

## Bijlage A Behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten (AOR)

M.b.t. aangrenzende onverwarmde ruimten wordt een reductiefactor  $b$  bepaald, zie norm NBN EN ISO 13789.

Voor de behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten bij de bepaling van de energieprestatie, worden standaard volgende 2 vereenvoudigde mogelijkheden voorzien.

### A.1 Mogelijkheid 1

Het is steeds toegelaten de buitengeometrie van de AOR buiten beschouwing te laten.

- Voor de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt er dan aangenomen dat de temperatuur van de AOR gelijk is aan de buitentemperatuur (d.w.z. de reductiefactor  $b = 1$ ). Er wordt geen doorzonnig naar het beschermd volume beschouwd.
- Voor de bepaling van de oververhittingsindicator en van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling wordt er aangenomen dat de AOR zich op dezelfde temperatuur bevindt als het beschermd volume (d.w.z. de reductiefactor  $b = 0$ ). Er worden m.a.w. geen transmissiewarmtestromen van het beschermd volume naar de AOR beschouwd. Voor de bezonning wordt er aangenomen dat de AOR geen enkele belemmering vormt.

### A.2 Mogelijkheid 2

Deze mogelijkheid is enkel van toepassing indien de AOR maar aan één energiesector grenst en indien er geen hygiënische ventilatie tussen de AOR en het beschermd volume optreedt.

Voor de gevallen waarbij de AOR aan meerdere energiesectoren grenst, kan de minister nadere regels bepalen die toelaten de AOR op te delen in een aantal kleinere, fictieve aangrenzende onverwarmde ruimten die elk op zich maar aan 1 energiesector grenzen.

Wanneer meerdere aangrenzende onverwarmde ruimten ook onderling aan elkaar grenzen wordt bij conventie aangenomen dat er geen warmtetransmissie of luchtuitwisseling (hygiënisch of door in/exfiltratie) tussen de aangrenzende onverwarmde ruimten plaatsvindt. Tevens wordt de scheidingsconstructie als opaak beschouwd.

In aangrenzende onverwarmde ruimten worden de interne warmtewinsten gelijk aan nul gesteld.

De reductiefactor  $b$  wordt berekend volgens de norm NBN EN ISO 13789. Voor de behandeling van de bouwknopen gelden dezelfde regels als in § 7.4 (onderscheid tussen enerzijds verwarmingsberekeningen en anderzijds berekeningen voor koeling en oververhitting).

De indirecte zonnwinsten van de aangrenzende energiesector (zie § 7.10.2) zijn gelijk aan de fractie  $(1-b)$  van de geabsorbeerde zonnwinsten in de AOR. Zowel de reductiefactor  $b$  als de zonnwinsten kunnen verschillen voor enerzijds de berekeningen voor ruimteverwarming en anderzijds de berekeningen voor het risico op oververhitting en ruimtekoeling, omwille van een verschil in ventilatievoud en/of de gebruiksfactor van eventuele zonnewering.

Directe doorzoning van de AOR wordt enkel beschouwd indien loodrecht op het middelpunt van het venster tussen de AOR en het beschermd volume (BV) ook de buitenwand van de AOR transparant is. Bij de bepaling van de beschaduwingshoeken van het AOR-BV venster wordt rekening gehouden met de geometrie van de AOR (bv. opaaak dak). De invallende bezonning op het AOR-BV venster wordt verminderd met het product  $0,95 \cdot F_F \cdot g_g$  van de tegenoverliggende transparante buitenwand. De directe doorzoning van de AOR wordt in mindering gebracht van de totale binnenkomende zonnewinsten van de AOR om de in de AOR geabsorbeerde zonnewinsten te bepalen.

## Bijlage B Het hygiënische ventilatiedebiet

Een beperkt volume met niet-residentiële bestemming kan deel uitmaken van een EPW-eenheid.

Voor het gedeelte van een gebouw met woonbestemming moeten de ventilatievoorzieningen voldoen aan de eisen volgens bijlage C.2 bij dit besluit. Deze leggen minimale ontwerpdebieten op. Hieronder wordt voor residentiële gedeelten met 'geëist debiet' het minimale ontwerpdebet in bijlage C.2 bij dit besluit bedoeld. Telkens er hieronder sprake is van 'geëiste buitenluchttoevoerdebieten' wordt het minimale ontwerpvoederdebet van de woonkamer integraal meegeteld (er wordt dus bij conventie verondersteld dat er geen recirculatie wordt toegepast).

