,D}}, \\ \left(\frac{f_{C,PL,gi,5}}{100}\right)^3 \times C_{1,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,5}}{100}\right)^2 \times C_{2,gi} + \left(\frac{f_{C,PL,gi,5}}{100}\right) \times C_{3,gi} + C_{4,gi} - \frac{\frac{EER_{5,gi}}{EER_{n,gi}} \times \Delta\vartheta_{corr,gi} \times \left(\frac{f_{C,PL,gi,5}}{100}\right)}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,5}} &= \frac{\frac{EER_{5,gi}}{EER_{n,gi}} \times (\vartheta_{C,cond,in,gi,5} - \vartheta_{C,evap,out,gi,5})}{T_{0,abs} + \vartheta_{C,evap,out,gi,5}} \end{aligned} \quad (10.63)$$

waarin:

$EER_{A, B, C, D}$	zijn de bepaalde energie-efficiënties van de koudeopwekker gi onder deellastcondities A, B, en D, volgens NEN-EN 14825;
$\vartheta_{C,evap,out,A, B, C, D}$	zijn de verdamperuittredetemperaturen van koudeopwekker gi overeenkomstig met de deellastcondities A, B, C en D, volgens NEN-EN 14825, in °C;
$\vartheta_{C,cond,in,A, B, C, D}$	zijn de condensorintredetemperaturen van koudeopwekker gi overeenkomstig met de deellastcondities A, B, C en D, volgens NEN-EN 14825;
$f_{C,PL,A, B, C, D}$	zijn de deellastfactoren van koudeopwekker gi overeenkomstig met de deellastcondities A, B, C en D, volgens NEN-EN 14825;
EER_5	is de energie-efficiëntie van koudeopwekker gi bij het vijfde meetpunt zoals gedefinieerd in de NEN-EN 14825;
$\vartheta_{C,evap,out,5}$	is de verdamper uittredetemperatuur van koudeopwekker gi bij het vijfde meetpunt, °C;
$\vartheta_{C,cond,in,5}$	is de condensorintredetemperatuur van koudeopwekker gi bij het vijfde meetpunt, in °C;
$f_{C,PL,5}$	is de deellastfactor van koudeopwekker gi bij het vijfde meetpunt, in %;
$EER_{gi,n}$	is de nominale energie-efficiëntie van koudeopwekker gi ;

$\Delta\vartheta_{\text{corr};gi}$ is het gecorrigeerde temperatuurverschil van koudeopwrekker gi bepaald uit formule (10.63), in °C.

De waarde voor $EER_{gi;5}$ moet worden ontleend aan het vijfde meetpunt dat aanvullend is aan de vereiste waarden uit NEN-EN 14825. De condities van dit vijfde meetpunt van koudeopwrekker gi moeten zo worden gekozen dat de deellastfactor $f_{C;PL;gi;5} = f_{C;PL;gi;C}$, maar met een intredetemperatuur van de condensor van $\vartheta_{C;cond;in;gi;5} = \vartheta_{C;cond;in;gi;A}$. Als de meetgegevens van dit vijfde meetpunt niet beschikbaar zijn, kunnen deze worden benaderd met formule (10.64).

$$EER_{5;gi} = EER_{C;gi} \frac{\vartheta_{C;cond;in;gi;C} - \vartheta_{C;evap;out;gi;C}}{\vartheta_{C;cond;in;gi;A} - \vartheta_{C;evap;out;gi;A}} \quad (10.64)$$

waarin:

$$\Delta\vartheta_{\text{corr};gi} = 0.$$

OPMERKING Als alternatief kunnen de prestaties worden bepaald met interpolatie van de tabelwaarden als meer gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn.

10.5.5 Methode 2: Rekenwaarden energie-efficiëntie van een koudeopwrekker EER_{mi} indien gegevens conform NEN-EN 14511 voor handen zijn

Deze methode is van toepassing bij een koudeopwrekker waarvan prestatiegegevens volgens NEN-EN 14511 bekend zijn.

10.5.5.1 Energiebehoefte voor de koudeopwrekking in maand mi

De energiebehoefte voor de koudeopwrekking in maand mi is:

als:

$$\text{GEN_TYPE} = \text{COMP}$$

dan:

$$E_{C;gen;el;in;si;mi} = \sum_{gi} \frac{Q_{C;gen;pref;zi;mi}}{PLV_{si;gi;mi} \cdot EER_{gi;n} \cdot f_{EER;corr;si;gi;mi} \cdot f_{prpr;si}} \quad (10.65)$$

anders:

$$Q_{H;C;gen;abs;in;si;mi} = \sum_{gi} \frac{Q_{C;gen;pref;zi;mi}}{PLV_{si;gi;mi} \cdot \zeta_{gi;n} \cdot f_{prpr;si}} \quad (10.66)$$

waarin:

$E_{C;gen;el;in;si;mi}$ is de elektrische energie benodigd voor de aandrijving van koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;

$Q_{C;gen;pref;zi;mi}$ is de hoeveelheid energie (koeling) die door het koudeopweksysteem moet worden geleverd in maand mi , in kWh;

$PLV_{si;gi;mi}$ is de deellastfactor van de koudeopwrekker;

$EER_{gi,n}$	is de nominale energie-efficiëntie van koudeopwekker gi (compressiesysteem) volgens NEN-EN 14511 bij de 'standard rating conditions';
$f_{EER,corr;si,gi,mi}$	is de correctiefactor voor de bedrijfscondities voor koudeopweksysteem si en koudeopwekker gi in maand mi ;
$Q_{H;C;gen;abs;in;si,mi}$	is de thermische energie benodigd voor de aandrijving van een absorptiekoeler van systeem si in maand mi , in kWh;
$\zeta_{gi;n}$	is de nominale energie-efficiëntie van koudeopwekker gi (absorptiesysteem) bij de 'standard rating conditions';
$f_{prpr;si}$	is de praktijkprestatiefactor van koelsystemen (koudeafgiftesysteem, koudedistributie en -opwekking) en wordt voor alle koelsystemen toegepast.

