

7 Bepaling warmte- en koudebehoefte

7.1 Principe

OPMERKING 1 De berekening van de warmte- en koudebehoefte is gebaseerd op de maandmethode uit 6.6 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

De berekening van de warmte- en koudebehoefte bestaat uit twee onderdelen:

- a) warmte- en koudebehoefte van de rekenzone zelf;
- b) warmte- en koudebehoefte voor centrale voorverwarming en/of voorverkoeling van aan de rekenzone toegevoerde lucht, indien van toepassing.

In de warmtebalans van de rekenzone zelf (in dit hoofdstuk) wordt gerekend met de temperatuur van de toevoerlucht bij intrede in de rekenzone (onderdeel a). Centrale voorverwarming en/of voorverkoeling van ventilatielucht aan de rekenzone (onderdeel b) is opgenomen in hoofdstuk 9 (verwarming) en hoofdstuk 10 (koeling).

OPMERKING 2 De warmte- respectievelijk koudebehoefte voor de centrale voorverwarming en voorverkoeling van de ventilatielucht wordt afzonderlijk verrekend, omdat vanuit het oogpunt van comfort doorgaans voor een hogere inblaasttemperatuur van de toevoerlucht wordt gekozen, dan op basis van de warmtebalans benodigd is. Hierdoor is de totale warmte- respectievelijk koudebehoefte in het geval van voorverwarming of voorverkoeling groter dan wanneer de lucht niet zou zijn voorverwarmd of voorverkoeld.

Verwarming en koeling in dezelfde maand worden bepaald door twee verschillende berekeningen met eigen waarden voor de verschillende variabelen en parameters. Deze waarden omschrijven representatieve omstandigheden voor verwarming of koeling (bijv. voor ventilatie, het terugwinnen van warmte, zonnebescherming, enz.). De warmte- en koudebehoefte worden beide berekend voor alle maanden van het jaar (waarbij voor sommige maanden de warmte- en/of koudebehoefte een waarde krijgt van nul).

De energiebehoefte voor verwarming en koeling worden berekend onder de aanname dat het vermogen van het systeem oneindig groot is.

Door het maandelijkse tijdinterval van de berekening kunnen alle tijdafhankelijke interacties met de technische bouwsystemen alleen op een versimpelde manier worden gemodelleerd. Dit gebeurt grotendeels door het introduceren van correlatiecoëfficiënten. De waarde van deze coëfficiënten zijn in de meeste gevallen een functie van klimaat, gebruikersgedrag en (bijv.) type systemen en systeemregeling.

7.2 Warmte- en koudebehoefte per rekenzone

7.2.1 Warmtebehoefte

Voor elke rekenzone z_i en elke maand m_i wordt de maandelijkse energiebehoefte voor verwarming, $Q_{H;nd;z_i;m_i}$ in kWh, berekend met formules (7.1) t/m (7.3):

indien:

$$\gamma_{H;z_i;m_i} \leq 0 \text{ en } Q_{H;gn;z_i;m_i} > 0: \quad Q_{H;nd;z_i;m_i} = 0 \quad (7.1)$$

indien:

$$\gamma_{H;zi;mi} > 2,0: \quad Q_{H;nd;zi;mi} = 0 \quad (7.2)$$

in andere gevallen:

$$Q_{H;nd;zi;mi} = Q_{H;ht;zi;mi} - \eta_{H;gn;zi;mi} \cdot Q_{H;gn;zi;mi} - \Delta\eta_{H;gn;zi;mi} \cdot Q_{H;gn;zi;mi} - \eta_{H;gn;zi;mi} \cdot (Q_{H;ls;rb;zi;mi} - Q_{C;ls;rb;zi;mi}) \quad (7.3)$$

Met als ondergrens: $Q_{H;nd;zi;mi} \geq 0$

waarin, voor elke rekenzone zi en voor elke maand mi :

- $Q_{H;nd;zi;mi}$ is de maandelijkse energiebehoefte voor verwarming voor de rekenzone zi en maand mi , zoals hieronder bepaald, in kWh;
- $\gamma_{H;zi;mi}$ is de dimensieloze warmtebalansverhouding voor verwarming, bepaald volgens 7.8.2;
- $Q_{H;ht;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht voor verwarming, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $\eta_{H;gn;zi;mi}$ is de dimensieloze benuttingsfactor voor de warmtewinst, bepaald volgens 7.8.2;
- $Q_{H;gn;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor verwarming, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $\Delta\eta_{H;gn;zi;mi}$ is het verschil in benuttingsfactor voor de warmtewinst wanneer deze wordt berekend met en zonder inachtneming van de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem, zoals hieronder bepaald;
- $Q_{H;ls;rb;zi;mi}$ is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmingssysteem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 9.2.5.1, in kWh;
- $Q_{C;ls;rb;zi;mi}$ is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimtekoelingssysteem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 10.2.

OPMERKING 1 De naamgeving van de termen 'totale warmteoverdracht' en 'totale warmtewinst' is een benadering. Zie NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017 voor uitleg en achtergrondinformatie.

OPMERKING 2 De motivatie voor de twee 'indien'-uitspraken wordt gegeven in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

OPMERKING 3 De terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rb;zi;mi}$ respectievelijk $Q_{C;ls;rb;zi;mi}$) zijn in bovenstaande formule toegevoegd, in plaats van direct aan de interne warmtewinst, om iteraties in de berekening te voorkomen. Het betreft een eerste orde foutbenadering: de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rb;zi;mi}$ respectievelijk $Q_{C;ls;rb;zi;mi}$) worden vermenigvuldigd met de benuttingsfactor voor de warmtewinst waarin de terugwinbare verliezen niet zijn meegenomen ($\eta_{H;gn;zi;mi}$); het effect dat de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem hebben op de benuttingsfactor voor warmtewinst wordt verrekend in de derde term van formule (7.3) ($\Delta\eta_{H;gn;zi;mi} \cdot Q_{H;gn;zi;mi}$).

Het verschil in de benuttingsfactor voor warmtewinst, wanneer deze wordt berekend met en zonder inachtneming van de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van en naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem, $\Delta\eta_{H;gn;zi;mi}$, moet worden berekend met onderstaande formule (7.4). De eerste term is de benuttingsfactor voor warmtewinst, zoals bepaald in 7.8.2, echter, waarbij de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rb;zi;mi}$ en $Q_{C;ls;rb;zi;mi}$) zijn meegenomen ($Q_{H;ls;rb;zi;mi}$ en $Q_{C;ls;rb;zi;mi}$ worden in de bepaling van de benuttingsfactor in 7.8.2 opgeteld bij de totale warmtewinst voor verwarming $Q_{H;gn;zi;mi}$ tot $Q_{H;gn;incl;rb;zi;mi}$). De tweede term is de benuttingsfactor voor warmtewinst, zoals bepaald in 7.8.2, waarbij de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem niet zijn meegenomen.

$$\Delta\eta_{H;gn;zi;mi} = \eta_{H;gn;incl.rbl;zi;mi} - \eta_{H;gn;zi;mi} \quad (7.4)$$

waarin:

- $\Delta\eta_{H;gn;zi;mi}$ is het verschil in de benuttingsfactor voor de warmtewinst wanneer deze wordt berekend met en zonder inachtneming van de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van en naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem;
- $\eta_{H;gn;incl.rbl;zi;mi}$ is de dimensieloze benuttingsfactor voor warmtewinst, zoals bepaald in 7.8.2, waarbij in de bepaling van de benuttingsfactor wordt gerekend met de totale warmtewinst voor verwarming, inclusief de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;gn;incl.rbl;zi;mi}$), bepaald volgens onderstaande.
- $\eta_{H;gn;zi;mi}$ is de dimensieloze benuttingsfactor voor warmtewinst, waarbij de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem niet worden meegenomen, zoals bepaald in 7.8.2;

De totale warmtewinst voor verwarming, inclusief de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ en $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$) ten behoeve van de bepaling van de benuttingsfactor, inclusief deze terugwinbare verliezen ($\eta_{H;gn;incl.rbl;zi;mi}$), wordt als volgt berekend:

$$Q_{H;gn;incl.rbl;zi;mi} = Q_{H;gn;zi;mi} + Q_{H;ls;rbl;zi;mi} - Q_{C;ls;rbl;zi;mi} \quad (7.5)$$

waarin:

- $Q_{H;gn;incl.rbl;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor verwarming, inclusief de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem, in kWh;
- $Q_{H;gn;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor verwarming, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings-systeem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 9.2.5.1, in kWh;
- $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$ is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimtekoelingssysteem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 10.2, in kWh.

7.2.2 Koudebehoefte

Voor elke rekenzone zi en elke maand mi wordt de maandelijkse energiebehoefte voor koeling, $Q_{C;nd;zi;mi}$, in kWh, berekend met de volgende formule:

indien:

$$(1/\gamma_{C;zi;mi}) > 2,0: \quad Q_{C;nd;zi;mi} = 0 \quad (7.6)$$

in andere gevallen:

$$Q_{C;nd;zi;mi} = a_{C;red;zi;mi} (Q_{C;gn;zi;mi} - \eta_{C;ht;zi;mi} \cdot Q_{C;ht;zi;mi} + Q_{H;ls;rbl;zi;mi} - Q_{C;ls;rbl;zi;mi} - \Delta\eta_{C;ht;zi;mi} \cdot Q_{C;ht;zi;mi}) \quad (7.7)$$

Met als ondergrens: $Q_{C;nd;zi;mi} \geq 0$

waarin, voor elke rekenzone zi en maand mi :

- $Q_{C;nd;zi;mi}$ is de maandelijkse energiebehoefte voor koeling voor de rekenzone zi en maand mi , zoals hieronder bepaald, in kWh;
- $a_{C;red;zi;mi}$ is de dimensieloze reductiefactor voor niet-continu koelen, bepaald volgens 7.9.3;
- $Q_{C;ht;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht voor koeling, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $\eta_{C;ht;zi;mi}$ is de dimensieloze benuttingsfactor voor warmteoverdracht, bepaald volgens 7.8.3;
- $Q_{C;gn;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor koeling, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmingssysteem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 9.2.5.1, in kWh;
- $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$ is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimtekoelingssysteem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 10.2, in kWh;
- $\Delta\eta_{C;ht;zi;mi}$ is het verschil in benuttingsfactor voor warmteoverdracht wanneer deze wordt berekend met en zonder inachtneming van de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem, zoals hieronder bepaald.

OPMERKING 1 De reductiefactor voor niet-continu koelen verschilt van de definitie in NEN-EN-ISO 13790:2008. Zie NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017 voor uitleg en achtergrondinformatie.

OPMERKING 2 De motivatie voor de 'indien'-uitspraak wordt gegeven in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

OPMERKING 3 De terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ respectievelijk $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$) zijn in bovenstaande formule toegevoegd in plaats van direct aan de interne warmtewinst om iteraties in de berekening te voorkomen. Het betreft een eerste orde foutbenadering: de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ respectievelijk $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$) worden opgeteld bij de totale warmtewinst voor koeling; het effect dat de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem hebben op de benuttingsfactor voor warmteoverdracht wordt verrekend in de laatste term van formule (7.7) ($\Delta\eta_{C;ht;zi;mi} \cdot Q_{C;ht;zi;mi}$).

Het verschil in de benuttingsfactor voor warmteoverdracht wanneer deze wordt berekend met en zonder inachtneming van de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem, $\Delta\eta_{C;ht;zi;mi}$, wordt berekend met onderstaande formule. De eerste term is de benuttingsfactor voor warmteoverdracht, zoals bepaald in 7.8.3, echter, waarbij de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ en $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$) zijn meegenomen ($Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ en $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$ worden in de bepaling van de benuttingsfactor in 7.8.3 opgeteld bij de totale warmtewinst voor koeling $Q_{C;gn;zi;mi}$ tot $Q_{C;gn;incl.rbl;zi;mi}$). De tweede term is de benuttingsfactor voor warmteoverdracht, zoals gebruikelijk bepaald in 7.8.3, waarbij de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem niet zijn meegenomen.

$$\Delta\eta_{C;ht;zi;mi} = \eta_{C;ht;incl.rbl;zi;mi} - \eta_{C;ht;zi;mi} \quad (7.8)$$

waarin:

$\Delta\eta_{C;ht;zi;mi}$	is het verschil in de benuttingsfactor voor warmteoverdracht wanneer deze wordt berekend met en zonder inachtneming van de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem;
$\eta_{C;ht;incl.rbl;zi;mi}$	is de dimensieloze benuttingsfactor voor warmteoverdracht, zoals bepaald in 7.8.3, waarbij in de bepaling van de benuttingsfactor wordt gerekend met de totale warmtewinst voor verwarming, inclusief de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{C;gn;incl.rbl;zi;mi}$), bepaald volgens onderstaande.
$\eta_{C;ht;zi;mi}$	is de dimensieloze benuttingsfactor voor warmteoverdracht, waarbij de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem niet worden meegenomen, zoals bepaald in 7.8.3;

De totale warmtewinst voor koeling, inclusief de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem ($Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$ en $Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$) ten behoeve van de bepaling van de benuttingsfactor, inclusief deze terugwinbare verliezen ($\eta_{C;ht;incl.rbl;zi;mi}$), wordt als volgt berekend:

$$Q_{C;gn;incl.rbl;zi;mi} = Q_{C;gn;zi;mi} + Q_{H;ls;rbl;zi;mi} - Q_{C;ls;rbl;zi;mi} \quad (7.9)$$

waarin:

$Q_{C;gn;incl.rbl;zi;mi}$	is de totale warmtewinst voor koeling, inclusief de interne warmtewinst door terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem, in kWh;
$Q_{C;gn;zi;mi}$	is de totale warmtewinst voor koeling, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
$Q_{H;ls;rbl;zi;mi}$	is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmingssysteem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 9.2.5.1, in kWh;
$Q_{C;ls;rbl;zi;mi}$	is de som van alle terugwinbare verliezen van of naar het ruimtekoelingssysteem in rekenzone zi , en maand mi , bepaald volgens 10.2, in kWh.

7.2.3 Totale warmteoverdracht en totale warmtewinst

Voor elke rekenzone en elke maand is de totale warmteoverdracht voor verwarming en koeling, $Q_{H;ht;zi;mi}$ en $Q_{C;ht;zi;mi}$, beide in kWh, te berekenen met de volgende twee formules:

Voor verwarming:

$$Q_{H;ht;zi;mi} = Q_{H;tr;zi;mi} + Q_{H;ve;zi;mi} \quad (7.10)$$

Voor koeling:

$$Q_{C;ht;zi;mi} = Q_{C;tr;zi;mi} + Q_{C;ve;zi;mi} \quad (7.11)$$

waarin, voor elke rekenzone zi en maand mi :

- $Q_{H;ht;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht voor verwarming, in kWh;
- $Q_{H;tr;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht door transmissie voor verwarming, bepaald volgens 7.3, in kWh;
- $Q_{H;ve;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht door ventilatie voor verwarming, bepaald volgens 7.4, in kWh;
- $Q_{C;ht;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht voor koeling, in kWh;
- $Q_{C;tr;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht door transmissie voor koeling, bepaald volgens 7.3, in kWh;
- $Q_{C;ve;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht door ventilatie voor koeling, bepaald volgens 7.4, in kWh.

De totale warmtewinst voor verwarming en koeling, $Q_{H;gn;zi;mi}$ en $Q_{C;gn;zi;mi}$, beide in kWh, zijn te berekenen met de volgende twee formules:

Voor verwarming:

$$Q_{H;gn;zi;mi} = Q_{H;int;zi;mi} + Q_{H;sol;zi;mi} \quad (7.12)$$

Voor koeling:

$$Q_{C;gn;zi;mi} = Q_{C;int;zi;mi} + Q_{C;sol;zi;mi} \quad (7.13)$$

waarin, voor elke rekenzone zi en maand mi :

- $Q_{H;gn;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor verwarming, in kWh;
- $Q_{H;int;zi;mi}$ is de totale interne warmtewinst voor verwarming, bepaald volgens 7.5, in kWh;
- $Q_{H;sol;zi;mi}$ is de totale zonnewarmtewinst voor verwarming, bepaald volgens 7.6, in kWh;
- $Q_{C;gn;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor koeling, in kWh;
- $Q_{C;int;zi;mi}$ is de totale interne warmtewinst voor koeling, bepaald volgens 7.5, in kWh;
- $Q_{C;sol;zi;mi}$ is de totale zonnewarmtewinst voor koeling, bepaald volgens 7.6, in kWh.

7.3 Warmteoverdracht door transmissie

7.3.1 Principe

OPMERKING 1 De methode is ontleend aan 6.6.5 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

Bepaal de warmteoverdracht door transmissie van een rekenzone per maand door sommering van de warmteoverdrachtscoëfficiënt over de afzonderlijke constructies, waar van toepassing vermenigvuldigd met een correctiefactor voor een afwijkend temperatuurverschil tussen binnen en buiten, en vermenigvuldigd met het temperatuurverschil tussen de rekentemperatuur in de rekenzone en de buitentemperatuur in de desbetreffende maand en met de tijdsduur in die maand. Warmte-uitwisseling door transmissie tussen aangrenzende rekenzones wordt niet meegerekend. Voor drijvende bouwwerken wordt transmissie naar water als transmissie naar buitenlucht berekend.

OPMERKING 2 Op een bepaald moment of zelfs gedurende een hele maand (zomer) kan de temperatuur in de rekenzone hoger zijn dan de rekentemperatuur voor verwarming. Het lijkt dan vreemd om toch het warmteverlies te berekenen ten opzichte van de rekentemperatuur. Echter, het verschil met de werkelijke gemiddelde temperatuur (inclusief dynamische effecten) wordt integraal verrekend in de benuttingsfactor voor de warmtewinst. Hetzelfde principe geldt voor een lagere temperatuur in de rekenzone dan de rekentemperatuur voor koeling. Dit effect wordt integraal verrekend in de benuttingsfactor voor warmteoverdracht. Zie NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017 voor nadere uitleg.

OPMERKING 3 De (maandgemiddelde) omgevingstemperatuur aan de buitenzijde van de constructie, gezien vanuit de rekenzone, is een essentieel gegeven. Indien die temperatuur hoger is dan de rekentemperatuur in de rekenzone, is het warmteverlies negatief. Om die reden is in de Europese normen gekozen voor de neutralere term 'heat transfer' in plaats van 'heat loss'. Voor constructies grenzend aan de buitenlucht geldt overigens dat, ook voor mediterrane klimaten, de maandgemiddelde buitentemperatuur zelden of nooit hoger is dan de rekentemperatuur.

7.3.2 Rekenprocedure

De totale warmteoverdracht door transmissie voor verwarming en koeling, $Q_{H;tr;zi;mi}$ en $Q_{C;tr;zi;mi}$, beide in kWh, wordt berekend met de volgende twee formules:

Voor verwarming:

$$Q_{H;tr;zi;mi} = (H_{H;tr(excl.gf;m);zi;mi} (\theta_{int;calc;H;zi;mi} - \theta_{e;avg;mi}) + H_{g;an;zi;mi} (\theta_{int;calc;H;zi;mi} - \theta_{e;avg;an})) 0.001 t_{mi} \quad (7.14)$$

Voor koeling:

$$Q_{C;tr;zi;mi} = (H_{C;tr(excl.gf;m);zi;mi} (\theta_{int;calc;C;zi;mi} - \theta_{e;avg;mi}) + H_{g;an;zi;mi} (\theta_{int;calc;C;zi;mi} - \theta_{e;avg;an})) 0.001 t_{mi} \quad (7.15)$$

waarin:

$$H_{H/C;tr(excl.gf;mi);zi;mi} = H_{H/C;D;zi;mi} + H_{H/C;U;zi;mi} + H_{H/C;A;zi;mi} + H_{H/C;p;zi} \quad (7.16)$$

waarin, voor elke rekenzone zi en maand mi :

$Q_{H/C;tr;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht door transmissie voor verwarming respectievelijk koeling, in kWh;

$H_{H/C;tr(excl.gf;mi);zi;mi}$ is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie voor verwarming respectievelijk koeling, met uitzondering van de beganegrondvloer, in W/K;

$H_{H/C;D;zi;mi}$ is de directe warmteoverdrachtcoëfficiënt tussen de verwarmde ruimte en de buitenlucht, bepaald volgens 8.2, in W/K;

$H_{H/C;U;zi;mi}$ is de warmteoverdrachtcoëfficiënt via aangrenzende onverwarmde ruimten, bepaald volgens 8.4, in W/K;

$H_{H/C;A;zi;mi}$ is de warmteoverdrachtcoëfficiënt via aangrenzende verwarmde ruimten, bepaald volgens 8.5, in W/K;

$H_{H/C;p;zi}$ is de warmteoverdrachtcoëfficiënt van zone zi via verticale leidingen die door de thermische schil gaan en in directe verbinding staan met buitenlucht, bepaald volgens 7.3.3, in W/K;

$\theta_{\text{int;calc};H/C;zi;mi}$	is de rekentemperatuur van de rekenzone voor verwarming respectievelijk koeling, bepaald volgens 7.9, in °C;
$\theta_{e;\text{avg};mi}$	is de gemiddelde buitentemperatuur in maand mi , bepaald volgens 17.2, in °C;
$H_{g;\text{an};zi,mi}$	is de warmteoverdrachtcoëfficiënt voor gebouwelementen in thermisch contact met de grond, inclusief direct op de grond gestorte vloeren, vrijdragende vloeren en kelders, gebaseerd op het jaarlijkse temperatuurverschil, bepaald volgens 8.3, in W/K;
$\theta_{e;\text{avg};\text{an}}$	is de gemiddelde buitentemperatuur voor het volledige jaar, zoals bepaald in 17.2, in °C;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h.