De ventilatievoorzieningen van niet-residentiële gedeelten van een gebouw moeten voldoen aan de eisen volgens bijlage C.3 bij dit besluit. Hierin worden minimale ontwerpdebieten opgelegd (overeenkomend met een bepaalde minimale bezetting en een beoogde minimale luchtkwaliteit) waarvoor de ventilatievoorzieningen ontworpen moeten worden. Het bouwteam mag hogere ontwerpdebieten vastleggen, overeenkomend met een hogere bezettingsgraad, een betere gewenste luchtkwaliteit, enz. Voor niet-residentiële gedeelten zijn het de debieten zoals vastgelegd door het bouwteam die hieronder met de term 'geëist debiet' bedoeld worden.

In onderstaande tekst gebeurt de evaluatie van verschillende termen van mechanische systemen bij de zgn. 'nominale' ventilatorstand. Tenzij expliciet anders aangeduid op het bedieningspaneel, geldt de maximale stand als de nominale. Bij de nominale stand dient de mechanische toevoer of de mechanische afvoer in elke ruimte ten minste gelijk te zijn aan het geëist debiet.

De bepaling van de vermenigvuldigingsfactor  $m$  en de reductiefactor voor voorverwarming  $r$  gebeurt per ventilatiezone. Ruimten van de EPW-eenheid waaraan geen eisen gesteld worden qua toevoer van buitenlucht, doorvoer of afvoer naar buiten, worden samengenomen met een aangrenzende ventilatiezone. In geval van meerdere aangrenzende ventilatiezones worden ze samengenomen met die zones waarmee ze desgevallend in contact staan via inwendige verbindingen. Indien er geen dergelijke verbindingen zijn, staat de keuze vrij.

Overeenkomstig de regels voor de opsplitsing van een EPW-eenheid in energiesectoren zoals vastgelegd in § 5.3, kan een energiesector zich niet over meerdere ventilatiezones uitstrekken, aangezien een energiesector met hetzelfde type ventilatiesysteem moet uitgerust zijn. Wel kan een ventilatiesector uit verschillende energiesectoren bestaan, bv. omdat verschillende delen verschillende warmteafgiftesystemen hebben (bv. een woning met één enkel ventilatiesysteem, maar met radiatoren op de 1<sup>e</sup> verdieping en vloerverwarming op het gelijkvloers).

De minister kan nadere specificaties bepalen met betrekking tot de meting van de debieten per ruimte die gebruikt worden in de gedetailleerde berekening van de  $m$  en  $r_{\text{preh}}$  factoren.

### B.1 Bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{\text{sec } i}$ voor het debiet

De vermenigvuldigingsfactor  $m_{\text{sec } i}$  van een energiesector  $i$  is gelijk aan de vermenigvuldigingsfactor van de ventilatiezone  $z$  waarvan de energiesector deel uitmaakt:

$$\text{Eq. 139 } m_{\text{sec } i} = m_{\text{zone } z} \quad (-)$$

De bepaling van de vermenigvuldigingsfactor van ventilatiezone  $z$  gebeurt zoals hieronder beschreven.

Nota: toepassing van onderstaande regels leidt voor elk van de ventilatiesystemen tot de waarde bij ontstentenis  $m_{\text{zone } z} = 1,5$ .

#### B.1.1 Natuurlijke ventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor  $m_{\text{zone } z}$  wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen
- m.b.t. de afvoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen
  - de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen

Bepaal  $m_{\text{zone } z}$  per ventilatiezone  $z$  als:

$$\text{Eq. 140 } m_{\text{zone } z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left( \frac{r_{\text{nat.supply, zone } z} + r_{\text{nat.exh, zone } z} + r_{\text{leak, stack, zone } z}}{r_{\text{nat.supply, zone } z, \text{def}} + r_{\text{nat.exh, zone } z, \text{def}} + r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}} \right) \quad (-)$$

met:

|                                               |                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{\text{nat.supply, zone } z}$              | een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone $z$ , zoals hieronder bepaald, (-); |
| $r_{\text{nat.exh, zone } z}$                 | een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare afvoeropeningen in ventilatiezone $z$ , zoals hieronder bepaald, (-);  |
| $r_{\text{leak, stack, zone } z}$             | een correctiefactor voor de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen in de ventilatiezone $z$ , zoals hieronder bepaald, (-);          |
| $r_{\text{nat.supply, zone } z, \text{def}}$  | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{nat.supply, zone } z}$ , zoals hieronder bepaald, (-);                                              |
| $r_{\text{nat.exh, zone } z, \text{def}}$     | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{nat.exh, zone } z}$ , zoals hieronder bepaald, (-);                                                 |
| $r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}$ | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{leak, stack, zone } z}$ , zoals hieronder bepaald, (-).                                             |

##### B.1.1.1 Correctiefactor $r_{\text{nat.supply, zone } z}$

Natuurlijke toevoeropeningen die getest zijn conform de norm NBN EN 13141-1 kunnen in een bepaalde klasse ingedeeld worden volgens § Tabel [18]:.