Voor systemen met directe condensatie tegen de buitenlucht (figuur 10.5, principe 2) geldt: $f_{prpr;si} = 0,60$, voor overige systemen geldt een praktijkprestatiefactor van 0,9.

Als dit het referentietoestel is:

$$f_{C;gen;si,gi,mi} = f_{C;gen;si,gi,pref;mi}$$

als:

$$f_{C;gen;si,gi,mi} = f_{C;gen;si,gi,npref;mi}$$

10.5.5.2 Deellastfactor PLV in maand mi

De deellastfactor van systeem si in maand mi moet worden bepaald volgens:

$$PLV_{si,gi,mi} = f_{C;PL;k;si,gi,mi} \cdot f_{hr;PL;si,mi} \cdot f_{hr;fc} \cdot f_{C,mult} \quad (10.67)$$

waarin:

$f_{C;PL;k;si,gi,mi}$ is de deellastfactor voor de koudeopwekker gi in systeem si en voor maand mi (tabel 10.19 of 10.21);

$f_{hr;PL;si,mi}$ is de deellastfactor van het condensorwarmteafgiftesysteem si in maand mi ;

$f_{hr;fc}$ is factor voor vrije koeling (tabel 10.34);

$f_{C,mult}$ is de factor voor meerdere koudeopwekkers.

Verder geldt:

$$f_{hr;PL;si,mi} = 1$$

$$f_{C,mult} = 1$$

$$f_{hr;fc} = 1$$

Bij absorptiekoelers is de deellastfactor $PLV_{si,gi,mi}$ 0,95.

10.5.5.2.1 Deellastfactor $f_{C;PL;k;si;gi,mi}$ van de koudeopwekker in maand mi

Deellastfactoren $f_{C;PL;k;si,gi,mi}$ voor verschillende koudeopwekkers zijn gegeven in tabellen 10.19 en 10.21.

Tabel 10.19 — Deellastfactoren $f_{C;PL;k;si,gi,mi}$ voor airconditioningsystemen in een ruimte met condensorwarmteafgifte aan buitenlucht in maand mi

Systeemcode	Deellastfactor trap k_{mi}									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
AIR_CLG_RAC_A	1,34	1,34	1,34	1,34	1,27	1,23	1,16	1,09	1,02	0,95
AIR_CLG_RAC_B	0,68	0,73	0,77	0,80	0,86	0,93	0,95	0,97	0,94	0,90
AIR_CLG_RAC_C	1,52	1,54	1,57	1,69	1,45	1,31	1,21	1,09	1,03	0,95
AIR_CLG_RAC_D	0,77	1,18	1,42	1,55	1,54	1,46	1,35	1,19	1,06	0,92

waarin:

K is de deellast trap , bepaald volgens formule 10.69;

AIR_CLG_RAC_A is het splitsysteem (REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC en AIR_CLG_RAC_ZONE_TYPE = SINGLE);

AIR_CLG_RAC_B is het multi-splitsysteem met cilinderafschakeling (REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC en AIR_CLG_RAC_ZONE_TYPE = MULTIPLE);

AIR_CLG_RAC_C is het splitsysteem met frequentieregeling (REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC en AIR_CLG_RAC_ZONE_TYPE = SINGLE);

AIR_CLG_RAC_D is het multi-split systeem met frequentieregeling – VRF systeem (REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC and AIR_CLG_RAC_ZONE_TYPE = MULTIPLE).

Tabel 10.20 — Systeemcode AIR_CLG_RAC_ZONE_TYPE voor type regeling van het koudeopweksysteem

AIR_CLG_RAC_ZONE_TYPE	Omschrijving
SINGLE	Éénzonesysteem
MULTIPLE	Multizonesysteem

Tabel 10.21 — Deellastfactor $f_{C;PL;k;si,gi,mi}$ voor centraal opgestelde koelers in maand mi

Type koeler	Deellast trap $k_{si,gi,mi}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Waterkoelers met condensorwarmte-afgifte aan buitenlucht	0,83	0,87	0,92	0,95	0,98	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00
Waterkoelers met condensorwarmte-afgifte aan water	0,96	0,94	0,92	0,90	0,90	0,90	0,92	0,94	0,96	1,00

De deellastfactor van de koudeopwekker gi in maand mi is:

$$f_{C;PL;si;gi,mi} = \frac{Q_{C;gen;in;req;si,mi}}{t_{C,mi} \cdot \Phi_{C;gen;si;gi;n} \cdot f_{gebouw;C}} \quad (10.68)$$

waarin:

- $\Phi_{C;gen;si;gi;n}$ is het nominale koelvermogen van de koudeopwekker gi , volgens NEN-EN 14511 of NEN 14825 bij de 'standard rating conditions', in kW;
- $Q_{C;gen;in;req;si,mi}$ is de thermische energie die door het koudeopweksysteem si onttrokken moet worden in maand mi , in kWh;
- $t_{C,mi}$ is de bedrijfstijd van de koudeopwekker gi in maand mi , in h, volgens tabel 10.6;
- $f_{gebouw;C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

De deellast trap van de koudeopwekker $k_{si,gi,mi}$ in maand mi wordt als volgt toegewezen op basis van de deellastfactor voor koeling $f_{C;PL;si,gi,mi}$:

$$\begin{aligned} 0,05 \leq f_{C;PL;si;gi,mi} < 0,15 &\rightarrow k_{si;gi,mi} = 0,1; \\ 0,15 \leq f_{C;PL;si;gi,mi} < 0,25 &\rightarrow k_{si;gi,mi} = 0,2; \\ \vdots & \\ 0,95 \leq f_{C;PL;si;gi,mi} &\rightarrow k_{si;gi,mi} = 1,0; \end{aligned} \quad (10.69)$$

De deellastfactor van de koudeopwekker bij een specifieke deellast trap $k_{si,gi,mi}$ in maand mi is:

als:

$$f_{C;PL;si,gi,mi} < 0,05$$

$$f_{C;PL;k;si,gi,mi} = 1$$

als:

REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC

Zie tabel 10.19.