Voor drijvende bouwwerken wordt transmissie naar water als transmissie naar buitenlucht berekend. Constructies in contact met water worden daarom meegenomen in de directe warmteoverdrachtcoëfficiënt tussen de verwarmde ruimte en de buitenlucht, $H_{H/C;D;zi;mi}$.

OPMERKING 1 Volgens afspraak gaat de warmteoverdracht door transmissie en ventilatie van binnen naar buiten. Als voor de warmteoverdracht of een deel van de warmteoverdracht een minteken staat, wordt deze warmte opgeteld bij de rekenzone. De impact van verwarming en koeling wordt nader uitgelegd in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

OPMERKING 2 De warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie van gebouwelementen in contact met de grond, $H_{g;zi,mi}$, is gebaseerd op het jaarlijks gemiddelde temperatuurverschil. De warmteoverdrachtcoëfficiënt kan niet worden gebaseerd op het maandelijkse gemiddelde temperatuurverschil. Dit is uitgelegd in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017 en NPR-CEN-ISO/TR 52019-2:2017.

OPMERKING 3 De numerieke waarde kan verschillend zijn voor verwarming en koeling (bijv. door verschillende aannames voor het gebruik van luiken). De waarden kunnen verschillen per maand, bijv. door de verschillende duur van het gebruik van luiken.

7.3.3 Warmteoverdrachtcoëfficiënt via verticale leidingen

De warmteoverdrachtcoëfficiënt via verticale leidingen die door de thermische schil gaan en in directe verbinding staan met buitenlucht, $H_{H/C;p;zi}$, wordt voor iedere rekenzone bepaald volgens onderstaande formule:

$$H_{H/C;p;zi} = \sum_j N_{\text{bouwlaag};j} \cdot H_{H/C;p;\text{spec};j} \quad (7.17)$$

OPMERKING 1 Het gaat hier om verticale leidingen die in directe verbinding staan met buitenlucht, waarin het zogenaamde schoorsteeneffect optreedt: doordat de lucht aan de wanden van de leiding opwarmt, ontstaat langs de wanden een opwaartse luchtstroming. Hierdoor wordt de luchtdruk onderin de leiding lager, waardoor er (koudere) buitenlucht wordt aangezogen, die de luchtstroming op gang houdt. Het gaat hierbij feitelijk uitsluitend om in pandige afvoer voor hemelwater of standleidingen van riool-, of afvalwater, inclusief de ontspanningsleiding naar het dak. Ventilatiekanalen, elektriciteitsleidingen, cv-leidingen en rookgasafvoerkanalen vallen hier niet onder. Verder betreft het de leidingen zelf en niet de leidingschachten, echter het is mogelijk om de leidingschacht te isoleren in plaats van de leidingen zelf.

waarin:

$H_{H/C;p;zi}$	is de warmteoverdrachtcoëfficiënt van zone z_i via verticale leidingen die door de thermische schil gaan en in directe verbinding staan met buitenlucht, in W/K;
j	is het aantal verticale leidingen in de rekenzone die door de thermische schil gaan en in directe verbinding staan met buitenlucht;
$N_{\text{bouwlaag};j}$	is het aantal bouwlagen van de rekenzone waarin verticale leiding j zich bevindt;
$H_{H/C;p;spec;j}$	is de warmteoverdrachtcoëfficiënt per bouwlaag voor verticale leiding j , bepaald volgens tabel 7.1 in W/K.

OPMERKING 2 Met het aantal bouwlagen van de rekenzone wordt het daadwerkelijke aantal bouwlagen van de rekenzone bedoeld ongeacht of de leiding door slechts een deel van de bouwlagen van de rekenzone loopt.

Tabel 7.1 — Forfaitaire waarden voor de warmteoverdrachtcoëfficiënt via verticale leidingen per bouwlaag

Type leiding	$H_{H/C;p;spec}$ W/K
Ongeïsoleerde verticale leiding door thermische schil	1,8
Geïsoleerde verticale leiding door thermische schil ^a	0,5
Geen doorvoeren door thermische schil	0
^a Een leiding mag alleen als geïsoleerd worden beschouwd als meer dan 90 % van de leiding is geïsoleerd met een materiaal met een $\lambda \leq 0,1$ W/mK.	

Indien de verticale leiding die door de thermische schil gaat en in directe verbinding staat met de buitenlucht aan meer dan één rekenzone of aan een aangrenzende verwarmde ruimte grenst, dan moet de warmteoverdrachtcoëfficiënt via deze verticale leiding gelijkmatig worden verdeeld over de aangrenzende rekenzones of aangrenzende verwarmde ruimten.

Echter indien een verticale leiding gelegen is tegen een scheidingsconstructie met een aangrenzend verwarmde ruimte, maar onduidelijk is of de verticale leiding daadwerkelijk gedeeld wordt met deze aangrenzend verwarmde ruimte, dan moet ervanuit worden gegaan dat de verticale leiding niet wordt gedeeld en moet de warmteoverdrachtcoëfficiënt volledig aan de betreffende rekenzone worden toebedeeld.

OPMERKING 3 Dit betreft bijvoorbeeld een verticale leiding die zich bevindt tegen de woningscheidende wand van een appartement bij het bepalen van het label.

Bij de verdeling van leiding j grenzend aan rekenzone z_i moet voor de bepaling van het aantal aangrenzende rekenzones of aangrenzende verwarmde ruimten van leiding j uitsluitend gekeken worden naar het aantal aangrenzende rekenzones of aangrenzende verwarmde ruimten van het deel van de leiding dat grenst aan rekenzone z_i . Het totaal aantal aangrenzende rekenzones of aangrenzende verwarmde ruimten over het verloop van de totale leiding is niet relevant.

Indien niet bekend is of een verticale leiding die door de thermische schil gaat en in directe verbinding staat met buitenlucht aanwezig is, moet het volgende worden aangehouden:

- Voor een niet in een woongebouw gelegen woonfunctie: één ongeïsoleerde fictieve verticale leiding per rekenzone per bouwlaag in de rekenzone.
- Voor een woongebouw: één ongeïsoleerde fictieve verticale leiding per woonfunctie.
- Voor utiliteitsbouw: één ongeïsoleerde fictieve verticale leiding per toiletgroep, waarbij boven elkaar gelegen toiletgroepen als één toiletgroep worden beschouwd. Het aantal bouwlagen dat voor de fictieve verticale leiding per toiletgroep wordt aangehouden, moet worden bepaald volgens onderstaande formule:

$$N_{\text{bouwlaag};j} = \frac{H}{3} \quad (7.17a)$$

waarin:

$N_{\text{bouwlaag};j}$ is het aantal bouwlagen dat voor de fictieve verticale leiding j wordt aangehouden;

H is de buitenwerkse gebouwhoogte gemeten, in m, zoals gedefinieerd in 11.2.1.2.

Het aantal bouwlagen wordt naar beneden afgerond op een geheel getal met een minimum van 1. De warmteoverdrachtcoëfficiënt via de verticale leidingen moet naar rato van gebruiksoppervlakte worden verdeeld over alle rekenzones in het gebouw.

OPMERKING 4 De buitenwerkse gebouwhoogte H is dezelfde parameter als de buitenwerkse gebouwhoogte H die op meerdere plaatsen in hoofdstuk 11 *Ventilatie* wordt gebruikt.

OPMERKING 5 Indien een aparte berekening wordt gemaakt van een appartement in een appartementengebouw en er een verticale leiding aanwezig is die zich bevindt tussen dat appartement en een naastgelegen appartement, dan wordt de verticale leiding gedeeld tussen de rekenzone in het appartement en het naastgelegen appartement. Het betreft dan namelijk een 'aangrenzende verwarmde ruimte'. Voor de rekenzone van het appartement in de berekening wordt in dit geval dus de helft in rekening gebracht en valt de andere helft buiten de berekening.

7.4 Warmteoverdracht door ventilatie

7.4.1 Principe

OPMERKING 1 De methode is ontleend aan 6.6.6 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

De warmteoverdracht door ventilatie in een rekenzone wordt bepaald door de hoeveelheid infiltratie- en ventilatielucht die de rekenzone binnenkomt en de opwarming of afkoeling tot de rekentemperatuur in de rekenzone. Warmte-uitwisseling door ventilatie tussen aangrenzende rekenzones wordt niet meegerekend.

OPMERKING 2 De temperatuur waarmee de lucht de rekenzone binnenkomt is een essentieel gegeven. Verschillende onderdelen van de infiltratie en ventilatie kunnen met verschillende temperaturen binnenkomen en behoren alleen al om die reden uit elkaar te worden gehouden. Indien de temperatuur waarmee de lucht de rekenzone binnenkomt hoger is dan de rekentemperatuur in de rekenzone, is het warmteverlies negatief.

OPMERKING 3 Indien de buitenlucht vóór binnenkomst in de rekenzone centraal is voorverwarmd of voorgekoeld, of voorverwarming van de lucht door een warmteterugwinunit of bijv. in een aangrenzende onverwarmde serre plaatsvindt, dan wordt dit in dit hoofdstuk verrekend op basis van de temperatuur van de toevoerlucht die in hoofdstuk 11 (ventilatie) wordt berekend. De warmtehuishouding in de aangrenzende onverwarmde serre (en dus de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde serre) wordt echter ook bepaald door transmissieverliezen en warmtewinst (zon). Al met al is er dus sprake van een sterke interactie tussen de berekening van de ventilatie en de rest van de warmte- en koudebehoefteberekening.

7.4.2 Rekenprocedure

Voor elke rekenzone z_i en elke maand m_i wordt de totale warmteoverdracht door ventilatie voor verwarming en koeling, $Q_{H/C;ve;z_i;m_i}$, in kWh, berekend met de volgende formule:

$$Q_{H/C;ve;z_i;m_i} = H_{H/C;ve;z_i;m_i} \cdot (\theta_{\text{int;calc};H/C;z_i} - \theta_{e;\text{avg};m_i}) \cdot 0,001 \cdot t_{m_i} \quad (7.18)$$

waarin, voor elke rekenzone z_i en maand m_i :

- $Q_{H/C;ve;z_i;m_i}$ is de totale warmteoverdracht door ventilatie voor verwarming/koeling, in kWh;
- $H_{H/C;ve;z_i;m_i}$ is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door ventilatie voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.4.3, in W/K;
- $\theta_{\text{int;calc};H/C;z_i}$ is de rekentemperatuur van de rekenzone voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.9, in °C;
- $\theta_{e;\text{avg};m_i}$ is de gemiddelde buitentemperatuur in maand m_i , bepaald volgens 17.2, in °C;
- t_{m_i} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING Zie opmerking 1 in 7.2.3 over mogelijke mintekens voor warmteoverdracht.

7.4.3 Warmteoverdrachtcoëfficiënt voor ventilatie

De totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door ventilatie voor rekenzone z_i en maand m_i voor verwarming en koeling $H_{H/C;ve;z_i;m_i}$, moet worden bepaald met de volgende methode.

OPMERKING 1 De numerieke waarde van $H_{H/C;ve;z_i;m_i}$ kan verschillend zijn voor verwarming en koeling (bijv. door verschillende aannames voor het openen van ramen).

De waarde voor de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door ventilatie $H_{H/C;ve;z_i;m_i}$, in W/K, wordt berekend met de volgende formule:

$$H_{H/C;ve;z_i;m_i} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_k (q_{v;k;H/C;z_i,m_i} \cdot b_{v;k;H/C;z_i,m_i} \cdot f_{v;\text{dyn};k,z_i,m_i}) / 3600 \quad (7.19)$$

waarin, voor elke maand m_i :

- $H_{H/C;ve;z_i;m_i}$ is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door ventilatie voor verwarming/koeling, voor rekenzone z_i , in W/K;
- $\rho_a \cdot c_a$ is de warmtecapaciteit van lucht per volume, in J/(m³·K);
- ρ_a is de dichtheid van lucht, = 1,205 kg/m³;

c_a	is de specifieke warmtecapaciteit van lucht, = 1 005 J/kgK;
$b_{v;k;H/C;zi,mi}$	is de correctiefactor voor toevoertemperatuur voor lucht volumestroom k , zoals bepaald in 7.4.4;
$f_{v;dyn;k,zi,mi}$	is de dynamische correctiefactor voor lucht volumestroom k , met getalswaarde $f_{v;dyn;k,zi,mi}=1$;
$q_{v;k;H/C;zi,mi}$	is lucht volumestroom k , in m ³ /h, waarvoor de volgende lucht volumestromen worden onderscheiden:
$q_{v;eff;lea;in;zi,mi}$	is de effectieve lucht volumestroom die van buiten de rekenzone binnenkomt als gevolg van infiltratie, zoals bepaald in 11.2.1.7, in m ³ /h;
$q_{v;eff;arg;l;zi,mi}$	is de effectieve lucht volumestroom als gevolg van spuivoorzieningen, zoals bepaald in 11.2.1.7, in m ³ /h;
$q_{v;eff;arg;ll;zi,mi}$	is de effectieve lucht volumestroom als gevolg van ventilatieve koeling, zoals bepaald in 11.2.1.7, in m ³ /h;
$q_{v;eff;comb;zi,mi}$	is de effectieve lucht volumestroom als gevolg van verbrandingslucht voor open verbrandingstoestellen, zoals bepaald in 11.2.1.7, in m ³ /h;
$q_{v;eff;Vent;in;zi,mi}$	is de effectieve lucht volumestroom als gevolg van natuurlijke toevoer van ventilatielucht, zoals bepaald in 11.2.1.7, in m ³ /h;
$q_{v;eff;SUP;zi,mi}$	is de effectieve lucht volumestroom als gevolg van mechanische toevoer van ventilatielucht, zoals bepaald in 11.2.1.7, in m ³ /h.

OPMERKING 2 De correctiefactor voor toevoertemperatuur, bijv. corrigeert de warmteoverdrachtcoëfficiënt in plaats van het temperatuurverschil. Deze correctiefactor kan voor elke lucht volumestroom k anders zijn.

OPMERKING 3 De dynamische correctiefactor voor lucht volumestroom k corrigeert, als deze een waarde heeft niet gelijk aan 1, voor significante verschillen tussen het patroon van de ventilatiehoeveelheid en/of toevoertemperatuur gedurende de dag (per uur) en week (werkdagen, weekend) en het patroon van binnen- en/of buitentemperatuur en/of energiebehoefte. Er kan worden beargumenteerd dat dit soort correcties al worden meegenomen in de benuttingsfactor, zie de uitleg in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017. De dynamische correctiefactor voor lucht volumestroom k is daarom op 1 gesteld.

7.4.4 Correctiefactor voor toevoertemperatuur b_v

Bepaal de correctiefactor voor toevoertemperatuur, $b_{v;k;H/C,mi}$, voor lucht volumestroom k en maand mi voor verwarming/koeling met de volgende formule:

$$b_{v;k;H/C,mi} = \frac{(\theta_{int;set;H/C;stc;mi} - \theta_{sup;k;H/C,mi})}{(\theta_{int;set;H/C;stc;mi} - \theta_{e;avg,mi})} \quad (7.20)$$

waarin, voor elke maand mi :

$b_{v;k;H/C,mi}$ is de correctiefactor voor toevoertemperatuur voor luchtstroom k , voor verwarming/koeling;

$\theta_{\text{int;set};H/C;\text{stc};z_i;mi}$	is de setpointtemperatuur voor de thermisch geconditioneerde zones van de aangrenzende rekenzone z_i , voor verwarming/koeling, zoals bepaald in 7.9, in °C;
$\theta_{\text{sup},k;H/C;mi}$	is de aanvoertemperatuur van luchtstroom k , voor verwarming/koeling, zoals hieronder bepaald, in °C;
$\theta_{e;\text{avg};mi}$	is de gemiddelde buitentemperatuur per maand, zoals bepaald in 17.2, in °C.

OPMERKING 1 De correctiefactor voor toevoertemperatuur heeft een waarde ongelijk 1 als de temperatuur van de lucht die de rekenzone wordt ingeblazen, $\theta_{\text{sup},k;H/C;mi}$ niet gelijk is aan de buitentemperatuur.

Als de lucht volumestroom direct van buiten komt en niet wordt voorverwarmd (bij infiltratie, natuurlijke toevoer van ventilatielucht zonder voorverwarming van de ventilatielucht in de natuurlijke toevoerroosters, verbrandingslucht voor open verbrandingstoestellen en spuiventilatie) geldt:

$$\theta_{\text{sup},k;H/C;mi} = \theta_{e;\text{avg};mi}$$

In het geval van een mechanisch toegevoerde lucht volumestroom of natuurlijke toevoer van ventilatielucht met voorverwarming van de ventilatielucht in de natuurlijke toevoerroosters geldt:

$$\theta_{\text{sup},k;H/C;mi} = \theta_{\text{SUP};\text{dis};\text{out};z_i;mi}$$

waarin:

$\theta_{\text{SUP};\text{dis};\text{out};z_i;mi}$ is de temperatuur van de lucht die de rekenzone wordt ingeblazen in het geval van een mechanisch toegevoerde lucht volumestroom of voorverwarming van natuurlijke toevoer, zoals bepaald in 11.3.2, in °C.

In het geval van ventilatieve koeling geldt:

$$\theta_{\text{sup},k;H/C;mi} = \theta_{e;\text{argII};mi}$$

waarin:

$\theta_{e;\text{argII};mi}$ is de maandgemiddelde buitentemperatuur bij ventilatieve koeling, zoals bepaald in 17.2, in °C.

Bij ventilatie, inclusief infiltratie, is de correctiefactor voor toevoertemperatuur voor een onverwarmde ruimte voor luchtstroom k , $b_{v,k;H/C;mi}$, gelijk aan de correctiefactor voor de onverwarmde ruimte:

$$b_{v,k;H/C;mi} = b_{U;mi}$$

waarin, voor elke maand mi :

$b_{v,k;H/C;mi}$ is de correctiefactor voor toevoertemperatuur voor luchtstroom k , voor verwarming/koeling;

$b_{U;mi}$ is de correctiefactor voor temperatuurverschillen tussen de buitenlucht en de temperatuur in de onverwarmde ruimte z_{tu} , zoals bepaald in 8.4.1.

De correctiefactor voor toevoertemperatuur is niet toepasbaar voor luchtverwarming/-koeling waarbij de aanvoertemperatuur volledig wordt bepaald door de interne temperatuur (geen voorverwarming maar luchtverwarming).

OPMERKING 2 De motivatie hiervoor wordt gegeven in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

7.5 Interne warmtewinst

7.5.1 Principe

OPMERKING 1 De methode is ontleend aan 6.6.7 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

De interne warmtewinst betreft de bijdrage aan de warmtehuishouding door interne bronnen anders dan bewuste toelevering van warmte of koude voor ruimteverwarming, ruimtekoeling of warmtapwaterbereiding. Alleen de interne warmtewinst in de rekenzone zelf wordt meegenomen in de berekening. In aangrenzende onverwarmde ruimten wordt de interne warmtewinst buiten beschouwing gelaten.

Eventuele interne koudeproductie wordt meegerekend als negatieve interne warmtewinst.