Anders:

zie tabel 10.21.

OPMERKING De deellastfactor $f_{C;PL,k;si,gi,mi}$ is gedefinieerd bij nominale temperatuurcondities (standard rating conditions). Afwijkingen van deze nominale temperatuurcondities worden voor het condensorwarmteafgiftesysteem gecorrigeerd met de factor $f_{hr;PL;si,mi}$.

als:

$$f_{C;PL;si,gi,mi} \leq 1$$

$$Q_{C;gen;in;si,gi,mi} = Q_{C;gen;in;req;si,gi,mi} \quad (10.70)$$

Anders:

$$Q_{C;gen;in;si,gi,mi} = t_{C,mi} \cdot \Phi_{C;gen;si,gi,n} \cdot f_{gebouw;C} \quad (10.71)$$

waarin:

$Q_{C;gen;in;si,gi,mi}$ is de thermische energie onttrokken door de koudeopwekker gi in maand mi , in kWh;

$t_{C,mi}$ is de bedrijfstijd van de koudeopwekker gi in maand mi , in h, volgens tabel 10.6;

$f_{gebouw;C}$ is de verhouding tussen de gebruiksoppervlakte van het gebouwdeel waarvoor de energieprestatie voor de functie koeling wordt bepaald, en de gebruiksoppervlakte van het gebouw als geheel aangesloten op de collectieve gebouwinstallatie si voor de functie koeling.

De deellastfactor voor de geleverde koelvraag in maand mi is:

$$f_{C;PL;cvd;mi} = \min \left(1, 0 ; \frac{\sum_{si} \sum_{gi} Q_{C;gen;in;si,gi,mi}}{Q_{C;gen;in;req;mi}} \right) \quad (10.72)$$

De factor $f_{C;PL;cvd;mi}$ kan worden gebruikt voor controle van de dekking van de koudevraag.

10.5.5.3 Temperatuurcorrectie $f_{EER;corr;si,gi,mi}$ van de nominale efficiëntie van koudeopwekking gi

De energie-efficiëntie $EER_{si,gi,mi}$ van een koudeopwekker in maand mi is gedefinieerd bij specifieke temperaturen, $\vartheta_{C;gen;req;out;si,n}$ en $\vartheta_{C;gen;req;in;si,n}$ volgens NEN-EN 14511. Voor afwijkende temperaturen moet de volgende correctie worden toegepast:

$$f_{EER;corr;si;gi;mi} = \frac{\frac{T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;si;mi} - \Delta\vartheta_{evap;si}}{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref;si;mi} + \Delta\vartheta_{cond;si}) - (T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;si;mi} - \Delta\vartheta_{evap;si})}}{\frac{T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;gi;n} - \Delta\vartheta_{evap}}{(T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;hr;req;in;gi;n} + \Delta\vartheta_{cond;si}) - (T_{0;abs} + \vartheta_{C;gen;req;out;gi;n} - \Delta\vartheta_{evap;si})}} \quad (10.73)$$

waarin:

- $T_{0;abs}$ is de absolute temperatuur bij 0 °C (273,16 K) in K;
- $\vartheta_{C;gen;req;out;si;mi}$ is de benodigde temperatuur van het gekoelde medium (bijv. de benodigde koudwatertemperatuur of luchttemperatuur bij het uittreden van de verdamper uit 10.3.4 in maand mi , in °C;
- $\vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref;si;mi}$ is de gemiddelde referentietemperatuur van het aan de condensor toegevoegde medium (de temperatuur van het koelwater of de -lucht aan de inlaat van de condensor) in maand mi , in °C;
- $\vartheta_{C;gen;req;out;si;gi;n}$ is de uittredetemperatuur van de verdamper van de koudeopwekker bij de gedefinieerde nominale condities (standard rating conditions), in °C, volgens NEN-EN 14511-2;
- $\vartheta_{C;gen;hr;req;in;si;gi;n}$ is de intredetemperatuur van de condensor van de koudeopwekker bij de nominale condities (standard rating conditions), in °C, volgens NEN-EN 14511-2;
- $\Delta\vartheta_{evap;si}$ is het temperatuurverschil van het te koelen medium over de verdamper bij systeem si , in K, volgens tabel 10.22;
- $\Delta\vartheta_{cond;si}$ is het temperatuurverschil van het medium dat de condensorwarmte afvoert over de condensor bij systeem si , in K, volgens tabel 10.22.

OPMERKING In gevallen waarbij de benodigde temperaturen gelijk zijn aan die bij de nominale condities is de uitkomst van formule (10.73): $f_{EER;corr;si;gi;mi} = 1,0$.

Tabel 10.22 — Temperatuurverschil tussen de intrede- en uittredetemperatuur van de condensor $\Delta\vartheta_{cond;si}$ en verdamper $\Delta\vartheta_{evap;si}$

Variabele	Eenheid	Waarde	Conditie	Omschrijving
$\Delta\vartheta_{cond;si}$	K	4	REFR_TYPE = WTR_CLG_CHLL	Watergekoelde koudeopwekker
$\Delta\vartheta_{cond;si}$	K	10	REFR_TYPE = (AIR_CLG_RAC or AIR_CLG_CHLL) and AIR_CLG_HEAT_REJ = EXTERNAL	Luchtgekoelde airconditioner of luchtgekoelde koudeopwekker en warmteafvoer naar buiten met buitenluchtcondities
$\Delta\vartheta_{cond;si}$	K	20	REFR_TYPE = AIR_CLG_CHLL and AIR_CLG_HEAT_REJ = INTERNAL	Luchtgekoelde koudeopwekker en warmteafvoer naar afvoerlucht met binnenluchtcondities
$\Delta\vartheta_{evap;si}$	K	6	REFR_TYPE = (AIR_CLG_CHLL or WTR_CLG_CHLL)	koudeopwekker
$\Delta\vartheta_{evap;si}$	K	20	REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC	airconditioning

Tabel 10.23 — Systeemcode REFR_TYPE voor het type koudeopweksysteem

REFR_TYPE	Omschrijving
AIR_CLG_RAC	Luchtgekoeld airconditioningsysteem met de verdamper in de ruimte (figuur 10.5, principe 2 met 6)
AIR_CLG_CHLL	Luchtgekoelde koudeopwekker (koudwatermachine, figuur 10.5, principe 2 met 7)
WTR_CLG_CHLL	Watergekoelde koudeopwekker (koudwatermachine, figuur 10.5, principe 3 met 7)

10.5.5.3.1 Berekening indien een koudeopwekker met directe condensatie tegen de buitenlucht wordt gebruikt (REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC of REFR_TYPE = AIR_CLG_CHLL)

De temperatuur in formule (10.73) is:

$$g_{C;gen:hr:req:in:ref:si:mi} = g_{e:kg:mi} \quad (10.74)$$

waarin:

$\vartheta_{e;kg,mi}$ is de maandgemiddelde temperatuur boven de koelgrens $\vartheta_{koelgrens}$ in maand mi , in °C, volgens tabel 10.24;

$\vartheta_{C;gen;out;req;j;si;mi}$ is de interne (binnen)temperatuur van rekenzone zi voor systeem si in maand mi , in °C.

Tabel 10.24 — Maandgemiddelde temperatuur boven de koelgrens $\vartheta_{e;kg,mi}$

[illegible]

Tabel 10.25 — Systeemcode AIR_CLG_HEAT_REJ condensorwarmteafgifte

AIR_CLG_HEAT_REJ	Omschrijving
EXTERNAL	Warmteafvoer naar buiten met buitenluchtcondities

10.5.5.3.2 Berekening bij een watergekoelde koudeopwekker (REFR_TYPE = WTR_CLG_CHLL)

De temperatuur in formule (10.73) voor maand mi is:

$$\vartheta_{C;gen;hr;req;in;ref;si;mi} = \vartheta_{C;wat;hr;in;ref;si;mi} \quad (10.75)$$

De waarden voor $\vartheta_{C;wat;hr;in;ref;si;mi}$ en $\vartheta_{C;wat;hr;out;ref;si;mi}$ volgen uit tabel 10.26.

Tabel 10.26 — Referentietemperatuur condensorwarmteafvoersysteem

Koude-opwekker	Condensorwarmteafgiftesysteem	$\vartheta_{C;wat;hr;in;ref;si;mi}$	$\vartheta_{C;wat;hr;req;out;ref;si;mi}$
Watergekoelde condensorkoude opwekker	Natte koeltoren (HEAT_REJ_TYPE = WET)	$\vartheta_{C;hr;wb;mi} + 6$	$\vartheta_{C;hr;wb;mi} + 3$
	Droge koeler (HEAT_REJ_TYPE = DRY)	$\vartheta_{e;kg;mi} + 15$	$\vartheta_{e;kg;mi} + 10$
	Warmte-koudeopslagsysteem in de bodem (bodemopslagsysteem) en oppervlaktewater (HEAT_REJ_TYPE = AQUIF)	35	30

OPMERKING De gegeven waarden voor condensorwarmteafgifte aan een bodemopslagsysteem in de bodem of aan oppervlaktewater zijn erop gebaseerd dat veel koudeopwekkers niet op een lagere temperatuur kunnen condenseren.

Tabel 10.27 — Maandgemiddelde natteboltemperatuur $\vartheta_{C;hr;wb;mi}$ bij een buitentemperatuur boven de koelgrens

Maand \ Koelgrens $\vartheta_{koelgrens}$	$\vartheta_{C;hr;wb;mi}$										
	≥ 15	≥ 16	≥ 17	≥ 18	≥ 19	≥ 20	≥ 21	≥ 22	≥ 23	≥ 24	≥ 25
Jan	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
Febr	11,7	11,7	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Maart	10,7	11,0	11,7	12,7	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
April	11,9	12,1	12,2	12,6	13,0	12,6	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9
Mei	14,8	15,2	15,6	16,0	16,2	16,4	16,4	16,5	16,6	16,7	17,1
Juni	14,8	15,2	15,7	16,8	17,7	18,4	19,0	19,6	20,2	20,6	21,0
Juli	16,5	16,9	17,4	17,8	18,3	18,8	19,1	19,6	19,8	20,2	20,6
Aug	17,2	17,4	17,7	18,1	18,5	19,1	19,8	20,4	20,9	21,1	21,3
Sept	15,5	16,0	16,7	17,5	18,1	18,4	19,0	19,3	19,8	20,4	20,7
Okt	15,0	15,4	15,8	16,4	16,9	17,5	17,7	18,4	18,4	18,4	18,4
Nov	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Dec	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7

Tabel 10.28 — Systeemcode HEAT_REJ_TYPE condensorwarmteafgiftesysteem

HEAT_REJ_TYPE	Omschrijving
DRY	Droge condensor
WET	Natte condensor/koeltoren
AQUIF	Bodemopslagsysteem en oppervlaktewater

10.5.6 Methode 3: Rekenwaarden energie-efficiëntie van een koudeopwekker EER_{mi} indien geen gegevens volgens NEN-EN 14511 of NEN-EN 14825 voor handen zijn

Deze methode is van toepassing indien er geen gegevens over de prestaties van de koudeopwekker volgens NEN-EN 14825 of NEN-EN 14511 beschikbaar zijn. Bij deze methode wordt gebruikgemaakt van forfaitaire waarden.

In deze waarden zijn verdisconteerd:

- alle verliezen van de koudeopwekker;
- de verliezen en de hulpenergie van het condensorwarmteafgiftesysteem, en
- het energieverbruik van de regeling.