OPMERKING 2 De terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem van de ruimte worden niet meegenomen in de bepaling van de totale interne warmtewinst, omdat dit tot ongewenste iteraties in de berekening leidt. Om iteraties in de berekening te voorkomen worden de terugwinbare verliezen van of naar het ruimteverwarmings- en ruimtekoelingssysteem van de ruimte direct in rekening gebracht in de berekening van de warmte- en koudebehoefte in 7.2.1 en 7.2.2.

7.5.2 Rekenregels

7.5.2.1 Woningbouw

Bepaal de interne warmtewinst in rekenzone z_i , in maand m_i , volgens onderstaande formule:

$$Q_{H/C;int;dir;z_i;m_i} = 180 \cdot N_{woon;z_i} \cdot N_{P;woon;z_i} \cdot 0,001 \cdot t_{m_i} \quad (7.21)$$

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

indien:

$$A_{g,z_i} / N_{woon;z_i} \leq 30 \text{ m}^2: N_{P;woon;z_i} = 1 \quad (7.22)$$

$$30 \text{ m}^2 < A_{g,z_i} / N_{woon;z_i} \leq 100 \text{ m}^2: N_{P;woon;z_i} = 2,28 - 1,28 / 70 \times \left(100 - \frac{A_{g,z_i}}{N_{woon;z_i}} \right) \quad (7.23)$$

$$A_{g,z_i} / N_{woon;z_i} > 100 \text{ m}^2: N_{P;woon;z_i} = 1,28 + 0,01 \times \frac{A_{g,z_i}}{N_{woon;z_i}} \quad (7.24)$$

waarin:

$Q_{H/C;int;dir;z_i;m_i}$ is de interne warmtewinst in rekenzone z_i , voor verwarming/koeling, in kWh;

$N_{\text{woon};zi}$	is het aantal woonfuncties in rekenzone zi , bepaald volgens 6.6.7;
$N_{P;\text{woon};zi}$	is het gemiddeld aantal bewoners per rekenzone per woonfunctie;
$A_{g;zi}$	is de gebruiksoppervlakte van de beschouwde rekenzone, bepaald volgens 6.6.4, in m^2 ;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING 1 Vergelijkingen (7.22) t/m (7.24) bepalen het aantal bewoners in een (deel van een) woning of een woongebouw op grond van landelijke gemiddelden voor het aantal bewoners per woning, rekening houdend met de distributie van woningafmetingen in de Nederlandse woningvoorraad.

OPMERKING 2 De getalswaarde voor de gemiddelde warmteproductie per persoon, 180 W, in formule (7.21) is gebaseerd op BEK 2000, BAK 1998, Energie in NL en KWR 2000.

OPMERKING 3 In de gegeven waarden zijn zowel de interne warmteproductie door personen als door apparatuur inbegrepen.

7.5.2.2 Utiliteitsbouw

Voor elke rekenzone zi en elke maand mi wordt de interne warmtewinst, voor verwarming/koeling, $Q_{H/C;\text{int};\text{dir};zi,mi}$ in kWh, berekend met de volgende formule:

$$Q_{H/C;\text{int};\text{dir};zi,mi} = (\Phi_{H/C;\text{int};\text{oc};zi,mi} + \Phi_{H/C;\text{int};A;zi,mi} + \Phi_{H/C;\text{int};L;zi,mi} + \Phi_{H/C;\text{int};W;zi,mi} + \Phi_{H/C;\text{int};V;zi,mi} + \Phi_{H/C;\text{int};\text{proc};zi,mi}) \cdot 0,001 \cdot t_{mi} \quad (7.25)$$

waarin, voor rekenzone zi en maand mi :

$Q_{H/C;\text{int};\text{dir};zi,mi}$	is de interne warmtewinst voor verwarming/koeling, in kWh;
$\Phi_{H/C;\text{int};\text{oc};zi,mi}$	is de warmtestroom ten gevolge van warmteproductie door personen, voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.5.3.1, in W;
$\Phi_{H/C;\text{int};A;zi,mi}$	is de warmtestroom ten gevolge van warmteproductie door apparatuur, voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.5.3.2, in W;
$\Phi_{H/C;\text{int};L;zi,mi}$	is de warmtestroom door terugwinbare verliezen van verlichting, voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.5.3.3, in W;
$\Phi_{H/C;\text{int};W;zi,mi}$	is de warmtestroom door terugwinbare verliezen van het warmtapwatersysteem, voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.5.3.4, in W;
$\Phi_{H/C;\text{int};V;zi,mi}$	is de warmtestroom door terugwinbare verliezen van het ventilatiesysteem, bepaald volgens 7.5.3.5, in W;
$\Phi_{H/C;\text{int};\text{proc};zi,mi}$	is de warmtestroom door terugwinbare verliezen van of naar processen en goederen, voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.5.3.6, in W;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING 1 Meer details worden gegeven in het technische rapport NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

OPMERKING 2 Een koudebron die warmte uit het gebouw of de gebouwzone verwijdt, wordt gezien als een bron met een negatieve waarde.

7.5.3 Rekenwaarden

7.5.3.1 Warmtestroom door personen

Bepaal de warmtestroom ten gevolge van de warmteproductie door personen in de beschouwde rekenzone met:

$$\Phi_{\text{int};0c;zi} = q_{0c;usi} \times f_{\tau;usi} \times A_{g;zi} \quad (7.26)$$

waarin:

$\Phi_{\text{int};0c;zi}$ is de warmtestroom van de warmteproductie door personen in de beschouwde rekenzone, in W;

$q_{0c;usi}$ is de specifieke interne warmteproductie door personen, gewogen naar de gebruiksoppervlakte van de gebruiksfuncties usi in de beschouwde rekenzone, volgens onderstaande tabel, in W/m²;

$f_{\tau;usi}$ is de correctiefactor voor de bezettingstijd voor gebruiksfunctie usi in de beschouwde rekenzone, bepaald volgens tabel 7.2;

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

Tabel 7.2 — Specifieke interne warmteproductie door personen q_{0c}

Gebruiksfunctie van een gebouw of van een gedeelte van een gebouw	q_{0c} W/m²	$f_{\tau;usi}$
Bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	10	0,30
Bijeenkomstfunctie overig	10	0,15
Celfunctie	3	0,80
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	5	0,80
Gezondheidszorgfunctie overig	5	0,30
Kantoorfunctie	5	0,30
Logiesfunctie	3	0,40
Onderwijsfunctie	10	0,30
Sportfunctie	3	0,30
Winkelfunctie	3	0,40

7.5.3.2 Warmtestroom door apparatuur

Bepaal de warmtestroom ten gevolge van warmteproductie door apparatuur in de beschouwde rekenzone met:

$$\Phi_{\text{int};A;zi} = q_{A;usi} \times A_{g;zi} \quad (7.27)$$

waarin:

- $\Phi_{\text{int};A;zi}$ is de warmtestroom ten gevolge van warmteproductie door apparatuur in de beschouwde rekenzone, in W;
- $q_{A;usi}$ is de specifieke interne warmteproductie door het gemiddelde vermogen van apparatuur, gewogen naar de gebruiksoppervlakte van de gebruiksfuncties usi in de beschouwde rekenzone, volgens onderstaande tabel, in W/m²;
- $A_{g;zi}$ is de gebruiksoppervlakte van de rekenzone, bepaald volgens 6.6.3, in m².

Tabel 7.3 — Specifieke interne warmteproductie door apparatuur q_A

Gebruiksfunctie van een gebouw of van een gedeelte van een gebouw	q_A W/m ²
Bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	1
Bijeenkomstfunctie overig	1
Celfunctie	2
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	4
Gezondheidszorgfunctie overig	3
Logiesfunctie	2
Kantoorfunctie	4
Onderwijsfunctie	2
Sportfunctie	1
Winkelfunctie	3

7.5.3.3 Warmtestroom door terugwinbare verliezen van verlichting

Bepaal de warmtestroom door terugwinbare verliezen van verlichting in de beschouwde rekenzone met:

$$\Phi_{\text{int};L;zi} = \frac{f_L \times W_t \times 1000}{t_{an}} \quad (7.28)$$

waarin:

- $\Phi_{\text{int};L;zi}$ is de warmtestroom door terugwinbare verliezen van verlichting in de beschouwde rekenzone, in W;
- f_L is een dimensieloze reductiefactor waarvan de waarde bedraagt:
- 0,3 indien het totale geïnstalleerde vermogen (P_n) voor verlichting is bepaald volgens 14.3.4 (forfaitair);
 - 0,5 indien ten minste 70 % van de verlichtingsarmaturen, gewogen naar het totale geïnstalleerde vermogen (P_n), wordt afgezogen;
 - 1,0 in overige gevallen.
- W_t is het energieverbruik voor verlichting voor het voorzien in de noodzakelijke verlichtingsniveaus per jaar, bepaald volgens 14.2.2, in kWh;
- t_{an} is de rekenwaarde voor de totale lengte van het jaar, bepaald volgens 17.2, in h.

7.5.3.4 Warmtestroom door terugwinbare verliezen van het warmtapwatersysteem

Bepaal de warmtestroom door terugwinbare verliezen van het warmtapwatersysteem in de beschouwde rekenzone en beschouwde maand met:

$$\Phi_{\text{int};WA;zi,mi} = \frac{\sum_{si} Q_{W;ls;rb;si,zi,mi} \cdot 1000}{t_{mi}} \quad (7.29)$$

waarin:

- $\Phi_{\text{int};WA;zi,mi}$ is de warmtestroom door terugwinbare verliezen van of naar het warmtapwatersysteem in rekenzone zi en maand mi , in W;
- $Q_{W;ls;rb;si,zi,mi}$ is het terugwinbare verlies van warmtapwatersysteem si in rekenzone zi , in maand mi , bepaald volgens 13.1.2, in kWh;
- t_{mi} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h.

7.5.3.5 Warmtestroom door terugwinbare verliezen van het ventilatiesysteem

De terugwinbare verliezen van het ventilatiesysteem, $\Phi_{H/C;\text{int};V;zi,mi}$, worden op nul gesteld.

OPMERKING De dissipatie van ventilatoren wordt verrekend in de temperatuurverhoging van de binnenkomende luchtvolumestroom of in het wtw-rendement in hoofdstuk 11.

7.5.3.6 Warmtestroom door processen en goederen

De terugwinbare verliezen ten gevolge van processen en goederen, $\Phi_{H/C;\text{int};\text{proc};zi,mi}$, worden op nul gesteld.

7.6 Warmtewinst door opvallende zonnestraling

7.6.1 Principe

OPMERKING 1 De methode is ontleend aan 6.6.8 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

De warmtewinst door opvallende zonnestraling (zonnearmtewinst) is de bijdrage aan de warmtehuishouding van het gebouw, als resultante van de ter plaatse aanwezige zonnestraling, de oriëntatie van de ontvangende vlakken, permanente en beweegbare zonwering en de zondoorlatings-, zonabsorptie- en warmteoverdrachtseigenschappen van de ontvangende vlakken.

De bepalingmethode omvat ook een correctie voor beschaduwing door externe belemmeringen behorende bij het eigen perceel. Daarnaast wordt een correctie toegepast voor uitstraling naar de hemel.

De constructies die in beschouwing worden genomen, zijn transparante constructies als beglazing (inclusief eventuele geïntegreerde of toegevoegde zonwerende voorziening), niet-transparante uitwendige scheidingsconstructies en scheidingsconstructies achter een transparante afdekking of transparante isolatie. Daarnaast wordt de zonnearmtewinst via serres in rekening gebracht.

Bij forfaitaire verrekening van het warmteverlies via een aangrenzende onverwarmde ruimte volgens 8.4.1 wordt voor de scheidingsconstructies tussen de verwarmde ruimten en de aangrenzende onverwarmde ruimte geen zonnearmtewinst meegenomen.

Bij forfaitaire verrekening van het warmteverlies via een aangrenzende onverwarmde serre volgens 8.4.1 wordt de zonnearmtewinst door de scheidingsconstructies tussen de verwarmde ruimten en de aangrenzende onverwarmde serre bepaald.

OPMERKING 2 Bij de forfaitaire verrekening van het warmteverlies via aangrenzende onverwarmde ruimten worden deze ruimten geacht niet aanwezig te zijn, maar te zijn vervangen door buitenlucht. Scheidingsconstructies tussen verwarmde ruimten en aangrenzende onverwarmde ruimten behoren dan dus te worden beschouwd als uitwendige scheidingsconstructies. In het geval van een aangrenzende onverwarmde serre wordt de zonnearmtewinst door deze scheidingsconstructie meegenomen in de berekening. In het geval van een aangrenzende onverwarmde ruimte niet.

7.6.2 Totale warmtewinst door opvallende zonnestraling

Voor een rekenzone z_i wordt de zonnearmtewinst, voor verwarming/koeling, $Q_{H/C;sol;z_i;mi}$, in kWh, berekend met de volgende formule:

$$Q_{H/C;sol;z_i;mi} = Q_{H/C;sol;dir;z_i;mi} \quad (7.30a)$$

In het geval van een of meer aangrenzende onverwarmde serres (zie 7.3.2):

$$Q_{H/C;sol;z_i;mi} = Q_{H/C;sol;dir;z_i;mi} + \sum_{k=1}^n \left[\left(1 - b_{U,k;mi} \right) \cdot F_{z_i;z_{tu,k};mi} \cdot f_{gn;max;H;u;mi} \cdot Q_{H/C;sol;dir;z_{tu,k};mi} \right] \quad (7.30b)$$

waarin, voor elke rekenzone z_i en elke maand mi :

$Q_{H/C;sol;z_i;mi}$ is de maandelijkse zonnearmtewinst van de rekenzone z_i , in kWh ;

$Q_{H/C;sol;dir;zi;mi}$	is de maandelijkse zonnewarmtewinst van de rekenzone zi zelf, zoals bepaald in 7.6.3, in kWh;
$b_{U,k;mi}$	is de correctiefactor voor de temperatuurverschillen tussen de buitenlucht en de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde serre k , zoals bepaald in 8.4.1;
$F_{zi;ztu,k;mi}$	is de distributiefactor voor winst in aangrenzende onverwarmde serre k toegeschreven aan de aangrenzende rekenzone zi , zoals bepaald in 7.6.4;
$f_{gn;max;H;u;mi}$	is de reductiefactor om overschatting van de winst te voorkomen van aangrenzende onverwarmde serre k bij verwarming, zoals bepaald in 7.6.4;
$Q_{H/C;sol;dir;ztu,k;mi}$	is de maandelijkse zonnewarmtewinst van de aangrenzende onverwarmde serre k zelf, zoals bepaald in 7.6.4, in kWh.

7.6.3 Zonnewarmtewinst elementen

De zonnewarmtewinst in een rekenzone, voor verwarming/koeling, $Q_{H/C;sol;dir;zi}$, in kWh, wordt voor elke maand mi , berekend met de volgende formule:

$$Q_{H/C;sol;dir;zi;mi} = \sum_k Q_{H/C;sol;wi,k;mi} + \sum_k Q_{H/C;sol;op,k;mi} \quad (7.31)$$

waarin, voor elk element k en maand mi :

$Q_{H/C;sol;dir;zi;mi}$	is de maandelijkse zonnewarmtewinst van de rekenzone, voor verwarming/koeling, in kWh;
$Q_{H/C;sol;wi,k;mi}$	is de maandelijkse zonnewarmtewinst door transparant element wi,k , voor verwarming/koeling, zoals hieronder bepaald, in kWh;
$Q_{H/C;sol;op,k;mi}$	is de maandelijkse zonnewarmtewinst door niet-transparant element op,k , voor verwarming/koeling, zoals hieronder bepaald, in kWh.

De warmtestroom door opvallende zonnestraling door transparante delen van de gebouwschil (hierna genaamd ramen) wi voor verwarming/koeling, $Q_{H/C;sol;wi,k;mi}$, in kWh, wordt voor elk element k berekend met de volgende formule:

$$Q_{H/C;sol;wi,k;mi} = g_{gl;wi,k;H/C;mi} \cdot A_{wi,k} \cdot (1 - F_{fr;wi,k}) \cdot F_{sh;obst;wi,k;mi} \cdot I_{sol;wi,k;mi} \cdot 0,001 \cdot t_{mi} - Q_{sky;wi,k;mi} \quad (7.32)$$

waarin, voor elk raam wi en maand mi :

$Q_{H/C;sol;wi,k;mi}$	is de zonnewarmtewinst door transparant element wi,k , voor verwarming/koeling, in kWh;
$g_{gl;wi,k;H/C;mi}$	is de dimensieloze gemiddelde effectieve totale zontoetredingsfactor van raam wi,k , per maand mi , voor verwarming/koeling, bepaald volgens 7.6.6.1, waarbij voor alle beglazing wordt gerekend met de methodiek voor niet-verstrooiende beglazing;

OPMERKING 1 Het transparante element kan bestaan uit heldere beglazing, maar ook uit (permanente) verstrooiende beglazing, glazen bouwstenen of (permanente of beweegbare) zonwering. De dimensieloze gemiddelde effectieve totale zontoetredingsfactor, $g_{gl;wi,k;H/C;mi}$, wordt voor verstrooiende beglazing of glazen bouwstenen echter ook bepaald volgens de methodiek voor niet-verstrooiende beglazing.

$A_{wi,k}$	is de oppervlakte van raam wi,k , zoals bepaald voor de warmteoverdracht door transmissie volgens K.2, in m^2 ; in het geval van uitstekende onderdelen moet de geprojecteerde oppervlakte worden gebruikt;
$F_{fr,wi,k}$	is de kozijnfractie van raam wi,k , de verhouding van de geprojecteerde kozijnoppervlakte tot de totale geprojecteerde oppervlakte van het beglaasde deel van raam wi,k , bepaald volgens 7.6.6.2;
$F_{sh;obst;wi,k;mi}$	is de dimensieloze beschaduwingsreductiefactor voor externe belemmeringen van raam wi,k , bepaald volgens 17.3;
$I_{sol;wi,k;mi}$	is de maandgemiddelde totale opvallende zonnestraling per m^2 oppervlakte van raam wi,k , bij gegeven hellingshoek β_{wi} en oriëntatie γ_{wi} , bepaald volgens 17.2, in W/m^2 ;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h;
$Q_{sky;wi,k;mi}$	is de maandelijks extra warmtestroom door warmtestraling naar de hemel van raam wi,k , bepaald volgens 7.6.5, in kWh.

OPMERKING 2 Externe belemmeringen zijn nabijgelegen belemmeringen van gebouwdelen op het eigen perceel, zoals groeven, zijribben, overhangende onderdelen of aangrenzende gebouwdelen.

De warmtestroom door opvallende zonnestraling door een niet-transparante constructie op,k , voor verwarming/koeling, $Q_{H/C;sol;op,k;mi}$, in kWh, in maand mi , wordt voor elk element k berekend met de volgende formule:

$$Q_{H/C;sol;op,k;mi} = \alpha_{sol} \cdot R_{se} \cdot U_{c;op,k} \cdot A_{c;op,k} \cdot F_{sh;obst;op,k;mi} \cdot I_{sol;op,k;mi} \cdot 0,001 \cdot t_{mi} - Q_{sky;op,k;mi} \quad (7.33)$$

waarin, voor elke niet-transparante constructie k en elke maand mi :

$Q_{H/C;sol;op,k;mi}$	is de zonnewarmtewinst door niet-transparant element op,k , voor verwarming/koeling, in kWh;
α_{sol}	is de dimensieloze absorptiecoëfficiënt voor zonnestraling, bepaald volgens 7.6.6.3;
R_{se}	is de warmteovergangsweerstand aan de buitenzijde, bepaald volgens C.2, in m^2K/W ;
$U_{c;op,k}$	is de warmtedoorgangscoefficiënt van niet-transparant element op,k , bepaald volgens 8.2.2, in $W/(m^2 \cdot K)$;
$A_{c;op,k}$	is de geprojecteerde oppervlakte van niet-transparant element op,k , bepaald volgens K.1.2, in m^2 ;

en met de overige variabelen beschreven in de vorige formule (waarbij index wi wordt vervangen door index op).

Voor de dimensieloze beschaduwingsreductiefactor voor externe belemmeringen van niet-transparant element op, k , geldt: $F_{sh;obst;wi,k;mi} = 1$.

Als het gebouwelement een laag bevat die (bijv. natuurlijk) is geventileerd met buitenlucht en de U -waarde is berekend in de veronderstelling dat de thermische weerstand tussen deze geventileerde laag en de buitenlucht kan worden verwaarloosd, dan zal de zonnewarmtewinst zoals berekend volgens de bovenstaande formule, worden overschat. Om deze overschatting te voorkomen behoort een gecorrigeerde U -waarde te worden gebruikt. Hierbij wordt de geventileerde laag niet beschouwd als een kortere weg, maar als een fysiek mechanisme dat een deel van de zonnewarmte wegneemt.

OPMERKING 3 Bijv. in het geval van daken met dakpannen in een open structuur, waardoor meer dan alleen een zwakke luchtcirculatie mogelijk is; zie NEN-EN-ISO 6946.

Dit document geeft geen normatieve berekeningsmethoden voor de warmteoverdracht en zonnewarmtewinst in het geval van speciale elementen zoals ondoorzichtige elementen met transparante isolatie, geventileerde zonnewanden (zogenoemde Trombe-wanden) en geventileerde gevelonderdelen.

OPMERKING 4 Informatieve berekeningsmethodes worden gegeven in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017, E.3.5.

7.6.4 Zonnewarmtewinst aangrenzende onverwarmde serre

Deze berekeningsmethode geldt voor een aangrenzende onverwarmde serre, die grenst aan een of meer rekenzones. Voorbeelden hiervan zijn een serre, of een atrium, gescheiden door de tussenwand van de rekenzone.

OPMERKING 1 Zie 6.3 voor de begrenzingsvoorschriften van dit soort ruimten.

De berekeningsmethode kwantificeert het positieve effect van een aangrenzende onverwarmde serre tijdens het verwarmingsseizoen. Dezelfde methode moet worden gebruikt bij het berekenen van de winst in het koelseizoen, waarbij rekening wordt gehouden met eventueel aanwezige (seizoensgebonden) zonwering en ventilatie.

De zonnewarmtewinst in de aangrenzende onverwarmde serre, z_{tu} , voor verwarming/koeling, $Q_{H/C;sol;z_{tu};mi}$, in kWh, in maand mi , wordt berekend door het optellen van de zonnewarmtewinst van elk niet-transparant oppervlak, j , in de aangrenzende onverwarmde serre:

$$Q_{H/C;sol;z_{tu};mi} = F_{sol;ue;z_{tu};H/C;mi} \cdot \sum_{j(\text{opaque})} \left(F_{sh;obst;j;mi} \cdot a_{sol;j} \cdot A_j \cdot I_{sol;j;mi} \right) \cdot 0,001 \cdot t_{mi} \quad (7.34)$$

OPMERKING 2 Met 'niet-transparante oppervlakken in de aangrenzende onverwarmde serre worden hier de inpandige niet-transparante oppervlakken in de serre bedoeld die de warmte van de zon absorberen. Dit betreft de vloer van de serre en constructies tussen de serre en de rekenzone(s). Voor de eenvoud worden deuren, panelen en het kozijndeel van ramen hierin niet meegenomen.

waarin, voor maand mi :

$F_{sol;ue;z_{tu};H/C;mi}$ is de reductiefactor voor de zonnestraling door de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde serre z_{tu} , voor verwarming/koeling, zoals hieronder bepaald;

$F_{sh;obst;ztu;mi}$ is de beschaduwingsreductiefactor van het niet-transparante oppervlak j in de aangrenzende onverwarmde serre, ztu , door externe obstakels, waarvoor geldt $F_{sh;obst;ztu;mi} = 1$.

OPMERKING 3 Formule (7.34) is overgenomen uit NEN-EN-ISO 52016-1:2017. Voor de eenvoud is er echter voor gekozen om de beschaduwingsreductiefactor van het niet-transparante oppervlak j in de aangrenzende onverwarmde serre, ztu , door externe obstakels, op 1 te stellen.

$\alpha_{sol;j}$ is de gemiddelde absorptiecoëfficiënt voor zonnestraling van het niet-transparante oppervlak j in de aangrenzende onverwarmde serre ztu , bepaald volgens 7.6.6.3;

A_j is de oppervlakte van elk niet-transparante oppervlak j in de aangrenzende onverwarmde serre ztu , zoals bepaald volgens bijlage K voor de warmteoverdracht eigenschappen, in m^2 ; in het geval van uitstekende onderdelen moet de geprojecteerde oppervlakte worden gebruikt;

$I_{sol;j;mi}$ is de maandgemiddelde totale opvallende zonnestraling per m^2 oppervlakte van element j , bij gegeven hellingshoek β_j en oriëntatie γ_j , bepaald volgens 17.2, in W/m^2 ;

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

De reductiefactor voor de zonnestraling door de uitwendige scheidingsconstructie van een aangrenzende onverwarmde serre ztu , voor verwarming/koeling, $F_{sol;ue,ztu;H/C;t}$ wordt berekend met de volgende formule:

$$F_{sol;ue;zi;H/C;mi} = g_{gl;ue;zi;H/C;mi} \cdot (1 - F_{fr;ue;zi}) \quad (7.35)$$

waarin:

$g_{gl;ue;zi;H/C;mi}$ is de zontoetredingsfactor van de beglazing van de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde serre ztu , voor verwarming/koeling, in maand mi , bepaald volgens 7.6.6.1;

$F_{fr;ue;zi}$ is de kozijnfractie van de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde serre ztu , berekend met de volgende formule:

$$F_{fr;ue;zi} = \frac{\sum_k (A_{wi,k} \cdot F_{fr;wi,k}) + \sum_k A_{c,op,k}}{\sum_k A_{wi,k} + \sum_k A_{c,op,k}} \quad (7.35a)$$

waarin:

$A_{wi,k}$ is de oppervlakte van raam wi,k in de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde serre ztu , zoals bepaald voor de warmteoverdracht door transmissie volgens K.2, in m^2 ; in het geval van uitstekende onderdelen moet de geprojecteerde oppervlakte worden gebruikt;

$F_{fr,wi,k}$	is de kozijnfractie van raam wi,k , de verhouding van de geprojecteerde kozijnoppervlakte tot de totale geprojecteerde oppervlakte van het beglaasde deel van raam wi,k , bepaald volgens 7.6.6.2;
$A_{c,op,k}$	is de oppervlakte van niet-transparant element op,k in de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde serre ztu , bepaald volgens K.1.2, in m^2 ; in het geval van uitstekende onderdelen moet de geprojecteerde oppervlakte worden gebruikt.

OPMERKING 2 De zontoetredingsfactor is een maandelijks gemiddelde. Dit is inclusief correctie, bijv. bij een beweegbare of schakelbare zonwering. Zie 7.6.6.1.

Indien in de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde serre meerdere typen beglazing of meerdere combinaties van zonwering en beglazing worden toegepast, moet de oppervlakte gewogen gemiddelde zontoetredingsfactor van alle beglazing van de uitwendige scheidingsconstructie van de aangrenzende onverwarmde serre worden gehanteerd.

De distributiefactor, $F_{zi;ztu,k;mi}$, wordt gegeven door:

in het geval van verschillende aangrenzende rekenzones, zi,j :

$$F_{zi,j;ztu,mi} = \frac{H_{zi,j;ztu,mi}}{\sum_j (H_{zi,j;ztu,mi})} \quad (7.36)$$

in het geval van één aangrenzende rekenzone zi :

$$F_{zi;ztu,mi} = 1$$

waarin:

$H_{zi,j;ztu,mi}$ is de warmteoverdrachtcoëfficiënt tussen de rekenzone zi,j en de aangrenzende onverwarmde serre ztu voor maand mi , zoals bepaald volgens 8.4.1, in W/K.

De reductiefactor om overschatting van de winst in verwarmingsstand te voorkomen is gebaseerd op de verhouding tussen de warmteoverdracht en de winst:

In het geval van één aangrenzende rekenzone:

$$f_{gn,max;H;u;mi} = \frac{b_{U,mi} \cdot H_{zi,j;ztu,mi} \cdot (\theta_{int;set;H;stc;zi;mi} - \theta_{e;avg;mi}) \times 0,001 \times t_{mi}}{Q_{H;sol;u;mi}} \quad (7.37)$$

In het geval van verschillende aangrenzende rekenzones:

$$f_{gn,max;H;u;mi} = \frac{b_{U,k;mi} \cdot \sum_{zi} (H_{zi,j;ztu,mi} \cdot (\theta_{int;set;H;stc;zi;mi} - \theta_{e;avg;mi})) \times 0,001 \times t_{mi}}{Q_{H;sol;u;mi}} \quad (7.38)$$

Met als bovengrens: $f_{gn,max;H;u;mi} \leq 1$

waarin, voor maand mi :

- $f_{gn;max;H;ztu;mi}$ is de reductiefactor om overschatting van de winst in verwarmingsstand te voorkomen van de aangrenzende onverwarmde serre ztu ;
- $b_{U;k;mi}$ is de correctiefactor voor temperatuurverschillen tussen de buitenlucht en de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde serre ztu , zoals bepaald in 8.4.1;
- $H_{zi;j;ztu;mi}$ is de warmteoverdrachtcoëfficiënt tussen de aangrenzende onverwarmde serre ztu en de aangrenzende rekenzone zi , zoals bepaald in 8.4.1, in W/K;
- $\theta_{int;set;H;stc;zi;mi}$ is de setpointtemperatuur voor de thermisch geconditioneerde zones van de aangrenzende rekenzone zi , bepaald volgens 7.9, in °C; in het geval van verschillende aangrenzende rekenzones worden de temperaturen gewogen volgens de distributiefactor $F_{ztu;zi;mi}$ voor de warmteoverdracht tussen de aangrenzende onverwarmde serre ztu en de aangrenzende rekenzone zi , zoals hierboven bepaald;
- $\theta_{e;avg;mi}$ is de gemiddelde buitentemperatuur, bepaald volgens 17.2, in °C;
- $Q_{H;sol;u;mi}$ is de zonnearmtewinst van de aangrenzende onverwarmde serre in verwarmingsstand, zoals bepaald in 7.6.4, in kWh;
- t_{mi} is de lengte van maand mi , bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING 3 Deze formule heeft als effect dat voor de berekening in verwarmingsstand de winst in de aangrenzende onverwarmde serre niet groter is dan de warmteoverdracht door deze aangrenzende onverwarmde serre.

In afwijking van het voorgaande mag voor aangrenzende onverwarmde serres ook de volgende procedure worden gevolgd:

Negeer voor de verwarmingsstand de aanvullende (indirecte) zonnearmtewinst van de serre naar de rekenzone:

$$Q_{H;sol;ztu;mi} = 0.$$

Voor de koelstand geldt hetzelfde als voor de verwarmingsstand: $Q_{C;sol;ztu;mi} = 0$, maar hier komt bij dat ook voor de berekening van zonnearmtewinst in de rekenzone de serre wordt genegeerd. Dit geeft aan dat de reductie van de zontoetredingsfactor door het omhulsel van de serre wordt genegeerd, behalve voor zonwering die tijdens het volledige koelseizoen aanwezig is.

7.6.5 Warmtestraling naar de hemel

De maandelijkse extra warmtestroom door warmtestraling naar de hemel, $Q_{sky;mi}$, voor een specifiek bouwschilelement k , in de maand mi , in kWh, wordt berekend met de volgende formule:

$$Q_{sky;k;mi} = 0,001 \cdot F_{sky;k} \cdot R_{se;k} \cdot U_{c;k} \cdot A_{c;k} \cdot h_{lr;e;k} \cdot \Delta\theta_{sky;mi} \cdot t_{mi} \quad (7.39)$$

waarin, voor elk element k en voor elke maand mi :

$Q_{\text{sky};k;mi}$	is de extra warmtestroom door warmtestraling van bouwschilelement k naar de hemel, in kWh;
$F_{\text{sky};k}$	is de zichtfactor tussen bouwschilelement k en de hemel, bepaald volgens 7.6.6.4;
$R_{\text{se};k}$	is de warmteovergangsweerstand aan de buitenzijde van element k , zoals bepaald in C.2, in $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$;
$U_{\text{c};k}$	is de warmtedoorgangscoefficiënt van element k , bepaald volgens 8.2.2, in $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$;
$A_{\text{c};k}$	is de geprojecteerde oppervlakte van element k , bepaald volgens K.1.2, in m^2 ;
$h_{\text{lr};e;k}$	is de warmteoverdrachtcoëfficiënt voor langegolvige straling aan de buitenzijde van de constructie, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $h_{\text{lr};e} = 4,14 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$;
$\Delta\theta_{\text{sky};mi}$	is het gemiddelde verschil tussen de schijnbare hemeltemperatuur en de buiten-temperatuur, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $\Delta\theta_{\text{sky};mi} = 11 \text{ K}$;
t_{mi}	is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h.

OPMERKING Zie de uitleg in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017, 6.6.4.2 waarom deze term is opgenomen in de winst en niet in het verlies.

7.6.6 Rekenwaarden

7.6.6.1 Zontoetredingsfactor

7.6.6.1.1 Algemeen

Een transparant gebouwelement, zoals een raam, (glazen- of beglaasde) deur of vliesgevel, wordt hier aangeduid met de algemene term 'raam'.

Het transparante deel van een raam wordt hier aangeduid als 'beglazing' of 'het beglaasde deel van het raam'.

De totale zontoetredingsfactor van de beglazing van raam wi , $g_{\text{gl};wi}$, is de verhouding van energie die door de beglazing gaat ten opzichte van de totale energie die op de beglazing valt.

OPMERKING Het effect van transmissie door, absorptie in en (meervoudige) reflectie bij het raam zelf en bij andere lagen wordt meegenomen in de totale zontoetredingsfactor.

Indien de zonnestraling de desbetreffende daglichtopening bereikt na doorlating door een andere lichtdoorlatende constructie (bijv. serre, beglaasd balkon), moet de zontoetreding worden vermenigvuldigd met de zontoetredingsfactor van die lichtdoorlatende constructie.

7.6.6.1.2 Ramen met niet-verstrooiende beglazing

De totale zontoetredingsfactor hangt af van de invalshoek (hoogte en azimuth) van de invallende zonnestraling. De (tijdgewogen gemiddelde) waarde nodig voor de berekeningen is enigszins lager dan de zontoetredingsfactor voor straling loodrecht op de beglazing, $g_{gl;n}$. De totale zontoetredingsfactor (gecorrigeerd voor de invalshoek) wordt berekend volgens onderstaande formule:

$$g_{gl;wi} = F_w \cdot g_{gl;n;wi} \quad (7.40)$$

waarin:

- $g_{gl;wi}$ is de totale zontoetredingsfactor (gecorrigeerd voor de invalshoek);
- F_w is een correctiefactor voor niet-verstrooiende beglazing, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $F_w = 0,90$;
- $g_{gl;n;wi}$ is de zontoetredingsfactor bij loodrechte inval van de zonnestraling, bepaald volgens NEN-EN 410 of volgens onderstaande tabel.

De getalswaarde voor $g_{gl;n;wi}$ moet naar beneden worden afgerond op een veelvoud van 0,05.

Tabel 7.4 — Forfaitaire waarden voor de totale zontoetredingsfactor bij loodrechte inval, $g_{gl;n}$, voor veelvoorkomende typen beglazing

Type	$g_{gl;n}^a$
Enkel glas	0,85
Dubbel glas	0,75
Dubbel glas met spectraal (laag) selectieve en laag-emissieve coating (HR++)	0,60
Drievoudig glas zonder of met één spectraal (laag) selectieve en laag-emissieve coating	0,50
Drievoudig glas met twee spectraal (laag) selectieve en laag-emissieve coatings	0,40
Enkel glas met enkel glas voorzetaam of achterzetaam zonder coating	0,75
Glas met zonwerende folie en zonwerend glas ^b	0,40
^a Uitgaande van een schoon oppervlak en normaal, blank en niet-verstrooiend glas. ^b Glas met zonwerende folie en zonwerend glas mag uitsluitend worden gewaardeerd met de forfaitaire waarden uit deze tabel als aan de volgende voorwaarden wordt voldaan: — de gebouwfunctie betreft utiliteitsbouw en, — er is geen waarde voor de zontoetredingsfactor van de folie bekend of het zonwerende glas bekend.	

OPMERKING 1 De rekenwaarden in de tabel gelden uitsluitend voor blank glas of niet-zonwerende warmtereflecterende beglazing. Hiervoor geldt als voorwaarde dat de lichttoetredingsfactor, τ_{vis} , ten minste 0,60 bedraagt. De lichttoetredingsfactor is gedefinieerd als het quotiënt van de hoeveelheid van de doorgelaten zichtbare zonnestraling en die van de opvallende zichtbare zonnestraling per oppervlakte en per tijd bij loodrechte invalshoek. τ_{vis} is de lichttoetredingsfactor τ_v , bepaald volgens NEN-ISO 9050:2003.

OPMERKING 2 In het algemeen zijn τ_{vis} en g_{gl} sterk afhankelijk van de door de producent gekozen samenstelling van de warmtereflecterende en/of zonwerende coating en eventuele afwijkende glassamenstelling (niet-blank).

OPMERKING 3 De forfaitaire waarde voor zonwerende folies is bedoeld voor utiliteitsgebouwen. Indien er documentatie beschikbaar is van de zontoetredingsfactor van de folie, dient die gebruikt te worden.

Voor de zontoetredingsfactor voor deuren met lichtdoorlatende delen gelden de rekenwaarden voor ramen uit tabel 7.4, met dien verstande dat:

- indien de oppervlakte van de lichtdoorlatende delen groter is dan of gelijk is aan 65 % van de totale oppervlakte van deur inclusief kozijn, geldt als oppervlakte de totale oppervlakte $A_{w;p}$ van de deur;
- als oppervlakte $A_{w;p}$ geldt de som van de oppervlakten van de lichtdoorlatende delen van de deur.

7.6.6.1.3 Ramen met verstrooiende beglazing of niet-beweegbare zonwerende voorzieningen

7.6.6.1.3.1 Algemene rekenmethode

Voor ramen met verstrooiende beglazing of niet-beweegbare zonwerende voorzieningen kan de zontoetredingsfactor voor straling loodrecht op de beglazing, g_{gl} , de zontransmissie significant onderschatten. De totale zontoetredingsfactor, gecorrigeerd voor de invalshoek, wordt berekend volgens het gewogen gemiddelde gegeven door de volgende formule:

$$g_{gl;wi} = a_{gl} \cdot g_{gl,alt;wi} + (1 - a_{gl}) \cdot g_{gl,dif;wi} \quad (7.41)$$

waarin:

- $g_{gl;wi}$ is de totale zontoetredingsfactor van het beglaasde deel van raam wi ;
- a_{gl} is een weegfactor, representatief voor de positie (oriëntatie, helling) van het raam, klimaat en seizoen, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $a_{gl} = 0,75$;
- $g_{gl,alt;wi}$ is de zontoetredingsfactor van de beglazing bepaald bij een zonshoogte, alt_{gl} , representatief voor de positie (oriëntatie, helling) van het raam, klimaat en seizoen, zoals bepaald volgens ISO 15099:2003. Voor de zonshoogte, alt_{gl} , behoort een waarde van 45° te worden gebruikt;
- $g_{gl,dif}$ is de zontoetredingsfactor van de beglazing voor isotrope diffuse zonnestraling, bepaald volgens ISO 15099:2003.

OPMERKING 1 De tweede term aan de rechterkant van formule (7.41) is een vereenvoudiging. De diffuse straling van de hemel en de straling gereflecteerd vanaf de grond worden hierin samengenomen.

OPMERKING 2 Omwille van de eenvoud wordt geen onderscheid gemaakt in coëfficiëntwaarden tussen winter- en zomerseizoen, noch naar oriëntatie of hellingshoek van de daglichtopening. Deze definitie komt (praktisch) overeen met de definitie van ZTA. In tegenstelling tot de definitie van ZTA is in bovenstaande definitie de (diffuse) grondreflectie benaderd door een bijdrage aan de isotrope diffuse straling.

Indien de daglichtopening is toegerust met lamellenzonwering met beweegbare lamellen, moet de zontoetreding worden berekend met de lamellen in een zodanige positie dat rechtstreekse zonnestraling vanuit de invalshoek alt_{gl} , is geblokkeerd, maar met maximale lichtdoorlating en doorzicht.

OPMERKING 3 Bijv. in het geval van horizontale lamellenzonwering, met de lamellen in een zodanige positie dat rechtstreekse zonnestraling volledig is geblokkeerd, kan de zondoorlating van diffuse hemelstraling en straling van grondreflectie aanzienlijk groter zijn dan $g_{gl;n}$. Voorbeeld: dubbel glas met buitenzonwering bestaand uit horizontale lamellen: lamellenstand 45° , waardoor rechtstreekse zonnestraling volledig is geblokkeerd (indien lamellen volledig zijn gesloten, zijn lichttransmissie en doorzicht niet maximaal); typische waarden: $g_{gl;45} = 0,045$; $g_{gl,dif} = 0,196$, waaruit volgt: $g_{gl} = 0,083$.