Deze forfaitaire waarden zijn voor alle maanden mi gelijk en zijn conservatief. Meer gedetailleerde gegevens zoals vereist in methode 1 (10.5.4) of methode 2 (10.5.5) zullen over het algemeen hogere energie-efficiëntie geven.

10.5.6.1 Energiebehoefte voor de koudeopwekking in maand mi

De energiebehoefte voor de koudeopwekking in maand mi is:

Als GEN_TYPE = COMP (compressiekoeling)

$$E_{C;gen;ci;in;si;mi} = \sum_{gi} \frac{Q_{C;gen;pref;zi;mi}}{EER_{si;gi;mi} \cdot f_{prpr;si}} \quad (10.76)$$

Anders:

Als GEN_TYPE = ABS (absorptiekoeling)

$$Q_{H;C;gen;abs;in;si;mi} = \sum_{gi} \frac{Q_{C;gen;pref;zi;mi}}{\zeta_{si;gi;mi} \cdot f_{prpr;si}} \quad (10.77)$$

Anders (externe koudelevering)

$$Q_{C;gen;ext;in;si;mi} = \sum_{gi} \frac{Q_{C;gen;pref;zi;mi}}{\eta_{C;gen;equiv;dc} \cdot f_{prpr;si}} \quad (10.78)$$

waarin:

$E_{C;gen;ci;in;si;mi}$	is de energie (ci = gas of elektriciteit) benodigd voor de aandrijving van koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;
$Q_{H;C;gen;abs;in;si;mi}$	is de hoeveelheid energie (warmte) die nodig is voor de aandrijving van de absorptie koelmachine si in maand mi , in kWh;
$Q_{C;gen;pref;zi;mi}$	is de hoeveelheid energie (koeling) die door het koudeopweksysteem moet worden geleverd in maand mi , in kWh;
$Q_{C;gen;ext;zi;mi}$	is de hoeveelheid energie (koeling) die door de externe koudelevering moet worden geleverd in maand mi , in kWh;
$EER_{si;gi;mi}$	is de energie-efficiëntie van een koudeopwekker (compressiesysteem) volgens tabel 10.29;
$Q_{H;C;gen;abs;in;si;mi}$	is de thermische energie benodigd voor de aandrijving van een absorptie koeler van koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;
ζ_n	is de energie-efficiëntie van een koudeopwekker (absorptiesysteem) volgens tabel 10.29;
$\eta_{C;gen;equiv;dc}$	is het opwekkingsrendement voor koeling bij externe koudelevering;

$f_{prpr;si}$

is de praktijk prestatiefactor van koelsystemen (koudeafgiftesysteem, -koudedistributie en -opwekking) en wordt voor alle koelsystemen toegepast.

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een bestaand gebouw waarbij sprake is van een collectieve installatie voor de functie koeling moet op basis van facturen/contracten van een warmteleverancier of op andere wijze worden nagegaan of er sprake is van externe koudelevering. Indien er geen facturen/contracten van een warmteleverancier kunnen worden overlegd of op andere wijze kan worden aangetoond dat er sprake is van externe koudelevering, moet worden uitgegaan van een collectieve gebouwinstallatie voor de functie koeling, zie tabel 10.29.

10.5.6.2 EER , ζ_n en $\eta_{C;gen;equiv;dc}$ van de koudeopwekker

Voor de jaarlijkse energie-efficiëntie van een koudeopwekker $EER_{si,gi,mi}$ van een opwekkingstoestel gi in een gegeven maand mi , van een gegeven koelsysteem si , gelden de rekenwaarden zoals hierna gegeven voor de onderscheiden voorzieningen.

OPMERKING 1 In de in tabel 10.29 gegeven EER is de hulpenergie voor het condensorwarmteafgiftesysteem verdisconteerd.

Bij de berekening wordt voor elke maand mi dezelfde getalswaarde gebruikt.

Tabel 10.29— Energie-efficiëntie van een koudeopwekker $EER_{si,gi,mi}$ voor koudeopweksysteem si als GEN_TYPE = COMP

Energie-efficiëntie van een koudeopwekker	$EER_{si,gi,mi}$
Onbekende koudeopwekker in een collectieve gebouwinstallatie	3,00
Elektrisch aangedreven compressiekoelmachine	3,00
Een gasmotor aangedreven compressiekoelmachine	$3,00 \times \eta_{ge}$
waarin: η_{ge} is het dimensieloze als rendement van de gasmotor, waarvan de getalswaarde gelijk is aan het jaargemiddelde elektrisch omzettingsgetal voor gebouwgebonden WKK, $\varepsilon_{chp;el}$ (tabel 9.31) waarbij p_{el} gelijk wordt gesteld aan het mechanisch vermogen van de gasmotor p_{ge} .	

Tabel 10.30 — Energie-efficiëntie van een koudeopwekker $\zeta_{si,gi,mi}$ voor koudeopweksysteem si als GEN_TYPE = ABS

Energie-efficiëntie van een koudeopwekker	$\zeta_{si,gi,mi}$
Met gas aangedreven absorptiekoeling	0,80
Absorptiekoelmachine: — op externe warmtelevering — op WKK	$0,70 \times \eta_{H;gen;equiv;dh}$ $1,00 \times \varepsilon_{chp;th}$
waarin: $\eta_{H;gen;equiv;dh}$ is het dimensieloze in te zetten rendement voor externe warmtelevering; $\varepsilon_{chp;th}$ is het dimensieloze jaargemiddelde thermisch omzettingstal van de warmtekrachtinstallatie op bovenwaarde bij HT (tabel 9.31).	

Voor de energie-efficiëntie van koudeopwekkers bepaald volgens tabellen 10.29 en 10.30 geldt:

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

Bij externe koudelevering, levering van koude van buiten het eigen perceel, waarbij de koude extern wordt aangeleverd en niet is beperkt tot gebouwen op het eigen perceel geldt:

$\eta_{C;gen;equiv;dc}$ is het opwekkingsrendement voor koeling bij externe koudelevering;

$f_{prpr;si}$ is de praktijk prestatiefactor van koelsystemen (koudeafgiftesysteem, koudedistributie en koudeopwekking) en wordt voor alle koelsystemen toegepast.

OPMERKING 2 Bij externe koudelevering is koude de energiedrager. Met $\eta_{C;gen;equiv;dc} = 1,0$ 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 koude, conform tabel 5.2 in rekening gebracht. Indien de energieprestatie wordt bepaald inclusief het effect van een energie-infrastructuur op gebiedsniveau, dan wordt volgens [NEN-7125Bijlage P](#) o.a. een nieuwe waarde voor de primaire energiefactor van externe koudelevering bepaald, zie tabel 5.2.

De praktijk prestatiefactor van koelsystemen $f_{prpr;si}$ wordt als volgt bepaald: Indien bij externe koudelevering de primaire energiefactor van externe koudelevering ($f_{p;del;dc}$) de vaste waarde heeft van $f_{p;del;el} / 3$, bepaald volgens tabel 5.2, of conform [NEN-7125Bijlage P](#) gebaseerd is op uitsluitend gemeten waarden, dan geldt $f_{prpr;si} = 1,0$. Indien de primaire energiefactor van externe koudelevering conform [NEN-7125Bijlage P](#) gebaseerd is op berekende en eventueel gemeten waarden, en in alle andere gevallen, geldt $f_{prpr;si} = 0,95$.

10.5.7 Hulpenergie $W_{aux;gen;el;in;si;mi}$ van de koudeopwekking

Indien er geen koelsysteem is geïnstalleerd of voorzien geldt:

$$W_{aux;gen;el;in;mi} = 0$$

Voor het bepalen van de energieprestatie van een gedeelte van een gebouw dat is aangesloten op een collectieve gebouwinstallatie voor de functie koeling met een onbekende opwekker (tabel 10.29), geldt:

$$W_{\text{aux;gen;el;in;mi}} = 0$$

In alle andere gevallen geldt:

Het hulpenergiegebruik van het koudeopweksysteem voor rekenzone j is:

$$W_{\text{aux;gen;el;in;si;j;mi}} = W_{\text{hr;el;in;si;j;mi}} + W_{\text{dis;hr;el;in;si;j;mi}} + W_{\text{ctrl;el;in;j;mi}} + W_{\text{fc;el;in;j;mi}} \quad (10.79)$$

$$W_{\text{aux;gen;el;in;mi}} = \sum_j W_{\text{aux;gen;el;in;si;j;mi}}$$

waarin:

- $W_{\text{aux;gen;el;in;si;zi;mi}}$ is de elektrische hulpenergie van koudeopweksysteem si voor rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $W_{\text{hr;el;in;si;zi;mi}}$ is de elektrische hulpenergie van het condensorwarmteafgiftesysteem van het koudeopweksysteem si voor rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $W_{\text{dis;hr;el;in;si;zi;mi}}$ is de elektrische hulpenergie van het distributiesysteem van het condensorwarmteafgiftesysteem van het koudeopweksysteem si voor rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $W_{\text{ctrl;el;in;zi;mi}}$ is de elektrische hulpenergie van de regeling van het koudeopweksysteem si voor rekenzone zi in maand mi , in kWh;
- $W_{\text{fc;el;in;zi;mi}}$ is de elektrische hulpenergie van de vrijekoeling van systeem si voor rekenzone zi in maand mi , in kWh;

De thermische energie die door het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si in rekenzone zi moet worden afgevoerd in maand mi bedraagt:

Als GEN_TYPE = COMP:

$$Q_{\text{hr;out;si;zi;mi}} = \sum_{gi} Q_{\text{C;gen;pref;zi;mi}} \left(1 + \frac{1}{EER_{gi;n} f_{\text{C;PL;k;si;gi;zi;mi}} f_{\text{EER;corr;si;gi;zi;mi}}} \right) \quad (10.80)$$

Voor een gasmotor aangedreven compressiekoelmachine geldt:

$$Q_{\text{hr;out;si;zi;mi}} = Q_{\text{C;gen;pref;zi;mi}} \cdot \left(1 + \frac{1}{3,00} \right) \quad (10.80b)$$

anders:

$$Q_{\text{hr;out;si;zi;mi}} = \sum_{gi} Q_{\text{C;gen;pref;zi;mi}} \left(1 + \frac{1}{\zeta_n f_{\text{C;PL;k;si;gi;mi}}} \right) \quad (10.81)$$

waarin:

- $Q_{\text{C;gen;pref;zi;mi}}$ is de hoeveelheid energie (koeling) die door het koudeopweksysteem moet worden geleverd in rekenzone zi en in maand mi , in kWh;
- $f_{\text{C;PL;k;si;gi;mi}}$ is de deellastfactor voor de koudeopwekker gi in systeem si en voor maand mi , in kWh (tabel 10.19 of 10.21).

3,00 is de waarde voor de $EER_{si,gi,mi}$ van een gasmotor aangedreven compressie koelmachine exclusief het mechanische rendement van de gasmotor η_{ge} , volgens tabel 10.29

Formule 10.80 is gebaseerd op elektrisch aangedreven compressie koelmachines en formule 10.81 op met warmte (thermisch) aangedreven absorptie koelsystemen. Voor gasmotor aangedreven compressie koelmachines is formule 10.80b van toepassing.