7.6.6.1.3.2 Niet beweegbare zonwering met horizontale lamellen

Indien niet-verstrooiende beglazing is gecombineerd met niet beweegbare horizontale zonwering, en de waarden van $g_{gl,alt;wi}$ en $g_{gl,dif}$ niet bekend zijn, mag voor de bepaling van de totale

zontoetredingsfactor $g_{gl;wi}$ van het beglaasde deel van het raam zoals beschreven in 7.6.6.1.3.1 'Algemene rekenmethode' als alternatief de onderstaande bepalingsmethode worden gehanteerd:

$$g_{gl;wi} = F_{C;lam} \cdot F_W \cdot g_{gl;n;wi} \quad (7.42)$$

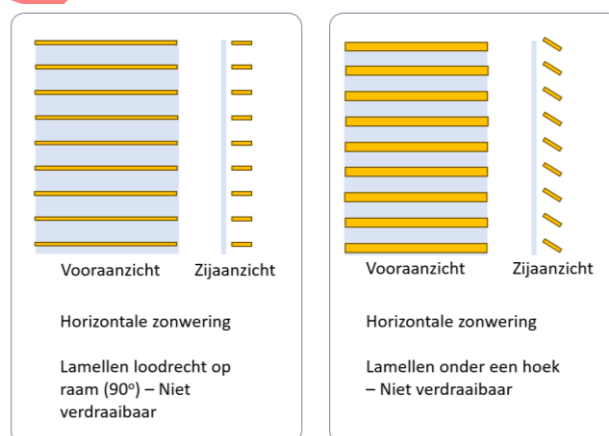
waarin:

- $g_{gl;wi}$ is de totale zontoetredingsfactor van het beglaasde deel van raam wi met niet verstrooiende beglazing en niet beweegbare horizontale zonwering;
- $F_{C;lam}$ is de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor voor veelvoorkomende horizontale niet beweegbare zonwering, bepaald volgens tabel 7.5;
- F_W is een correctiefactor voor niet-verstrooiende beglazing, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $F_W = 0,90$;
- $g_{gl;n;wi}$ is de zontoetredingsfactor bij loodrechte inval van de zonnestraling van niet verstrooiende beglazing, bepaald volgens NEN-EN 410 of volgens tabel 7.4.

De getalswaarde voor $g_{gl;n;wi}$ moet naar beneden worden afgerond op een veelvoud van 0,05.

Tabel 7.5 — Forfaitaire waarden voor de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor F_C voor 2 typen niet beweegbare zonwering

Type niet beweegbare buitenzonwering	Lamelhoek tov raam	$F_{C;lam}$
Horizontale lamellen (buiten toegepast)	90° (niet verdraaibaar)	0,27
	Onder een hoek (niet verdraaibaar) ^a	0,15
^a De hoek waarin de lamellen zich bevinden is niet vastgelegd. Deze categorie geldt voor alle lamellen die niet loodrecht op het raam staan, waarbij de lamellen wel naar beneden gericht moeten zijn.		



Figuur 7.1 — Niet beweegbare horizontale zonwering

OPMERKING 4 In figuur 7.1 zijn schematisch de twee typen niet beweegbare zonwering weergegeven die met deze alternatieve methode gewaardeerd kunnen worden, indien er geen gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn. De lamelhoek is of 90°, waarbij de lamellen loodrecht op het glas staan, of kleiner dan 90°. In dat geval is de hoek niet vastgelegd. Uiteraard maakt de hoek wel uit voor de mate van zonwering. De hoek is niet vastgelegd om de opname vooral voor de bestaande bouw niet te complex te maken. We moet de hoek dusdanig zijn dat de lamellen naar beneden gericht zijn, zoals op het rechter plaatje in figuur 7.1.

Niet beweegbare zonwering met horizontale lamellen mag alleen worden meegerekend wanneer:

- deze gebouwgebonden is en,
- deze zich aan de buitenzijde van het raam bevindt en,
- de lamellen zich repeterend op vaste afstand van elkaar bevinden.

Indien de lamellen zich niet voor het gehele raam bevinden, wordt de zontoetredingsfactor voor raam + lamellen uitsluitend gerekend voor het deel van het raam waar zich de lamellen voor bevinden.

OPMERKING 5 Met gebouwgebonden wordt bedoeld alles wat aard- of nagelvast aan het gebouw verbonden is.

OPMERKING 6 Niet beweegbare zonwering in de vorm van horizontale lamellen die boven een raam als overstek worden toegepast, vallen niet onder de genoemde zonweringstypen uit tabel 7.5.

OPMERKING 7 Niet beweegbare zonwering met horizontale lamellen die door de gebruiker verdraaibaar zijn, bijvoorbeeld met een motor of aangestuurd door sensoren, vallen niet onder deze methode. Dit type buitenszonwering kan worden gewaardeerd volgens paragraaf 7.6.6.1.3.3 'Niet beweegbare zonwering met horizontale draaibare lamellen'.

7.6.6.1.3.3 Niet beweegbare zonwering met horizontale draaibare lamellen

Indien niet-verstrooiende beglazing is gecombineerd met niet beweegbare horizontale zonwering waarvan de lamellen kunnen draaien, en de waarden van $g_{gl,alt;wi}$ en $g_{gl,dif}$ niet bekend zijn, mag als alternatief voor het bepalen van het maandelijks gemiddelde van de totale zontoetredingsfactor van het beglaasde deel van het raam $wi, g_{gl;mi}$, voor maand mi , de volgende formule worden gebruikt:

$$g_{gl;wi;mi} = (1 - f_{sh;with}) \cdot (F_{C;lam;open} \cdot F_W \cdot g_{gl;n;wi}) + f_{sh;with} \cdot (F_{C;lam;dicht} \cdot F_W \cdot g_{gl;n;wi})$$

(7.43) formule

waarin:

$g_{gl;wi;mi}$ is de totale zontoetredingsfactor van het beglaasde deel van raam wi met niet verstrooiende beglazing en niet beweegbare draaibare horizontale zonwering;

$f_{sh;with}$ is de gewogen fractie van de tijd waarin de draaibare lamellen in de gesloten stand staan, bepaald conform paragraaf 7.6.6.1.4;

$F_{C;lam;open}$ is de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor voor veelvoorkomende horizontale niet beweegbare zonwering met draaibare lamellen in de open stand, bepaald volgens tabel 7.6;

$F_{C;lam;dicht}$ is de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor voor veelvoorkomende horizontale niet beweegbare zonwering met draaibare lamellen in de gesloten stand, bepaald volgens tabel 7.6;

F_w is een correctiefactor voor niet-verstrooiende beglazing, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $F_w = 0,90$;

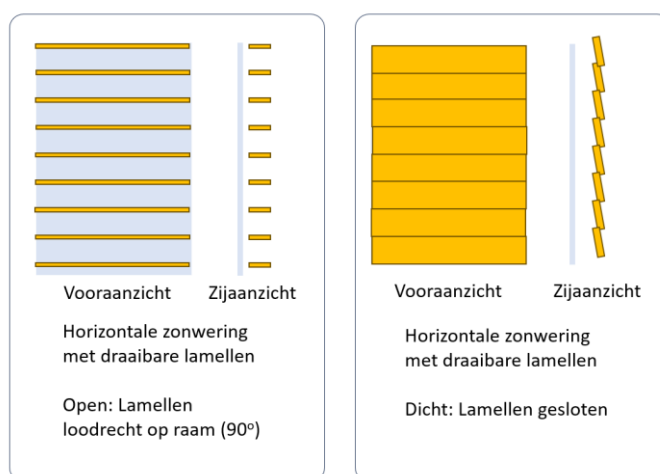
$g_{gl;n;wi}$ is de zontoetredingsfactor bij loodrechte inval van de zonnestraling van niet verstrooiende beglazing, bepaald volgens NEN-EN 410 of volgens tabel 7.4.

De getalswaarde voor $g_{gl;n;wi}$ moet naar beneden worden afgerond op een veelvoud van 0,05.

OPMERKING 1 Met niet beweegbare zonwering met horizontale lamellen die door de gebruiker verdraaibaar zijn, wordt permanente zonwering bedoeld, die niet omhoog of omlaag te bewegen is. De lamellen zijn wel draaibaar, bijvoorbeeld met een motor of aangestuurd door sensoren. De term 'niet beweegbaar' is daarmee mogelijk verwarrend, maar is toch gehanteerd omdat deze term al werd gebruikt in voorgaande versies van NTA8800 en tevens wordt gebruikt in niet aangepaste onderdelen.

Tabel 7.6 — Forfaitaire waarden voor de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor $F_{C;lam;open}$ en $F_{C;lam;dicht}$ voor niet beweegbare zonwering met horizontale draaibare lamellen

$F_{C;lam;open}$	$F_{C;lam;dicht}$
0,27	0,06



Figuur 7.2— Niet beweegbare horizontale zonwering met draaibare lamellen

OPMERKING 2 In figuur 7.2 is schematisch de niet beweegbare zonwering weergegeven die met deze alternatieve methode kan worden gewaardeerd indien er geen gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn.

Niet beweegbare zonwering met horizontale draaibare lamellen mag alleen worden meegerekend wanneer:

- deze gebouwgebonden is en,
- deze zich aan de buitenzijde van het raam bevindt en,
- de lamellen zich repeterend op vaste afstand van elkaar bevinden.

Indien de lamellen zich niet voor het gehele raam bevinden, wordt de zontoetredingsfactor voor raam + lamellen uitsluitend gerekend voor het deel van het raam waar zich de lamellen voor bevinden.

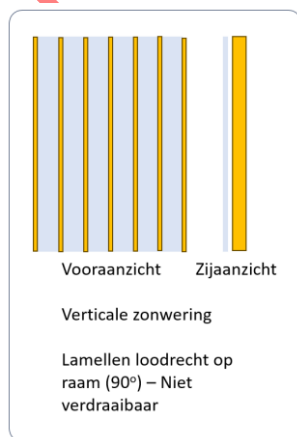
OPMERKING 5 Met gebouwgebonden wordt bedoeld alles wat aard- of nagelvast aan het gebouw verbonden is.

OPMERKING 6 Niet beweegbare zonwering in de vorm van horizontale lamellen die boven een raam als overstek worden toegepast, vallen niet onder de genoemde zonweringstypen uit tabel 7.6. 7.6.6.1.3.4 Niet beweegbare zonwering met verticale lamellen

Beschaduwingsreductiefactor $F_{sh;obst;mi}$ Beschaduwingsreductiefactor $F_{sh;obst;mi}$ worden in rekening gebracht door middel van de beschaduwingsreductiefactor $F_{sh;obst;mi}$.

Indien verticale lamellen aanwezig zijn wordt de beschaduwingsreductiefactor $F_{sh;obst;mi}$ Voor de warmtebehoefteberekening bepaald volgens tabel 17.10 en voor de koudebehoefteberekening bepaald volgens tabel 17.11. Voor beide tabellen geldt dat de waarden moeten worden gebruikt behorende bij:

- de oriëntatie van het raam waarvoor de lamellen worden toegepast en,
- de kolom behorende bij 'Zijbelemmering aan beide zijden van het zichtveld' en,
- een relatieve breedte $b_b < 1,0$.



Figuur 7.3 — Niet beweegbare verticale zonwering

OPMERKING 1 In figuur 7.3 is schematisch de niet beweegbare zonwering met verticale lamellen weergegeven die met deze alternatieve methode gewaardeerd kan worden, indien er geen gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn. De lamelhoek is of 90°, waarbij de lamellen loodrecht op het glas staan.

Niet beweegbare zonwering met verticale lamellen mag alleen worden meegerekend wanneer:

- deze gebouwgebonden is en,
- deze zich aan de buitenzijde van het raam bevindt en,
- de lamellen zich repeterend op vaste afstand van elkaar bevinden.

Indien de lamellen zich niet voor het gehele raam bevinden, wordt de zontoetredingsfactor voor raam + lamellen uitsluitend gerekend voor het deel van het raam waar zich de lamellen voor bevinden.

OPMERKING 2 Met gebouwgebonden wordt bedoeld alles wat aard- of nagelvast aan het gebouw verbonden is.

OPMERKING 3 Uitgangspunt bij deze methode is dat de verhouding tussen de breedte van de lamellen, gemeten loodrecht op het raam, en de horizontale afstand tussen de lamellen dusdanig is dat de relatieve breedte, zoals gedefinieerd in 17.3.1, $b_b < 1,0$. Om de opname te versimpelen is deze eis niet expliciet opgenomen.

7.6.6.1.4 Ramen met beweegbare zonwering

Als de beglazing is gecombineerd met een beweegbare zonwering wordt het maandelijks gemiddelde van de totale zontoetredingsfactor van het beglaasde deel van het raam $g_{gl;wi;mi}$ voor maand mi , gegeven door de volgende formule:

$$g_{gl;wi;mi} = (1 - f_{sh;with}) \cdot g_{gl;wi} + f_{sh;with} \cdot g_{gl;sh;wi} \quad (7.42)$$

waarin:

- $g_{gl;wi;mi}$ is het maandelijks gemiddelde van de totale zontoetredingsfactor van de beglazing;
- $g_{gl;wi}$ is de totale zontoetredingsfactor van de beglazing, wanneer de zonwering niet in gebruik is, bepaald volgens 7.6.6.1.2 (niet-verstrooiende beglazing) of 7.6.6.1.3 (verstrooiende beglazing);
- $g_{gl;sh;wi}$ is de totale zontoetredingsfactor bij de combinatie van beglazing en zonwering, wanneer de zonwering in gebruik is, bepaald volgens ISO 15099:2003, 7.6.6.1.3 of formule 7.43;

OPMERKING 1 In 7.6.6.1.3 heet deze variabele $g_{gl;wi}$. Deze variabele kan zowel de totale zontoetredingsfactor voor een raam met verstrooiende beglazing als een raam met niet-beweegbare zonwerende voorzieningen betreffen.

- $f_{sh;with}$ is de gewogen fractie van de tijd waarin de zonwering in gebruik is, bijv. als functie van de intensiteit van de invallende zonnestraling (dus klimaat-, seizoen- en oriëntatieafhankelijk).

Voor de bepaling van $f_{sh;with}$, de gewogen fractie van de tijd waarin de zonwering in gebruik is, geldt het volgende:

1) $f_{sh;with} = 0$ in de volgende gevallen:

- bij de bepaling van de warmtebehoefte voor woningen bij handbediende zonwering;

— bij de bepaling van de warmtebehoefte voor woningen bij automatische zonwering waarvan de schakelpunten zijn ingeregeld volgens tabel C.1 van ISO 52016-3:2023, waarbij voor HC-MODE, TINT-MODE en RAD-MODE gebruik is gemaakt van onderstaande regelingen:

— HC-MODE: Method AC1 of Method AC2 in tabel 25 van NEN-EN-ISO 52016-3:2023;

— TINT-MODE: Method AC1 in tabel 26 van NEN-EN-ISO 52016-3:2023;

— RAD-MODE: Method AC1 of Method AC2 in tabel 27 van NEN-EN-ISO 52016-3:2023.

2) In overige gevallen wordt de gewogen fractie van de tijd waarin de zonwering in gebruik is, $f_{sh;with}$, bepaald volgens tabellen 7.7, 7.8 of 7.9.

OPMERKING 2 Uitgangspunt hierbij is dat handbediende zonwering in woningen op momenten van warmtebehoefte niet wordt gebruikt, evenals automatisch bediende zonwering in woningen als die een voorziening hebben waardoor deze bij warmtebehoefte niet wordt gebruikt.

Zonwering mag alleen worden meegerekend wanneer deze gebouwgebonden is.

OPMERKING 3 Met gebouwgebonden wordt bedoeld alles wat aard- of nagelvast aan het gebouw verbonden is. Een schaduwdoek valt hier bijvoorbeeld niet onder.

Binnenzonwering mag alleen worden meegerekend wanneer deze een onlosmakelijk onderdeel uitmaakt van het klimatiseringssysteem. Dit is het geval wanneer de binnenzonwering automatisch gestuurd is en gekoppeld is aan een gebouwbeheersysteem dat de klimatisering bestuurt.

OPMERKING 4 De kwaliteit van de zonwering (bijv. windvastheid) wordt niet beschouwd. Dit is een privaatrechtelijk aspect.

Forfaitaire waarden voor de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor, voor veelvoorkomende soorten zonweringen, worden gegeven in tabel 7.5 en 7.6. De g -waarde van de beglazing met zonwering wordt berekend met de volgende formule:

$$g_{gl;sh;wi} = F_c \cdot g_{gl;wi} \quad (7.43)$$

waarin:

$g_{gl;sh;wi}$ is de totale zontoetredingsfactor bij de combinatie van beglazing en zonwering, wanneer de zonwering in gebruik is;

$g_{gl;wi}$ is de totale zontoetredingsfactor van de beglazing, wanneer de zonwering niet in gebruik is, bepaald volgens 7.6.6.1.2 (niet-verstrooiende beglazing) of 7.6.6.1.3 (verstrooiende beglazing);

F_c is de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor, voor veelvoorkomende zonweringen, bepaald volgens tabel 7.5 en 7.6. Voor screens en jaloezieën die zijn toegepast in gebouwen met een oppervlakte gewogen gemiddelde R_c -waarde van de niet-transparante scheidingsconstructies kleiner dan $3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$, mag worden uitgegaan van de F_c -waarde die hoort bij de kleur wit.

De getalswaarde voor F_c moet op 2 decimalen naar boven worden afgerond.

Tabel 7.5 — Forfaitaire waarden voor de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor, voor screens, jaloezieën, rolluiken en gemetalliseerde weefsels

Type zonwering	Kleur	Criterium ^a	F_c
Screens (buiten toegepast)	Zwart, antraciet, donkerbruin	$T_s < 0,07$	0,12
	Overige kleuren	$T_s < 0,17$	0,20
	Wit	$T_s \geq 0,17$	0,25
	Onbekende kleur	n.v.t	0,20
Jaloezieën (buiten toegepast)	Zwart, antraciet, donkerbruin	$R_s < 0,3$	0,05
	Overige kleuren	$R_s < 0,6$	0,10
	Wit	$R_s \geq 0,6$	0,20
	Onbekende kleur	n.v.t	0,10
Rolluiken (buiten toegepast)	Overige kleuren	$R_s \leq 0,70$	0,11
	Wit	$R_s > 0,70$	0,04
	Onbekende kleur	n.v.t	0,11
Gemetalliseerde weefsels (binnen toegepast)		$R_s > 0,72$	0,45
^a T_s betreft de zontransmissie, R_s betreft de zonreflectie, voor de gemetalliseerde weefsels gaat het om de reflectie van de metaallaag.			

Tabel 7.6 — Forfaitaire waarden voor de reductiefactor voor de totale zontoetredingsfactor, voor uitvalschermen en knikarmschermen

Type zonwering	F_c				
	N	NO, NW	O, W	ZO, ZW	Z
Uitvalschermen	0,50	0,45	0,35	0,35	0,35
Knikarmschermen	0,90	0,80	0,65	0,55	0,50

OPMERKING 5 De waarden in bovenstaande tabel zijn gebaseerd op de combinatie met dubbel glas (HR++). Voor drievoudig glas kunnen de waarden afwijken.

Voor tussenliggende oriëntaties moet de waarde behorend bij de dichtstbijzijnde oriëntatie worden gekozen; waar de oriëntatie precies is gelegen tussen twee in bovenstaande tabel aangegeven oriëntaties moet de hoogste naastliggende waarde worden gekozen.

Tabel 7.7 — Gewogen fractie van de tijd $f_{sh,with}$ dat de zonwering in gebruik is voor handbediende zonwering voor woningbouw en handbediende zonwering i.c.m. lichtwering voor utiliteitsbouw (schakelcriterium 300 W/m²)

	Verticaal								Schuin naar boven gekeerd								Horizontaal	
	90°								45°								0°	180°
	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	0°	180°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,00	0,12	0,47	0,64	0,68	0,55	0,31	0,00	0,00	0,20	0,56	0,70	0,73	0,68	0,47	0,10	0,56	0,00
April	0,00	0,29	0,59	0,70	0,71	0,66	0,48	0,13	0,00	0,49	0,71	0,78	0,80	0,76	0,67	0,43	0,72	0,00
Mei	0,00	0,30	0,56	0,65	0,67	0,60	0,50	0,23	0,16	0,59	0,75	0,79	0,82	0,79	0,73	0,58	0,79	0,00
Juni	0,00	0,32	0,51	0,52	0,56	0,56	0,57	0,35	0,54	0,58	0,71	0,74	0,75	0,77	0,71	0,64	0,79	0,00
Juli	0,00	0,25	0,49	0,55	0,59	0,54	0,51	0,30	0,34	0,55	0,66	0,74	0,74	0,75	0,68	0,57	0,74	0,00
Augustus	0,00	0,08	0,44	0,63	0,68	0,70	0,61	0,28	0,00	0,44	0,67	0,79	0,82	0,82	0,75	0,57	0,81	0,00
September	0,00	0,01	0,43	0,66	0,70	0,66	0,48	0,07	0,00	0,19	0,60	0,74	0,76	0,72	0,62	0,25	0,65	0,00
Oktober	0,00	0,00	0,39	0,67	0,69	0,62	0,33	0,00	0,00	0,01	0,50	0,69	0,71	0,67	0,47	0,00	0,48	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OPMERKING 6 Voor woningbouw handbediend en utiliteitsbouw handbediend in combinatie met lichtwering wordt er vanuit gegaan dat de zonwering alleen in de maanden maart t/m oktober wordt gebruikt.

Tabel 7.8 — Gewogen fractie van de tijd $f_{sh,with}$ dat de zonwering in gebruik is voor handbediende zonwering voor utiliteitsbouw wanneer geen lichtwering aanwezig is (schakelcriterium 300 W/m²)

	Verticaal								Schuin naar boven gekeerd								Horizontaal	
	90°								45°								0°	180°
	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW		
Januari	0,00	0,00	0,19	0,64	0,70	0,60	0,26	0,00	0,00	0,00	0,23	0,61	0,63	0,58	0,27	0,00	0,04	0,00
Februari	0,00	0,02	0,34	0,59	0,62	0,50	0,27	0,00	0,00	0,02	0,36	0,54	0,61	0,56	0,27	0,00	0,32	0,00
Maart	0,00	0,12	0,47	0,64	0,68	0,55	0,31	0,00	0,00	0,20	0,56	0,70	0,73	0,68	0,47	0,10	0,56	0,00
April	0,00	0,29	0,59	0,70	0,71	0,66	0,48	0,13	0,00	0,49	0,71	0,78	0,80	0,76	0,67	0,43	0,72	0,00
Mei	0,00	0,30	0,56	0,65	0,67	0,60	0,50	0,23	0,16	0,59	0,75	0,79	0,82	0,79	0,73	0,58	0,79	0,00
Juni	0,00	0,32	0,51	0,52	0,56	0,56	0,57	0,35	0,54	0,58	0,71	0,74	0,75	0,77	0,71	0,64	0,79	0,00
Juli	0,00	0,25	0,49	0,55	0,59	0,54	0,51	0,30	0,34	0,55	0,66	0,74	0,74	0,75	0,68	0,57	0,74	0,00
Augustus	0,00	0,08	0,44	0,63	0,68	0,70	0,61	0,28	0,00	0,44	0,67	0,79	0,82	0,82	0,75	0,57	0,81	0,00
September	0,00	0,01	0,43	0,66	0,70	0,66	0,48	0,07	0,00	0,19	0,60	0,74	0,76	0,72	0,62	0,25	0,65	0,00
Oktober	0,00	0,00	0,39	0,67	0,69	0,62	0,33	0,00	0,00	0,01	0,50	0,69	0,71	0,67	0,47	0,00	0,48	0,00
November	0,00	0,00	0,18	0,65	0,72	0,60	0,18	0,00	0,00	0,00	0,26	0,61	0,67	0,59	0,22	0,00	0,21	0,00
December	0,00	0,00	0,06	0,61	0,66	0,59	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06	0,57	0,62	0,52	0,06	0,00	0,00	0,00

Tabel 7.9 — Gewogen fractie van de tijd $f_{sh,with}$ dat de zonwering in gebruik is voor automatisch geregelde zonwering voor woningbouw en utiliteitsbouw (schakelcriterium 150 W/m²)

	Verticaal								Schuin naar boven gekeerd								Horizontaal	
	90°								45°									
	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	0°	180°
Januari	0,00	0,00	0,45	0,78	0,86	0,80	0,48	0,00	0,00	0,00	0,51	0,77	0,81	0,78	0,54	0,00	0,48	0,00
Februari	0,00	0,04	0,54	0,74	0,79	0,73	0,44	0,03	0,01	0,19	0,61	0,77	0,79	0,75	0,58	0,12	0,67	0,00
Maart	0,00	0,23	0,65	0,81	0,86	0,78	0,55	0,10	0,29	0,62	0,80	0,88	0,89	0,86	0,76	0,57	0,84	0,00
April	0,12	0,51	0,75	0,83	0,88	0,81	0,71	0,46	0,56	0,78	0,87	0,92	0,92	0,91	0,86	0,78	0,91	0,01
Mei	0,25	0,59	0,75	0,81	0,85	0,81	0,73	0,58	0,86	0,83	0,88	0,91	0,92	0,91	0,89	0,83	0,92	0,17
Juni	0,36	0,63	0,73	0,75	0,79	0,79	0,78	0,68	0,90	0,86	0,88	0,90	0,91	0,91	0,89	0,88	0,92	0,19
Juli	0,34	0,59	0,72	0,75	0,78	0,76	0,73	0,63	0,84	0,82	0,86	0,88	0,89	0,89	0,86	0,83	0,92	0,11
Augustus	0,22	0,46	0,70	0,81	0,88	0,86	0,79	0,62	0,84	0,80	0,87	0,91	0,94	0,92	0,91	0,86	0,93	0,02
September	0,04	0,21	0,64	0,84	0,88	0,84	0,68	0,30	0,36	0,66	0,81	0,89	0,91	0,90	0,84	0,70	0,89	0,00
Oktober	0,00	0,05	0,59	0,83	0,87	0,82	0,51	0,03	0,05	0,32	0,74	0,86	0,88	0,85	0,70	0,32	0,79	0,00
November	0,00	0,00	0,50	0,79	0,82	0,78	0,37	0,00	0,00	0,00	0,56	0,76	0,81	0,76	0,55	0,00	0,58	0,00
December	0,00	0,00	0,41	0,79	0,86	0,79	0,43	0,00	0,00	0,00	0,51	0,76	0,82	0,75	0,48	0,00	0,42	0,00

OPMERKING 7 De waarden uit tabel 7.7 en 7.8 komen overeen met een schakelcriterium op basis van de intensiteit van de opvallende zonnestraling van 300 W/m² op uurbasis voor de standaardklimaatgegevens volgens NEN 5060. De waarden uit tabel 7.9 komen overeen met een schakelcriterium op basis van de intensiteit van de opvallende zonnestraling van 150 W/m² op uurbasis voor de standaardklimaatgegevens volgens NEN 5060. Merk op dat de differentiatie naar oriëntatie geen extra invoergegevens vraagt; de oriëntatie van elke daglichtopening is immers al gevraagd voor de opvallende zonnestraling. Gebruiksgedrag ten aanzien van beweegbare zonwerende voorzieningen ten behoeve van visueel comfort valt buiten het bereik van deze bepalingmethode; eventueel moet daarvoor een additionele binnenzonwering worden toegepast.

Voor tussenliggende oriëntaties moet de waarde behorend bij de dichtstbijzijnde oriëntatie worden gekozen; waar de oriëntatie precies is gelegen tussen twee in bovenstaande tabellen aangegeven oriëntaties moet de hoogste naastliggende waarde worden gekozen. Voor tussenliggende hellingshoeken moet lineair worden geïnterpoleerd tussen de tabelwaarden.

7.6.6.2 Kozijnfractie

De oppervlakte van de beglazing kan worden bepaald met de geometrische gegevens of raamafmetingen (Methode A), of kan worden afgeleid van een vast gekozen kozijnfractie (Methode B). Voor alle ramen in een gebouw moet dezelfde keuze worden gemaakt.

Methode A

De kozijnfractie van raam wi , $F_{fr;wi}$, moet worden berekend volgens de volgende formule:

$$F_{fr;wi} = 1 - \frac{A_{gl;wi}}{A_{wi}} \quad (7.44)$$

waarin, voor raam wi :

$F_{fr;wi}$ is de kozijnfractie;

$A_{gl;wi}$ is de oppervlakte van het beglaasde deel van raam wi , bepaald volgens K.2, in m^2 ;

A_{wi} is de oppervlakte van raam wi , bepaald volgens K.2, in m^2 ; in het geval van uitstekende onderdelen moet de geprojecteerde oppervlakte worden gebruikt.

Methode B

Indien de kozijnfractie bij de bepaling van de transmissieverliezen onbekend is, bijv. omdat forfaitaire waarden voor de warmtedoorgangscoefficiënt voor ramen worden gehanteerd, moet voor de kozijnfractie de volgende getalswaarde worden aangehouden: $F_{fr;wi} = 0,25$.

7.6.6.3 Absorptiecoëfficiënt voor zonnestraling

De absorptiecoëfficiënt voor zonnestraling van het buitenoppervlak van de niet-transparante constructie bedraagt: $\alpha_{sol} = 0,6$.

7.6.6.4 Vormfactor

Voor de vormfactor tussen de constructie k en de hemel $F_{sky;k}$:

$F_{sky} = 1$ voor een horizontale constructie, waarvan de hellingshoek met de horizontaal kleiner is dan of gelijk is aan 5° ;

$F_{sky} = 0,75$ voor hellende constructies waarvan de hellingshoek met de horizontaal kleiner is dan of gelijk is aan 75° , maar groter is dan 5° ;

$F_{sky} = 0,5$ voor een verticale constructie waarvan de hellingshoek met de horizontaal groter is dan 75° ;

$F_{sky} = 0$ voor uitwendige scheidingsconstructies grenzend aan de buitenlucht die overhellen (naar de grond gericht);

$F_{sky} = 0$ voor scheidingsconstructies tussen een rekenzone en een aangrenzende onverwarmde serre.

7.7 Effectieve interne warmtecapaciteit

OPMERKING 1 De methode is ontleend aan 6.6.9 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

De effectieve interne warmtecapaciteit van de rekenzone (lucht, meubilair en bouwelementen) vertegenwoordigt de totale warmtecapaciteit gezien vanaf de binnenkant.

Bepaal de effectieve interne warmtecapaciteit op basis van forfaitaire waarden volgens onderstaande formule.

$$C_{m;int;eff;zi} = D_{m;int;eff;zi} \cdot 1000 \cdot A_{g;zi} \quad (7.45)$$

waarin:

$C_{m;int;eff;zi}$ is de effectieve interne warmtecapaciteit van de rekenzone, in J/K;

$D_{m;int;eff;zi}$ is de specifieke interne warmtecapaciteit van de rekenzone, bepaald volgens de tabellen 7.10, 7.11 en 7.12, in kJ/m²K;

$A_{g;zi}$ is de gebruiksoppervlakte van rekenzone zi , bepaald volgens 6.6.4, in m².

In afwijking hiervan mag de effectieve interne warmtecapaciteit ook volgens bijlage B worden bepaald.

INTERNETCONSULTATIE

Tabel 7.10 — Forfaitaire waarden voor de specifieke interne warmtecapaciteit

Type bouwwijze vloeren	Type bouwwijze wanden	$D_{m;int;eff;zi}$ [kJ/m ² K]	
		Gesloten of verlaagd plafond ^a	Geen of open plafond ^b
Licht	Licht	55	80
Licht	Zwaar	110	180
Zwaar	Licht		
Zeer zwaar	Licht		
Zwaar	Zwaar	180	360
Licht	Zeer zwaar		
Zwaar	Zeer zwaar	250	450
Zeer zwaar	Zwaar		
Zeer zwaar	Zeer zwaar		

^a Bij utiliteitsbouw moet worden uitgegaan van de kolom 'gesloten of verlaagd plafond' tenzij aan de volgende 2 voorwaarden wordt voldaan: 1) er is sprake van een vrijhangend plafond in het verblijfsgebied dat ten minste netto 15 % van de plafondoppervlakte, gelijkelijk verdeeld over het plafond, open is uitgevoerd én 2) er is geen sprake van de situatie geschetst onder ^c.

^b Bij woningbouw moet worden uitgegaan van de kolom 'geen of open plafond', behalve in situaties waarin sprake is van de situatie geschetst onder ^c.

^c Indien de bovenzijde van een vloer in een zwaardere categorie valt dan de onderzijde van de vloer erboven, dan moet worden uitgegaan van de kolom 'gesloten of verlaagd plafond'.

OPMERKING 1 De waarde voor de specifieke interne warmtecapaciteit wordt primair bepaald aan de hand van de bouwwijze. Indien gebruikgemaakt wordt van een berekening volgens bijlage B, is de massa bepalend. Het bouwtype en hiermee de specifieke interne warmtecapaciteit kan per verdieping of deel van het gebouw verschillen. Indien de verschillen in specifieke interne warmtecapaciteit tussen verdiepingen of delen van het gebouw groot zijn (zie 6.5.2), moet het gebouw in meerdere rekenzones worden verdeeld. Indien geen opdeling in rekenzones noodzakelijk is, moet een inschatting worden gemaakt van de gemiddelde specifieke interne warmtecapaciteit van de totale rekenzone.

OPMERKING 2 Voetnoot ^c gaat over het volgende: er kan sprake zijn van een zware vloer, terwijl de verdiepingen erboven een lichte vloerconstructie hebben, waardoor het plafond licht is. Het verschil in massa tussen vloer en plafond wordt in rekening gebracht door te rekenen met een gesloten of verlaagd plafond in plaats van geen of open plafond. Dit treedt bijvoorbeeld op als de begane grondvloer zwaar is, bijvoorbeeld doordat er een dekvloer op ligt, en de vloerconstructie erboven (aan de plafondzijde) licht is. NB. Indien er in een utiliteitsgebouw sprake is van een gesloten of verlaagd plafond, wordt altijd met de kolom 'gesloten of verlaagd plafond' gerekend.

Tabel 7.11 — Specificatie van het type bouwwijze voor vloeren voor de bepaling van de specifieke interne warmtecapaciteit

Type bouwwijze	Vloeren
Licht	Houten vloeren
	Houtskeletbouw (hsb) vloeren
	Staalframebouw (sfb) vloeren
	Schuimbetonvloer
	Vloeren van elk type die aan de bovenzijde zijn geïsoleerd
Zwaar	Staal-beton vloeren
	Niet-massieve betonnen vloeren, zoals kanaalplaatvloeren en cassettevloeren.
	Hout-betonvloer
	Alle vloeren die vallen onder type bouwwijze “Licht” die aan de bovenzijde zijn afgewerkt met een dekvloer van cement of anhydriet
Zeer zwaar	Massieve betonnen vloeren

OPMERKING 2 Uitgangspunt is dat de dekvloer aan de bovenzijde van een vloer een minimale dikte heeft van 60 mm. Echter omdat dit in de bestaande bouw niet is op te nemen, wordt deze dikte niet als minimum eis meegegeven.

Tabel 7.12 — Specificatie van het type bouwwijze voor wanden voor de bepaling van de specifieke interne warmtecapaciteit

Type bouwwijze	Wanden
Licht	Houtskeletbouw (hsb)
	Staalframebouw (sfb)
	Staalskeletbouw
	Wanden van elk type die aan de binnenzijde zijn geïsoleerd.
Zwaar	Dragend metselwerk
	Betonnen kolom-ligger skeletbouw

Type bouwwijze	Wanden
Zeer zwaar	Betonnen wand-vloer skeletbouw

OPMERKING 3 Veel vooroorlogse woningen zijn opgebouwd uit dragend metselwerk met houten vloeren. Veel woningen uit de wederopbouwperiode zijn opgebouwd uit dragend metselwerk met niet-massieve betonnen vloeren. En woningen uit de Vinex-periode betreffen vaak woningen die zijn opgebouwd uit dragend metselwerk met massieve betonnen vloeren.

7.8 Benuttingsfactoren

7.8.1 Principe

OPMERKING De methode is ontleend aan 6.6.10 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

In de in deze norm gebruikte maandmethode worden de dynamische effecten in rekening gebracht door middel van de benuttingsfactor voor de warmtewinsten (warmtebehoefte) respectievelijk de benuttingsfactor voor de warmteverliezen (koudebehoefte). Het effect van de traagheid van het gebouw bij nacht- en/of weekendverlaging of -onderbreking wordt apart in rekening gebracht (zie 7.9).

7.8.2 Benuttingsfactor voor warmtewinst

De dimensieloze benuttingsfactor voor warmtewinst, $\eta_{H;gn;zi;mi}$, is een functie van de warmtebalansverhouding voor verwarming, $\gamma_{H;zi;mi}$, en een numerieke parameter, $a_{H;zi;mi}$, die afhangt van de traagheid van het gebouw. De benuttingsfactor wordt berekend voor elke zone en elke maand met de volgende formules:

$$\text{als } \gamma_{H;zi;mi} > 0 \text{ en } \gamma_{H;zi;mi} \neq 1: \quad \eta_{H;gn;zi;mi} = \frac{1 - (\gamma_{H;zi;mi})^{a_{H;zi;mi}}}{1 - (\gamma_{H;zi;mi})^{(a_{H;zi;mi} + 1)}} \quad (7.46)$$

$$\text{als } \gamma_{H;zi;mi} = 1: \quad \eta_{H;gn;zi;mi} = \frac{a_{H;zi;mi}}{a_{H;zi;mi} + 1} \quad (7.47)$$

$$\text{als } \gamma_{H;zi;m} \leq 0 \text{ en } Q_{H;gn;zi;m} > 0: \quad \eta_{H;gn;zi;mi} = 1 / \gamma_{H;zi;mi} \quad (7.48)$$

$$\text{als } \gamma_{H;zi;m} \leq 0 \text{ en } Q_{H;gn;zi;m} \leq 0: \quad \eta_{H;gn;zi;mi} = 1 \quad (7.49)$$

OPMERKING De motivatie voor de 'als'-uitspraken wordt gegeven in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

waarbij:

$$\gamma_{H;zi;mi} = \frac{Q_{H;gn;zi;mi}}{Q_{H;ht;zi;mi}} \quad (7.50)$$

waarin, voor elke rekenzone zi en elke maand mi :

$\eta_{H;gn;zi;mi}$ is de dimensieloze benuttingsfactor voor warmtewinst;

$\gamma_{H;zi;mi}$ is de dimensieloze warmtebalansverhouding voor verwarming;

$a_{H;zi;mi}$ is een dimensieloze numerieke parameter, bepaald volgens onderstaande;

$Q_{H;ht;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht voor verwarming, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;

$Q_{H;gn;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor verwarming, bepaald volgens 7.2.3, in kWh.

De dimensieloze numerieke parameter $a_{H;zi;mi}$ wordt berekend met de volgende formule:

$$a_{H;zi;mi} = a_{H;0} + \frac{\tau_{H;zi;mi}}{\tau_{H;0}} \quad (7.51)$$

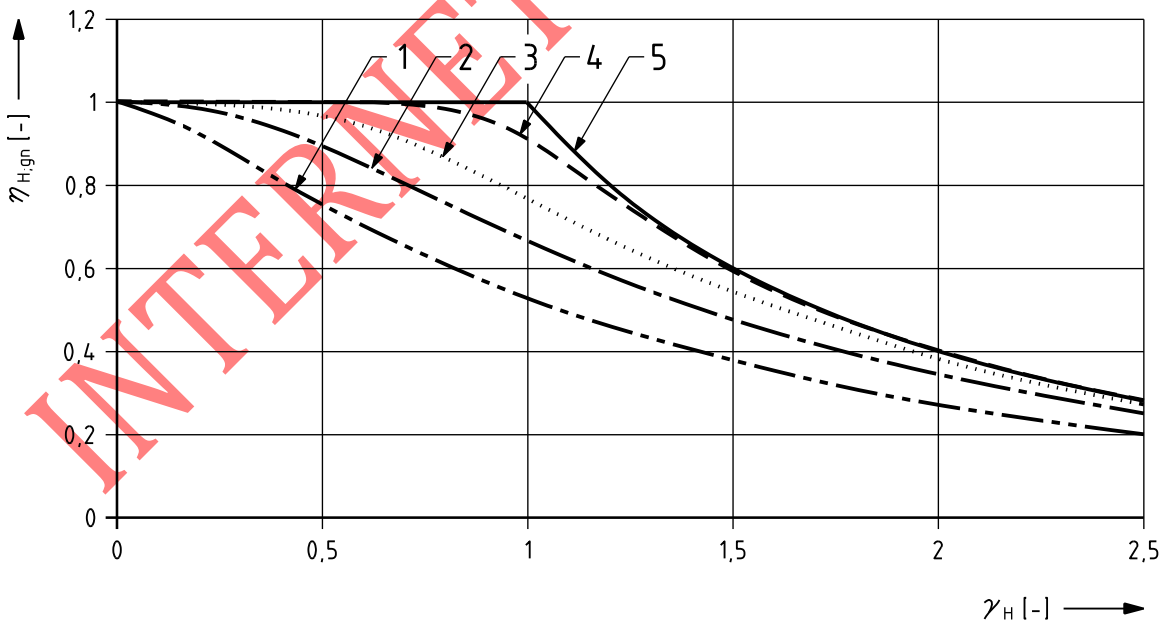
waarin, voor elke rekenzone zi en elke maand mi :

$a_{H;0}$ is een dimensieloze numerieke referentieparameter, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $a_{H;0} = 1,0$;

$\tau_{H;zi;mi}$ is de tijdconstante van de warmtebehoefte, bepaald volgens 7.8.4, in h;

$\tau_{H;0}$ is een referentie tijdconstante, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $\tau_{H;0} = 15$, in h.