10.5.7.1 Hulpenergie $W_{hr,el,in;si,mi}$ van het condensorwarmteafgiftesysteem van het koudeopweksysteem si in rekenzone zi

Bij het gebruik van methode 3 wordt er geen hulpenergie berekend voor het condensorwarmteafgiftesysteem. $W_{hr,el,in;si,zi,mi} = 0$

De hulpenergie voor het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si in rekenzone zi in maand mi is gedefinieerd als:

Als REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC or REFR_TYPE = AIR_CLG_CHLL (koudeopwekker met directe condensatie tegen de buitenlucht, figuur 10.5, principe 2)

$$W_{hr,el,in;si,zi,mi} = 0$$

Anders:

$$W_{hr,el,in;si,zi,mi} = Q_{hr,out;si,zi,mi} \cdot p_{hr,el;si} \cdot f_{hr,PL;el;si} \cdot f_{hr,fc;el;si} \quad (10.82)$$

waarin:

$Q_{hr,out;si,zi,mi}$ is de afgevoerde energie van het condensorwarmteafgiftesysteem uit rekenzone zi van koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;

$p_{hr,el;si}$ is de specifieke elektrische energiebehoefte van het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si , in kW/kW, volgens tabel 10.31;

$f_{hr,PL;el;si}$ is de elektrische deellastfactor van het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si , volgens tabel 10.32;

$f_{hr,fc;el;si}$ is de elektrische factor voor vrije koeling van koudeopweksysteem si , $f_{hr,fc;el;si} = 1$.

Tabel 10.31 — Waarden voor het specifieke elektriciteitsgebruik van het condensorwarmteafgiftesysteem

Type condensorwarmteafgiftesysteem	Specifiek elektriciteitsgebruik $p_{hr;el;si}$ in kW/kW		
	If HEAT_REJ_TYPE = WET (inclusief watertoevoer pompen)		If HEAT_REJ_TYPE = DRY
	Open circuit	Gesloten circuit of hybride koeltoren	
Zonder geluidsdemper (axiale ventilatoren)	0,033	0,018	0,045
Met geluidsdemper (radiaal ventilatoren) en indien onbekend	0,040	0,021	0.054
Bodemopslagsysteem/oppervlaktewater	0		

Tabel 10.32 — Deellastfactor elektriciteitsgebruik $f_{hr;PL;el;si}$ condensorwarmte afgiftesysteem

HEAT_REJ_CTRL	HEAT_REJ_TYPE of HBRD_HEAT_REJ_CTRL	
	DRY of HBRD_DRY	WET of HBRD_WET
Niet geregeld (NO_CTRL)	1	1

10.5.7.2 Hulpenergie $W_{hr;el;in;si,mi}$ distributiesysteem condensorwarmteafgiftesysteem van het koudeopweksysteem si

Indien er geen koelsysteem is geïnstalleerd of voorzien wordt de hoeveelheid gebruikte hulpenergie $W_{dis;hr;el;in;si,mi}$ op 0 gesteld.

Het energiegebruik van de distributie van het condensorwarmteafgiftesysteem van het koudeopweksysteem wordt berekend volgens:

als REFR_TYPE = AIR_CLG_RAC or REFR_TYPE = AIR_CLG_CHLL:

$$W_{dis;hr;el;in;si,mi} = 0$$

indien:

$$W_{dis;hr;el;in;si,mi} = Q_{hr;out;si,mi} \cdot p_{dis;el;si} \quad (10.83)$$

waarin:

$W_{dis;hr;el;in;si,mi}$ is energiegebruik van het distributiesysteem van het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;

$Q_{hr;out;si,mi}$ is de afgevoerde energie van het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si in maand mi , kWh ;

$p_{\text{dis;el;si}}$ is de specifieke elektriciteitsbehoefte van het distributiesysteem van het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si , in kW/kW volgens tabel 10.33.

Tabel 10.33— Specifieke elektriciteitsbehoefte condensorwarmteafgiftesysteem

Specifieke elektriciteitsbehoefte van het distributiesysteem		
$P_{\text{dis;el;si}}$	Eenheid	
0,033	kW/kW _{hr}	Voor een koeltoren of verdampingscondensor met een gesloten systeem
0,018	kW/kW	Voor open systeem
0,045	kW/kW	Voor een droge koeler
0,045	kW/kW	Bodemopslagsysteem
0,018	kW/kW	Oppervlaktewater

10.5.7.2.1 Hulpenergie vrije koeling met behulp van oppervlaktewater of een bodemopsysteem

$W_{\text{fc;el;in;si,mi}}$

Voor koeling waarbij de aan de rekenzone j onttrokken energie rechtstreeks aan het oppervlakte water of bodemopslagsysteem wordt overgedragen of ventilatielucht via dauwpuntkoeling wordt gekoeld zonder tussenkomst van een elektrisch of thermisch aangedreven koudeopwekker (vrije koeling) wordt alleen pompenergie toegerekend.

$$Q_{\text{hr,out;si,mi}} = Q_{\text{C;gen;pref;zi,mi}}$$

Als bij een bodemopslagsysteem minder dan 70 % van de onttrokken energie door een warmtepomp wordt toegevoerd door vrije koeling of de condensor warmte van een koelmachine, dan wordt de hoeveelheid elektrische hulpenergie vermeerderd met het verschil gedeeld door 10.

Als:

$$\frac{\sum_{mi} Q_{\text{C;hr,out;si,mi}}}{\sum_{mi} (Q_{\text{H;gen;gi,mi,out}} - E_{\text{H;gen;gi;cr;j,mi,in}})} < 0,7 \quad (10.84)$$

dan:

$$W_{\text{fc;el;in;si,mi}} = \frac{Q_{\text{C;hr,out;si,mi}}}{EER_{\text{fc;si,mi}}} + \frac{0,7 \times \sum_{mi} (Q_{\text{H;gen;gi,mi,out}} - E_{\text{H;gen;gi;cr;j,mi,in}}) - \sum_{mi} Q_{\text{C;hr,out;si,mi}}}{10 \times \sum_{mi} REG_{mi}} \times REG_{mi} \quad (10.85)$$

anders:

$$W_{\text{fc;el;in;si,mi}} = \frac{Q_{\text{C;hr,out;si,mi}}}{EER_{\text{fc;si,mi}}} \quad (10.86)$$

Indien wordt aangetoond dat de bodemtemperatuur van het bodemopslagsysteem met bodemwarmtewisselaars met alleen de toevoer van warmte uit de vrije koeling altijd groter is 0°C dan geldt:

$$W_{fc;el;in;si,mi} = \frac{Q_{C;hr;out;si,mi}}{EER_{fc;si,mi}}$$

waarin:

- $W_{fc;el;in;si,mi}$ is het energiegebruik van de vrije koeling van koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;
- $Q_{hr;out;si,mi}$ is de afgevoerde energie van het condensorwarmteafgiftesysteem van koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;
- $EER_{fc;si,mi}$ is het dimensieloze opwekkingsrendement voor vrije koeling fc , in systeem si , in maand mi ;
- $Q_{H,W;gen;gi,mi,outi}$ is de door de warmtepomp met een WKO-systeem als bron voor de functie verwarming en/of tapwaterbereiding geleverde warmte in maand mi , in kWh, bepaald volgens 9.6.3 en 13.8;
- $E_{H;gen;gi;cr;j;mi,in}$ is de aandrijfenergie van de warmtepomp met een WKO-systeem als bron voor de functie verwarming en/of voor de functie tapwaterbereiding in maand mi , in kWh, bepaald volgens 9.6.3 en 13.1.2.3;
- 10 is het rendementsgetal voor de regeneratie van het WKO-systeem;
- Reg_{mi} zijn de maanden waarin regeneratie van de bron plaatsvindt. Voor de maanden $mi = 1, 2, 3, 10, 11$ en 12 geldt: $REG_{mi} = 0$ en voor de maanden $mi = 4, 5, 6, 7, 8$ en 9 geldt: $REG_{mi} = 1$.

OPMERKING 1 Om een bodemopslagsysteem niet in temperatuur te laten afnemen is het toevoeren van 70 % van de onttrokken warmte over het algemeen voldoende.

OPMERKING 2 Om de door een elektrisch aangedreven warmtepomp systeem onttrokken warmte aan het WKO-systeem (bron) te berekenen wordt de door de warmtepomp geleverde warmte voor de functie verwarming en tapwater te verminderd met de elektrische aandrijfenergie van de warmtepomp voor deze functies.

Tabel 10.34 — Efficiëntie van soorten vrije koeling

Systeemtype vrije koeling	EER_{fc}
Koudeopslag (open systeem, aquifer) (zonder inzet koelmachine) ^a voor woningen en woongebouwen e.d. gerealiseerd of vergunning verstrekt voor 2013^a	14
Koudeopslag (open systeem, aquifer) (zonder inzet koelmachine) voor utiliteit gerealiseerd of vergunning verstrekt voor 2013^a	16
Koudeopslag (open systeem, aquifer) (zonder inzet koelmachine) voor woningen, woongebouwen en utiliteit gerealiseerd of vergunning verstrekt vanaf 2013^a	23
Dauwpuntskoeling ^b	8
Oppervlaktewater	10
Koudeopslag (gesloten systeem met bodemwarmtewisselaars)	10

- ^a Het opwekkingsrendement betreft hier de verhouding tussen koudelevering en gebruik van elektrische hulpenergie voor de bronpomp.
- ^b Gebruik van de aangegeven forfaitaire waarde voor dauwpuntskoeling is alleen toegelaten indien voor de bepaling van het energiegebruik van ventilatoren voor ventilatie en circulatie in 11.4 wordt uitgegaan van de werkelijk geïnstalleerde vermogens.

10.5.7.3 Hulpenergie regeling van het koudeopweksysteem $W_{ctrl;el;in;si,mi}$

Het energiegebruik van de regelsystemen van het koudeopweksysteem, sensoren, enz. worden berekend met:

$$W_{ctrl;el;in;si,mi} = t_{mi} \sum_j P_{ctrl;el;si,j} \quad (10.87)$$

waarin:

$W_{ctrl;el;in;si,mi}$ is het energiegebruik van de regelsystemen van het koudeopweksysteem si in maand mi , in kWh;

$P_{ctrl;el;si,j}$ is het elektrische opgenomen vermogen van regelsysteem j van het koudeopweksysteem, in kW;

$\sum_j P_{ctrl;el;si,j} = 0,010$ kW volgens NEN 7120;

t_{mi} is de bedrijfstijd van de regeling van het koudeopwekssysteem in maand mi , in h.

OPMERKING Hierbij is ervan uitgegaan dat de regeling altijd in bedrijf is.

10.5.7.3.1 Terugwinbare thermische energie bij ruimte airconditioners

De terugwinbare thermische energie van koudeopweksystemen in gebouwen met een $A_g > 500$ m² zijn op 0 gesteld omdat deze installaties zich over het algemeen in een technische ruimte bevinden.

In situaties waarvoor geldt $A_{g;gebouw} \leq 500$ m² worden de verliezen op 0 gesteld.

De terugwinbare thermische energie $Q_{C;gen;out;rbl;zi,mi}$ is in deze situaties:

$$Q_{C;gen;out;rbl;zi,mi} = 0$$

OPMERKING Voor ruimtekoelers geldt dat dit reeds in de prestatie van het toestel is verdisconteerd.

10.5.7.3.1.1 Terugwinbare thermische energie bij watergekoelde koudeopwekkers

De terugwinbare thermische energie van koudeopweksystemen in gebouwen met een $A_g > 500$ m² zijn op 0 gesteld omdat deze installaties zich over het algemeen in een de technische ruimte bevinden.

In situaties waarvoor geldt $A_g \leq 500$ m² en bij koudopweksystemen waarbij de condensorwarmte via een watercircuit aan de omgeving wordt afgegeven worden de verliezen op 0 gesteld.

De terugwinbare thermische energie $Q_{C;gen;out;rbl;mi}$ is in deze situaties:

$$Q_{C;gen;out;rbl;mi} = 0$$

OPMERKING Bij koudeopweksystemen met directe condensatie (figuur 10.5, principe 2) tegen de buitenlucht staan deze toestellen meestal buiten opgesteld.