Figuur 7.1 illustreert de benuttingsfactor voor verschillende tijdconstanten.



Legenda

- 1 tijdconstante van 8 uur (geringe traagheid)
- 2 tijdconstante van 1 dag
- 3 tijdconstante van 2 dagen

- 4 tijdconstante van 7 dagen
- 5 tijdconstante oneindig (grote traagheid)

Figuur 7.1 — Illustratie van de benuttingsfactor voor warmtewinst (warmtebehoefte)

7.8.3 Benuttingsfactor voor warmteoverdracht

De dimensieloze benuttingsfactor voor warmteoverdracht, $\eta_{C;ht;zi;mi}$, is een functie van de warmtebalansverhouding voor koeling, $\gamma_{C;zi;mi}$, en een numerieke parameter, $a_{C;zi;mi}$, die afhangt van de traagheid van het gebouw. De benuttingsfactor wordt berekend voor elke zone en elke maand met de volgende formules:

$$\text{als } \gamma_{C;zi;mi} > 0 \text{ en } \gamma_{C;zi;mi} \neq 1: \quad \eta_{C;ht;zi;mi} = \frac{1 - (\gamma_{C;zi;mi})^{-a_{C;zi;mi}}}{1 - (\gamma_{C;zi;mi})^{-(a_{C;zi;mi}+1)}} \quad (7.52)$$

$$\text{als } \gamma_{C;zi;mi} = 1: \quad \eta_{C;ht;zi;mi} = \frac{a_{C;zi;mi}}{a_{C;zi;mi} + 1} \quad (7.53)$$

$$\text{als } \gamma_{C;zi;mi} \leq 0: \quad \eta_{C;ht;zi;mi} = 1 \quad (7.54)$$

waarin:

$$\gamma_{C;zi;mi} = \frac{Q_{C;gn;zi;mi}}{Q_{C;ht;zi;mi}} \quad (7.55)$$

waarin, voor elke rekenzone zi en elke maand mi :

$\eta_{C;ht;zi;mi}$ is de dimensieloze benuttingsfactor voor warmteoverdracht;

$\gamma_{C;zi;mi}$ is de dimensieloze warmtebalansverhouding voor koeling;

$a_{C;zi;mi}$ is een dimensieloze numerieke parameter, bepaald volgens onderstaande;

$Q_{C;ht;zi;mi}$ is de totale warmteoverdracht door transmissie en ventilatie voor koeling, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;

$Q_{C;gn;zi;mi}$ is de totale warmtewinst voor koeling, bepaald volgens 7.2.3, in kWh.

De dimensieloze numerieke parameter $a_{C;zi;mi}$ wordt berekend met de volgende formule:

$$a_{C;zi;mi} = a_{C;0} + \frac{\tau_{C;zi;mi}}{\tau_{C;0}} \quad (7.56)$$

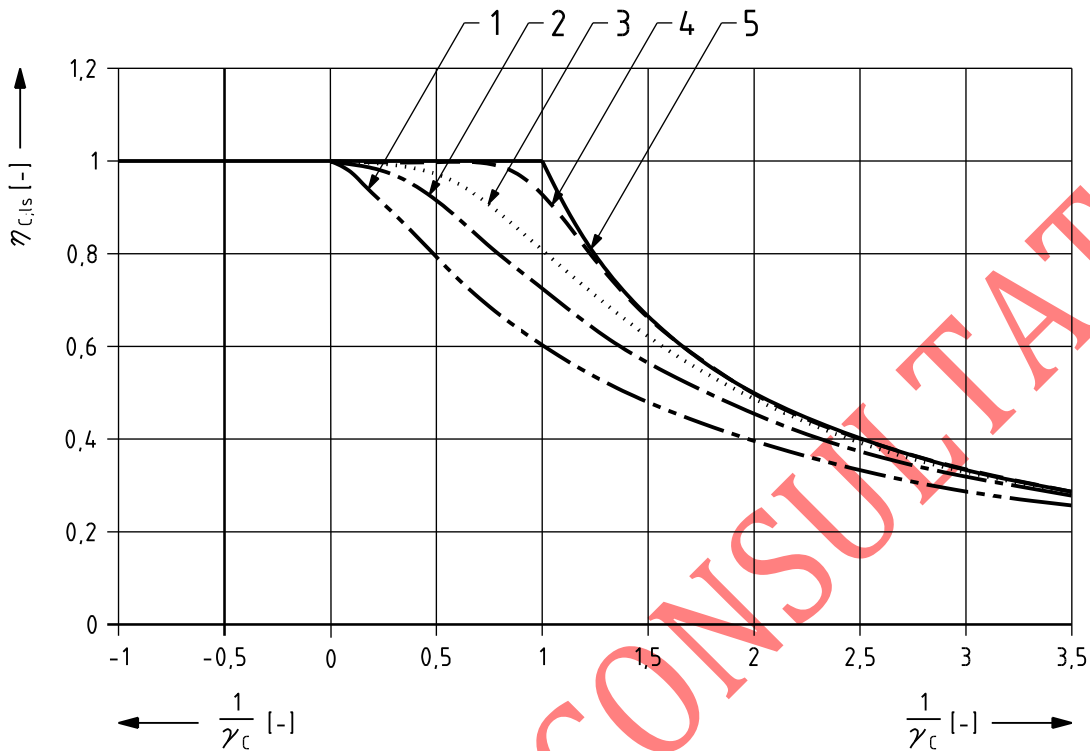
waarin, voor elke rekenzone zi en elke maand mi :

$a_{C;0}$ is een dimensieloze numerieke referentieparameter, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $a_{C;0} = 1,0$;

$\tau_{C;zi;mi}$ is de tijdconstante voor de koudebehoefte, bepaald volgens 7.8.4, in h;

$\tau_{C;0}$ is een referentie tijdconstante, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $\tau_{C;0} = 15$, in h.

Onderstaande figuur illustreert de benuttingsfactor voor verschillende tijdconstanten.



Legenda

- 1 tijdconstante van 8 uur (geringe traagheid)
- 2 tijdconstante van 1 dag
- 3 tijdconstante van 2 dagen
- 4 tijdconstante van 7 dagen
- 5 tijdconstante oneindig (grote traagheid)

Figuur 7.2 — Illustratie van de benuttingsfactor voor warmteoverdracht (koudebehoefte)

7.8.4 Tijdconstante van de rekenzone

De tijdconstante van de rekenzone, τ , karakteriseert de interne thermische traagheid van de rekenzone. De tijdconstante kan verschillen voor berekeningen voor verwarming en koeling, en voor beide variëren van maand tot maand, afhankelijk van de variatie van de twee variabelen waarvan de tijdconstante afhankelijk is, te weten H_{tr} en H_{ve} . De tijdconstante, onderscheiden voor warmtebehoefte (τ_h) en koudebehoefte (τ_c), in h, wordt als volgt berekend:

$$\tau_{H;zi;mi} = \frac{C_{m;int;eff;zi}/3600}{H_{H;tr(excl. grfl);zi;mi} + H_{H;g;adj;zi} + H_{H;ve;zi;mi}} \quad (7.57)$$

$$\tau_{C;zi;mi} = \frac{C_{m;int;eff;zi} / 3600}{H_{C;tr(excl.grfl);zi;mi} + H_{C;g;adj;zi} + H_{C;ve;zi;mi}} \quad (7.58)$$

waarin:

- $\tau_{H/C;zi;mi}$ is de tijdconstante van rekenzone zi voor respectievelijk de warmtebehoefte- en de koudebehoefteberekening, in h ;
- $C_{m;int;eff;zi}$ is de effectieve interne warmtecapaciteit van de rekenzone, berekend volgens 7.7, in J/K ;
- $H_{H/C;tr(excl.grf;mi);zi;mi}$ is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie voor verwarming respectievelijk koeling, met uitzondering van de beganegrandvloer, bepaald volgens 7.3.2, in W/K ;
- $H_{H/C;g;adj;zi}$ is het seizoensgemiddelde van de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie door de beganegrandvloer, aangepast voor het seizoenstemperatuurverschil, voor verwarming respectievelijk koeling, zoals bepaald in bijlage D, in W/K ;
- $H_{H/C;ve;zi;mi}$ is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door ventilatie, voor maand mi , bepaald volgens 7.4, in W/K .

OPMERKING 1 Meer informatie over de bepaling van de thermische transmissie door de beganegrandvloer kan worden gevonden in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017 en NPR-CEN-ISO/TR 52019-2:2017.

OPMERKING 2 Deze norm voorziet niet in een bepalingmethode voor een gebouw waarin t.b.v. vergroting van de effectieve thermische massa faseveranderende materialen zijn aangebracht (PCM, 'phase change materials').

7.9 Rekentemperatuur en correcties voor niet-continu verwarmen en koelen

7.9.1 Principe

OPMERKING 1 De methode is ontleend aan 6.6.11 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

In de bepaling van de rekentemperatuur voor de warmte- en koudebehoefteberekening, $\theta_{int;calc;H/C;mi}$ in $^{\circ}C$, worden de volgende aspecten meegenomen:

- temperatuurnivellering tussen ruimten met verschillend verondersteld gebruik, voor woonfuncties;
- niet-continu verwarmen en koelen (nachtverlaging en weekendonderbreking) voor alle gebruiksfuncties.

OPMERKING 2 In de methodiek wordt geen rekening gehouden met lange onderbrekingen (bijv. vakanties), omdat de bouwregelgeving daar geen aanleiding toe geeft. Voor privaatrechtelijke berekeningen (bijv. voor maatwerkadvies) kan gebruik worden gemaakt van de rekenregels voor lange onderbrekingen in 6.6.11.5 van NEN-EN-ISO 52016-1:2017.

7.9.2 Rekentemperatuur voor verwarming

De rekentemperatuur in de rekenzone voor verwarming, $\theta_{\text{int;calc};H;mi}$ in °C, wordt berekend met de volgende formule:

$$\theta_{\text{int;calc};H;zi;mi} = a_{H;\text{red};zi;mi} \times (\theta_{\text{int;set};H;zi} - \theta_{e;\text{avg};mi}) + \theta_{e;\text{avg};mi} \quad (7.59)$$

waarin, voor elke rekenzone zi en maand mi :

- $\theta_{\text{int;calc};H;zi;mi}$ is de rekentemperatuur van de rekenzone voor verwarming, in °C;
- $a_{H;\text{red};zi;mi}$ is de reductiefactor voor niet-continu verwarmen, zoals hieronder bepaald;
- $\theta_{\text{int;set};H;zi}$ is de setpointtemperatuur voor verwarming, bepaald volgens 7.9.4, in °C;
- $\theta_{e;\text{avg};mi}$ is de maandelijks gemiddelde buitentemperatuur, zoals bepaald in 17.2, in °C.

OPMERKING 1 Voor de maandelijks berekeningsmethode is het niet evident of de maandelijks waarden in het geval van niet-continu verwarmen, zijn gebaseerd op gegevens tijdens aanwezigheid, of op tijdgemiddelde waarden over perioden van aan- en afwezigheid (uren en/of dagen). Beide keuzes brengen fouten met zich mee die onvermijdelijk zijn voor de maandelijks berekeningsmethode. Gekozen is voor tijdgemiddelde waarden. Zie meer uitleg in het technische rapport, NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

De dimensieloze reductiefactor voor niet-continu verwarmen, $a_{H;\text{red};zi;mi}$, wordt berekend met de volgende formule:

$$a_{H;\text{red};zi;mi} = 1 - \left(1 - a_{H;\text{red};\text{day};zi;mi}\right) - \left(1 - a_{H;\text{red};\text{wknd};zi;mi}\right) \quad (7.60)$$

waarin:

$$a_{H;\text{red};y;zi;mi} = 1 - f_{H;\text{red};y;zi} + f_{H;\text{red};y;zi} \cdot d\theta_{H;\text{red};mn;y;zi;mi} \quad (7.61)$$

waarin:

$$f_{H;\text{red};\text{day};zi} = \frac{t_{H;\text{red};\text{day};zi} \cdot \left(7 - \left(t_{H;\text{red};\text{wknd};zi} / 24\right)\right)}{24 \times 7} \quad (7.62)$$

$$f_{H;\text{red};\text{wknd};zi} = \frac{t_{H;\text{red};\text{wknd};zi}}{24 \times 7} \quad (7.63)$$

waarin, voor elke rekenzone zi en elke maand mi :

- $a_{H;\text{red};y;zi;mi}$ is de reductiefactor voor niet-continu verwarmen, waarbij y = dag of weekend;
- $f_{H;\text{red};y;zi}$ is het relatieve deel van de tijd (y = dag of weekend) met gereduceerd setpoint voor verwarming;

$d\theta_{H;\text{red};\text{mn};y;zi;mi}$ is de gemiddelde (relatieve) vermindering van het temperatuurverschil tijdens de periode met een gereduceerde setpointtemperatuur, zoals hieronder bepaald;

$t_{H;\text{red};\text{day};zi}$ is het aantal uren per dag met gereduceerde setpointtemperatuur voor verwarming, zoals bepaald in 7.9.5, in h;

$t_{H;\text{red};\text{wknd};zi}$ is het aantal dagen in de week met gereduceerde setpointtemperatuur voor verwarming, zoals bepaald in 7.9.5, omgerekend in h.

Indien van toepassing kunnen de volgende formules gebruikt worden voor elk van de onderbrekingsperioden (y = dag of weekend).

De gemiddelde (relatieve) vermindering van het temperatuurverschil tijdens de periode met een gereduceerde setpointtemperatuur, $d\theta_{H;\text{red};\text{mn};y;zi;mi}$, is gelijk aan:

Als $t_{H;\text{red};y;zi} = 0$:

$$d\theta_{H;\text{red};\text{mn};y;zi;mi} = 0$$

Als $f_{H;\text{red};\text{low};y;zi;mi} \geq 1$:

$$d\theta_{H;\text{red};\text{mn};y;zi;mi} = d\theta_{\text{float};zi;mi} + \left(\frac{1 - d\theta_{\text{float};zi;mi}}{t_{H;\text{red};y;zi} / \tau_{H;zi;mi}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\left(t_{H;\text{red};y;zi} / \tau_{H;zi;mi} \right)} \right) \quad (7.64)$$

in andere gevallen:

$$d\theta_{H;\text{red};\text{mn};y;zi;mi} = \left(\frac{1 - d\theta_{\text{set};H;\text{low};y;zi;mi}}{t_{H;\text{red};y;zi} / \tau_{H;zi;mi}} \right) \cdot f_{H;\text{red};\text{low};y;zi;mi} \cdot d\theta_{\text{float};zi;mi} + \left(1 - f_{H;\text{red};\text{low};y;zi;mi} \right) \cdot d\theta_{\text{set};H;\text{low};y;zi;mi} \quad (7.65)$$

waarin:

$f_{H;\text{red};\text{low};y;zi;mi}$ is de dimensionloze (relatieve) lengte van de periode totdat de gereduceerde setpointtemperatuur is bereikt, zoals hieronder bepaald;

$d\theta_{\text{set};H;\text{low};y;zi;mi}$ is de dimensionloze (relatieve) verlaging van de setpointtemperatuur gerelateerd aan het verschil met de buitentemperatuur, zoals hieronder bepaald;

$d\theta_{\text{float};zi;mi}$ is de dimensionloze (relatieve) verlaging in het verschil tussen binnen- en buitentemperatuur bij 'free floating' condities (geen verwarming), zoals hieronder bepaald;

$\tau_{H;zi;mi}$ is de tijdconstante voor verwarming, bepaald volgens 7.8.4, in h.

De dimensionloze (relatieve) lengte van de periode totdat de gereduceerde setpointtemperatuur is bereikt, $f_{H;\text{red};\text{low};y;zi;mi}$, is gelijk aan:

als $(d\theta_{\text{set};H;\text{low};y;zi;mi} - d\theta_{\text{float};zi;mi}) \leq 0$ of in het geval van uitschakeling van de verwarming:

$$f_{H;red;low;y;zi;mi} = 1$$

en als $d\theta_{float;zi;mi} = 1$:

$$f_{H;red;low;y;zi;mi} = 0.$$

in andere gevallen:

$$f_{H;red;low;y;zi;mi} = \frac{t_{H;red;low;y;zi;mi} / \tau_{H;zi;mi}}{t_{H;red;y;zi} / \tau_{H;zi;mi}} \quad (7.66)$$

waarin:

als $d\theta_{set;H;low;y;zi;mi} \leq d\theta_{float;zi;mi}$:

$$\frac{t_{H;red;low;y;zi;mi}}{\tau_{H;zi;mi}} = 1 \quad (7.67)$$

en als $d\theta_{float;zi;mi} = 1$:

$$\frac{t_{H;red;low;y;zi;mi}}{\tau_{H;zi;mi}} = 0 \quad (7.68)$$

in andere gevallen:

$$\frac{t_{H;red;low;y;zi;mi}}{\tau_{H;zi;mi}} = -\ln \left(\frac{d\theta_{set;H;low;y;zi;mi} - d\theta_{float;zi;mi}}{1 - d\theta_{float;zi;mi}} \right) \quad (7.69)$$

De dimensieloze (relatieve) verlaging van de setpointtemperatuur gerelateerd aan het verschil met de buitentemperatuur, $d\theta_{set;H;low;y;zi;mi}$, wordt gegeven door:

indien:

$$(\theta_{int;set;H;zi} - \theta_{e;avg;mi}) \leq 0: \quad d\theta_{set;H;low;y;zi;mi} = 1 \quad (7.70)$$

en indien:

$$(\theta_{int;set;H;low;y;zi} - \theta_{e;avg;mi}) \leq 0: \quad d\theta_{set;H;low;y;zi;mi} = 0 \quad (7.71)$$

in andere gevallen:

$$d\theta_{set;H;low;y;zi;mi} = \text{Min} \left(\frac{\theta_{int;set;H;low;y;zi} - \theta_{e;a;mi}}{\theta_{int;set;H;zi} - \theta_{e;a;mi}}, 1 \right) \quad (7.72)$$

waarin:

$\theta_{\text{int;set;H;low;y;zi}}$ is de gereduceerde setpointtemperatuur voor verwarming in rekenzone zi tijdens onderbrekingsperiode y , zoals bepaald in 7.9.5, in °C.

De dimensieloze (relatieve) verlaging in het verschil tussen binnen- en buitentemperatuur bij 'free floating' condities (geen verwarming), $d\theta_{\text{float;zi;mi}}$, wordt gegeven door:

als $(\theta_{\text{int;set;H;zi}} - \theta_{\text{e;avg;mi}}) \leq 0$:

$$d\theta_{\text{float;zi;mi}} = 1$$

OPMERKING 2 Hierbij is er in ieder geval geen warmtebehoefte.

in andere gevallen:

$$d\theta_{\text{float;zi;mi}} = \frac{Q_{\text{H;gn;zi;mi}} \cdot 1000}{\left(\left(H_{\text{H;tr;excl.gf;zi;mi}} + H_{\text{H;ve;zi;mi}} \right) \cdot \left(\theta_{\text{int;set;H;zi}} - \theta_{\text{e;avg;mi}} \right) + H_{\text{gr;an;zi;mi}} \cdot \left(\theta_{\text{int;set;H;zi}} - \theta_{\text{e;avg;an}} \right) \right) \cdot t_{\text{mi}}} \quad (7.73)$$

met maximale waarde: $d\theta_{\text{float;mi}} = 1$ en minimale waarde: $d\theta_{\text{float;mi}} = 0$.

OPMERKING 3 De minimale waarde is nodig voor het zeldzame geval dat de winst negatief is. Dit komt voor als de warmtestraling naar de hemel dominant is.

waarin, voor elke rekenzone zi en elke maand mi :

- $Q_{\text{H;gn;zi;mi}}$ is de totale warmtewinst voor verwarming, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $H_{\text{H;tr;excl.gf;zi;mi}}$ is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie voor verwarming, met uitzondering van de beganegrondvloer, bepaald volgens 7.3.2, in W/K;
- $H_{\text{H;ve;zi;mi}}$ is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door ventilatie voor verwarming, bepaald volgens 7.4, in W/K;
- $H_{\text{gr;an;zi;mi}}$ is de warmteoverdrachtcoëfficiënt voor gebouwelementen in thermisch contact met de grond, bepaald volgens 7.3.2, in W/K;
- $\theta_{\text{e;avg;an}}$ is de gemiddelde buitentemperatuur voor het volledige jaar, zoals bepaald in 17.2, in °C.

OPMERKING 4 De rechterkant van de vergelijking lijkt hetzelfde als de warmtebalansverhouding voor verwarming, $\gamma_{\text{H;zi;mi}}$ (zie 7.8.2), maar als deze grootheid hier gebruikt zou worden, zou een kringverwijzing ontstaan.

7.9.3 Rekentemperatuur voor koeling en reductiefactor voor niet-continu koelen

De correcties in het geval van niet-continu koelen worden toegepast op de koudebehoefte en niet op de rekentemperatuur. De rekentemperatuur van de rekenzone voor koeling, $\theta_{\text{int;calc;C;mi}}$, in °C, blijft gelijk aan de setpointtemperatuur, bepaald volgens 7.9.4.

OPMERKING 1 Voor de maandelijkse berekeningsmethode is het niet evident of de maandelijkse waarden in het geval van niet-continu koelen zijn gebaseerd op gegevens tijdens aanwezigheid, of op tijdgemiddelde waarden over perioden van aan- en afwezigheid (uren en/of dagen). Beide keuzes brengen fouten met zich mee die onvermijdelijk zijn voor de maandelijkse berekeningsmethode. Gekozen is voor tijdgemiddelde waarden. Zie meer uitleg in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

De dimensieloze reductiefactor voor niet-continu koelen, $a_{C,red;zi;mi}$, wordt in het geval van weekendonderbreking berekend met de volgende formule:

$$a_{C,red;zi;mi} = a_{C,red;wknd;zi;mi} = (1 - f_{C,red;wknd;zi}) + b_{C,red;wknd} \cdot f_{C,red;wknd;zi} \quad (7.74)$$

waarin:

$$f_{C,red;wknd;zi} = \frac{t_{C,red;wknd;zi}}{24 \times 7} \quad (7.75)$$

waarin, voor elke rekenzone zi :

- $f_{C,red;wknd;zi}$ is het relatieve deel van de week waarin de koeling gereduceerd of onderbroken wordt;
- $t_{C,red;wknd;zi}$ is het aantal dagen van de week met gereduceerde setpointtemperatuur of onderbreking voor koeling, zoals bepaald in 7.9.5, omgerekend in h;
- $b_{C,red;wknd}$ is een empirische correlatiefactor, waarvoor de volgende getalswaarde geldt:
 $b_{C,red;wknd} = 0,3$.

OPMERKING 2 De waarde van $a_{C,red;wknd;zi;mi}$ wordt alleen beïnvloed door de lengte van weekendonderbreking. De waarde wordt bijv. niet beïnvloed door de 'gereduceerde' setpointtemperatuur. In NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017 wordt uitgelegd dat voor de maandelijkse methode een nauwkeuriger resultaat niet verantwoord is.

7.9.4 Setpointtemperatuur

7.9.4.1 Algemeen

Bepaal de setpointtemperatuur van de rekenzone voor de warmtebehoefteberekening $\theta_{int;set;H;zi}$ voor iedere gebruiksfunctie volgens onderstaande formule:

$$\theta_{int;set;H;zi;mi} = \theta_{int;set;H;stc} - \Delta\theta_{int;set;H;zi;mi} \quad (7.76)$$

waarin:

- $\theta_{int;set;H;zi;mi}$ is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor de warmtebehoefteberekening, in °C;
- $\theta_{int;set;H;stc;zi}$ is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor verwarming voor de thermisch geconditioneerde zones, bepaald volgens tabel 7.13, in °C;

$\Delta\theta_{\text{int;set;H;zi,mi}}$ is de setpointtemperatuur voor nivellering van de temperatuur binnen een gebouw, tussen ruimten met verschillend verondersteld gebruik voor de warmtebehoefteberekening, in °C,

— voor woonfuncties bepaald volgens 7.9.4.2;

— voor de overige gebruiksfuncties geldt: $\Delta\theta_{\text{int;set;H;zi,mi}} = 0$.

Bepaal de setpointtemperatuur van de rekenzone voor de koudebehoefteberekening $\theta_{\text{int;set;C;zi}}$ voor iedere gebruiksfunctie volgens onderstaande formule:

$$\theta_{\text{int;set;C;zi,mi}} = \theta_{\text{int;set;C;stc}} \quad (7.77)$$

waarin:

$\theta_{\text{int;set;C;zi,mi}}$ is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor de koudebehoefteberekening, in °C;

$\theta_{\text{int;set;C;stc;zi}}$ is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor koeling voor de thermisch geconditioneerde zones, bepaald volgens tabel 7.13, in °C;

Tabel 7.13 — Setpointtemperatuur voor thermisch geconditioneerde zones

Gebruiksfunctie van een gebouw of van een gedeelte van een gebouw	$\theta_{\text{int;set;H;stc;zi}}$ °C	$\theta_{\text{int;set;C;stc;zi}}$ °C
Bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	21	24
Bijeenkomstfunctie overig	21	
Celfunctie	21	
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	22	
Gezondheidszorgfunctie overig	21	
Kantoorfunctie	21	
Logiesfunctie	21	
Onderwijsfunctie	21	
Sportfunctie	16	
Winkelfunctie	21	
Woonfunctie	20	

OPMERKING Voor de maandelijkse berekeningsmethoden kan bij verwarming de werkelijke gemiddelde interne temperatuur hoger zijn door onmiddellijke oververhitting. Echter, met dit effect wordt rekening gehouden door middel van de benuttingsfactor voor de warmtewinst. Vergelijkbaar kan voor koeling de werkelijke gemiddelde interne temperatuur lager zijn door onmiddellijke verliezen die groter zijn dan de winst.

7.9.4.2 Temperatuurnivellering woningbouw

Voor woonfuncties waarbij delen van het gebouw voornamelijk onverwarmd zijn (bijv. slaapkamers, werkkamer, zolder: de 'matig verwarmde' ruimten), moet de setpointtemperatuur voor verwarming worden aangepast.

De verlaging van de setpointtemperatuur als gevolg van nivellering van de temperatuur in de woning tussen ruimte met verschillend verondersteld gebruik, $\Delta\theta_{\text{int;set;H;zi,mi}}$, wordt bepaald volgens onderstaande formule:

$$\Delta\theta_{\text{int;set;H;zi,mi}} = \frac{(f_{\text{mod;t}} \times f_{\text{mod;sp}}) \times (f_{\text{mod;sp}} \times H_{\text{H,e;spec;zi,mi}}) \times (\theta_{\text{int;set;H;stc;zi}} - \theta_{\text{e;avg;mi}})}{(f_{\text{mod;sp}} \times H_{\text{H,e;spec;zi,mi}}) + H_{\text{H,int;spec}}} \quad (7.78)$$

waarin, voor het gebouw of gebouwdeel als enkele zone, z_i , in maand m_i :

$$H_{\text{H,e;spec;zi,mi}} = \frac{H_{\text{H,tr(excl.gf);zi,mi}} + H_{\text{gr;an;adj;zi}} + H_{\text{H,ve;zi,mi}}}{A_{\text{use;zi}}} \quad (7.79)$$

waarin:

$f_{\text{mod;t}}$	is de aangenomen (vaste) dimensieloze fractie in tijd waarin het matig verwarmde deel (gemiddeld gezien) wordt verwarmd op matig comfort-niveau in plaats van op volledig comfort-niveau, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $f_{\text{mod;t}} = 0,8$;
$f_{\text{mod;sp}}$	is de aangenomen (vaste) dimensieloze ruimtelijke fractie van het matig verwarmde deel in het gebouw, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $f_{\text{mod;sp}} = 0,5$ voor woongebouwen; $f_{\text{mod;sp}} = 0,6$ voor alle overige woonfuncties;
$H_{\text{H,e;spec;zi,mi}}$	is de specifieke warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie en ventilatie, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
$\theta_{\text{int;set;H;stc;zi}}$	is de setpointtemperatuur voor de volledig verwarmde ruimte of ruimten, bepaald volgens tabel 7.13, in $^{\circ}\text{C}$;
$\theta_{\text{e;avg;mi}}$	is de maandelijks gemiddelde buitentemperatuur, zoals bepaald in 17.2, in $^{\circ}\text{C}$;
$H_{\text{H,int;spec}}$	is de aangenomen (vaste) totale specifieke interne warmteoverdrachtcoëfficiënt per m^2 van de gebruiksoppervlakte in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, waarvoor de volgende getalswaarde geldt: $H_{\text{H,int;spec}} = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
$H_{\text{H,tr(excl.gf);zi,mi}}$	is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie voor verwarming, met uitzondering van de beganegrondvloer, bepaald volgens 7.3.2, in W/K ;
$H_{\text{gr;an;adj;zi}}$	is het seizoensgemiddelde van de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie door de beganegrondvloer, aangepast voor het seizoens-temperatuurverschil, voor verwarming, zoals bepaald in bijlage E in W/K ;
$H_{\text{H,ve;zi,mi}}$	is de totale warmteoverdrachtcoëfficiënt door ventilatie, bepaald volgens 7.4, in W/K ;

$A_{g,zi}$

is de gebruiksoppervlakte van de rekenzone, bepaald volgens 6.6.4, in m².

OPMERKING 1 De vaste waarden zullen leiden tot een ruwe benadering. Voor uitleg en voorbeelden zie NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

Voor koeling wordt aangenomen dat de setpointtemperatuur van de rekenzone gelijk is aan de setpointtemperatuur voor de thermisch geconditioneerde ruimten.

OPMERKING 2 Voor koeling is dit een conservatieve benadering. Zie uitleg en verantwoording in NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017.

OPMERKING 3 Zoals ook alle andere gebruikersgerelateerde getalswaarden liggen deze getalswaarden vast, uitgaande van een standaard gebruik van de woning (energieprestatie onafhankelijk van het specifieke bewonersgedrag). Achtergrond van de gekozen getalswaarden:

- $f_{mod;t} = 0,8$: het matig verwarmde deel van de woning wordt geacht 20 % van de tijd wel 'hoog' te worden verwarmd;
- $f_{mod;sp} = 0,6$ voor grondgebonden woningen : qua gebruik (woonzone/slaapzone) wordt de woonzone wat kleiner ingeschat dan de slaapzone, uitgaande van 3 bouwlagen.
- $f_{mod;sp} = 0,5$ voor woongebouwen: de woning wordt qua gebruik (woonzone/slaapzone) in twee gelijke delen verdeeld gedacht;
- $H_{H,int;spec} = 2,0$: rekenwaarde voor interne warmteoverdrachtcoëfficiënt per m² gebruiksoppervlakte.

Merk op dat deze getalswaarden worden gebruikt in een vergelijking die een correctie beoogt; een grotere nauwkeurigheid van deze getalswaarden is daarom niet gewenst. Het resultaat van de vergelijking kan variëren tussen ongeveer 17 °C (slecht geïsoleerde woningen) en ongeveer 19 °C (energiezuinige woningen).

7.9.5 Rekenwaarden intermittent heating/cooling

7.9.5.1 Gereduceerde setpointtemperatuur

Bepaal de gereduceerde setpointtemperatuur bij nacht- of weekendverlaging van de rekenzone voor de warmtebehoefteberekening, $\theta_{int;set;H;low;day}$ en $\theta_{int;set;H;low;week}$ voor iedere gebruiksfunctie volgens onderstaande tabel.

Tabel 7.14 — Gereduceerde setpointtemperatuur voor de warmtebehoefteberekening

Gebruiksfunctie van een gebouw of van een gedeelte van een gebouw	$\theta_{int;set;H;low;day}$ °C	$\theta_{int;set;H;low;week}$ °C
Bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	16	16
Bijeenkomstfunctie overig		
Celfunctie		
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied		
Gezondheidszorgfunctie overig		
Kantoorfunctie		
Logiesfunctie		

Onderwijsfunctie		
Sportfunctie	14	14
Winkelfunctie	16	16
Woonfunctie		

7.9.5.2 Perioden met gereduceerde setpointtemperatuur

Bepaal het aantal uren per dag en het aantal dagen per week met gereduceerde setpointtemperatuur of uitschakeling van de thermostaat, $t_{H;red;day;zi}$ en $t_{H/C;red;wknd;zi}$ voor iedere gebruiksfunctie volgens onderstaande tabel.

Tabel 7.15 — Aantal uren per dag en aantal dagen per week met gereduceerde setpointtemperatuur of uitgeschakelde thermostaat voor de warmte- en koudebehoefteberekening

Gebruiksfunctie van een gebouw of een gedeelte van een gebouw	Uren per (werk)dag met gereduceerde setpointtemperatuur of uitgeschakelde thermostaat voor verwarming $t_{H;red;day}$	Dagen in de week met gereduceerde setpointtemperatuur of uitgeschakelde thermostaat voor verwarming, omgerekend in h $t_{H;red;wknd}$	Dagen in de week met gereduceerde setpointtemperatuur of uitgeschakelde thermostaat voor koeling, omgerekend in h $t_{C;red;wknd}$
Bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	14	48	48
Bijeenkomstfunctie overig	14	48	48
Celfunctie	8	0	0
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	8	0	0
Gezondheidszorgfunctie overig	14	48	48
Kantoorfunctie	14	48	48
Logiesfunctie	13	24	24
Onderwijsfunctie	14	48	48
Sportfunctie	14	48	48
Winkelfunctie	13	24	24
Woonfunctie	10	0	0

OPMERKING De tabel geeft tijden waarin de gebouwfuncties worden geacht niet operationeel te zijn en waarin de setpointtemperaturen niet worden onderhouden. Deze tijden zijn afgestemd met de correctiefactor voor bezettingstijd in hoofdstuk 11, rekening houdend met het feit dat de bedrijfsvoering voor ventilatie niet in alle opzichten identiek is aan de bedrijfsvoering voor de temperatuur.

7.9.6 Berekende temperatuur van een rekenzone als outputvariabele

Voor verwarming is de maandelijks gemiddelde temperatuur van de rekenzone, $\theta_{\text{int;op;H;zi;mi}}$, in °C, gelijk aan de rekentemperatuur, $\theta_{\text{int;calc;H;zi;mi}}$, in °C, bepaald volgens 7.9.2.

Voor koeling is de maandelijks gemiddelde temperatuur van de rekenzone, $\theta_{\text{int;op;H;zi;mi}}$, in °C, gegeven door de volgende formules:

$$\theta_{\text{int;op;C;zi;mi}} = \theta_{\text{e;avg;mi}} + \frac{(Q_{\text{C;nd;zi;mi}} + Q_{\text{C;gn;zi;mi}})}{(H_{\text{C;ht;zi;mi}} \times 0,001 \times t_{\text{mi}})} \quad (7.80)$$

waarin:

$$H_{\text{C;ht;zi;mi}} = \frac{Q_{\text{C;ht;zi;mi}}}{(\theta_{\text{int;set;C;stc;zi;mi}} - \theta_{\text{e;avg;mi}}) \times 0,001 \times t_{\text{mi}}} \quad (7.81)$$

waarin:

- $\theta_{\text{e;avg;mi}}$ is de maandelijks gemiddelde buitentemperatuur, zoals bepaald in 17.2, in °C;
- $Q_{\text{C;nd;zi;mi}}$ is de maandelijks energiebehoefte voor koeling, voor de rekenzone *zi* en maand *mi*, bepaald volgens 7.2.2, in kWh;
- $Q_{\text{C;gn;zi;mi}}$ is de totale warmtewinst voor koeling, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $H_{\text{C;ht;zi;mi}}$ is de warmteoverdrachtcoëfficiënt door transmissie en ventilatie voor koeling, in W/K;
- t_{mi} is de rekenwaarde voor de lengte van de beschouwde maand, bepaald volgens 17.2, in h;
- $Q_{\text{C;ht;zi;mi}}$ is de totale warmteoverdracht door transmissie en ventilatie voor koeling, bepaald volgens 7.2.3, in kWh;
- $\theta_{\text{int;set;C;stc;zi;mi}}$ is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor koeling voor de thermisch geconditioneerde zones, bepaald volgens 7.9.4, in °C.

OPMERKING De formules zijn slechts een uitdrukking voor de maandelijks warmtebalans, waarbij rekening wordt gehouden met het effect van onderbreking en onbenutte warmteverliezen.

Als voor een specifiek systeem geen onderscheid kan worden gemaakt tussen verwarmingsmodus en koelmodus, moet de gemiddelde temperatuur van de rekenzone per maand worden bepaald door

weging van de temperatuur voor de verwarmingsmodus en koelmodus op basis van de respectievelijke warmte- en koudebehoefte.

7.9.7 Berekende temperatuur van een aangrenzende onverwarmde ruimte als outputvariabele

De maandelijks gemiddelde temperatuur in een aangrenzende onverwarmde ruimte k , $\theta_{ztu,k;zi;H/C;mi}$ in °C, wordt bepaald volgens onderstaande formule:

$$\theta_{ztu,k;zi;H/C;mi} = \theta_{int;set;H/C;stc;zi,mi} - b_{ztu,k;mi} \cdot (\theta_{int;set;H/C;stc;zi,mi} - \theta_{e;avg;mi}) \quad (7.82)$$

waarin, voor elke maand mi :

$\theta_{e;avg;mi}$	is de gemiddelde buitentemperatuur in maand mi , bepaald volgens 17.2, in °C;
$b_{U,k;mi}$	is een dimensieloze reductiefactor de temperatuurverschillen tussen de buitenlucht en de temperatuur in de aangrenzende onverwarmde ruimte k , in maand mi , bepaald volgens 8.4.1;
$\theta_{int;set;H/C;stc;zi,mi}$	is de setpointtemperatuur van de rekenzone voor verwarming/koeling voor de thermisch geconditioneerde zones, bepaald volgens 7.9.4, in °C; als er meer dan één aangrenzende rekenzone is, worden de temperaturen gewogen op basis van de distributiefactor voor de warmteoverdracht tussen rekenzone zi,j en de aangrenzende onverwarmde ruimte ztu , $F_{j;ztu;zi,mi}$, zoals bepaald in 7.6.4;
$\theta_{e;avg;mi}$	is de maandelijks gemiddelde buitentemperatuur, zoals bepaald in 17.2, in °C.

Als deze temperatuur als input wordt gebruikt en er geen verschil kan worden gemaakt tussen de verwarmings- en koelstand, dan moet de temperatuur voor de verwarmings- en koelstand per maand worden gewogen met respectievelijk de warmte- en koudebehoefte.

7.10 Lengte van het verwarmings- of koelseizoen voor gebruik van seizoensafhankelijke voorzieningen

Als de gebruikstijd van seizoensafhankelijke voorzieningen, zoals pompen voor het verwarmingssysteem, moet worden beoordeeld zonder gedetailleerde data, kan de lengte van het verwarmingsseizoen worden benaderd door de som van de maanden die een warmtebehoefte hoger dan nul hebben.

Als de gebruikstijd van seizoensafhankelijke voorzieningen, zoals ventilatoren voor het koelsysteem, moet worden beoordeeld zonder gedetailleerde data, kan de lengte van het koelseizoen worden benaderd door de som van de maanden die een koudebehoefte hoger dan nul hebben.