Hierbij wordt beoordeeld in welke mate het debiet constant blijft bij variatie van het drukverschil.

Koppel de correctiefactor  $r_{\text{nat.supply,zone } z}$  van ventilatiezone  $z$  bij conventie aan de indeling in klassen zoals aangegeven in Tabel [19]:. De regelbare toevoeropening (RTO) met de hoogste correctiefactor bepaalt de waarde voor de ganse ventilatiezone. De waarde bij ontstentenis is 0,20.

**Tabel [18]: Klassering van de zelfregelendheid i.f.v. het drukverschil**

| Drukverschil P                       | Debiet als functie van het nominaal debiet bij 2 Pa ( $q_N$ ) |                                             |                                             |                                             |                                             |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| (Pa)                                 | Klasse P0                                                     | Klasse P1                                   | Klasse P2                                   | Klasse P3                                   | Klasse P4                                   |
| $0 \text{ Pa} \leq P < 2 \text{ Pa}$ |                                                               | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$<br>en $\leq 1,20q_N$ | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$<br>en $\leq 1,20q_N$ | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$<br>en $\leq 1,20q_N$ | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$<br>en $\leq 1,20q_N$ |
| 2 Pa                                 | $q_N$                                                         | $q_N$                                       | $q_N$                                       | $q_N$                                       | $q_N$                                       |
| $2 \text{ Pa} < P < 5 \text{ Pa}$    | Voldoet niet aan klasse P1                                    | $\geq 0,80q_N$<br>en $\leq 1,8q_N$          | $\geq 0,80q_N$<br>en $\leq 1,8q_N$          | $\geq 0,80q_N$<br>en $\leq 1,5q_N$          | $\geq 0,80q_N$<br>en $\leq 1,2q_N$          |
| 5 Pa - 10 Pa                         |                                                               | $\geq 0,70q_N$<br>en $\leq 2,3q_N$          | $\geq 0,70q_N$<br>en $\leq 2,0q_N$          | $\geq 0,70q_N$<br>en $\leq 1,5q_N$          | $\geq 0,80q_N$<br>en $\leq 1,2q_N$          |
| 10 Pa - 25 Pa                        |                                                               | $\geq 0,50q_N$<br>en $\leq 3,0q_N$          | $\geq 0,50q_N$<br>en $\leq 2,0q_N$          | $\geq 0,50q_N$<br>en $\leq 1,5q_N$          | $\geq 0,80q_N$<br>en $\leq 1,2q_N$          |
| 25 Pa - 50 Pa                        |                                                               | $\geq 0,30q_N$<br>en $\leq 3,0q_N$          | $\geq 0,30q_N$<br>en $\leq 2,0q_N$          | $\geq 0,30q_N$<br>en $\leq 1,5q_N$          | $\geq 0,30q_N$<br>en $\leq 1,5q_N$          |
| 50 Pa - 100 Pa                       |                                                               | $\leq 3,0q_N$                               | $\leq 2,0q_N$                               | $\leq 2,0q_N$                               | $\leq 2,0q_N$                               |
| 100 Pa - 200 Pa                      |                                                               | $\leq 4,0q_N$                               | $\leq 3,0q_N$                               | $\leq 3,0q_N$                               | $\leq 3,0q_N$                               |

**Tabel [19]: Correctiefactor  $r_{\text{nat.supply,zone } z}$**

| Klasse RTO | $r_{\text{nat.supply,zone } z}$ |
|------------|---------------------------------|
| P0         | 0,20                            |
| P1         | 0,18                            |
| P2         | 0,14                            |
| P3         | 0,08                            |
| P4         | 0,02                            |

#### **B.1.1.2 Correctiefactor $r_{\text{nat.exh,zone } z}$**

Natuurlijke afvoeropeningen die niet zelfregelend zijn krijgen als waarde:  $r_{\text{nat.exh,zone } z} = 0,20$

Dit is ook de waarde bij ontstentenis.

Betere waarden kunnen bepaald worden volgens vooraf door de minister bepaalde regels.

#### **B.1.1.3 Correctiefactor $r_{\text{leak,stack,zone } z}$**

Bereken  $r_{\text{leak,stack,zone } z}$  van ventilatiezone  $z$  bij conventie als:

$$\text{Eq. 141} \quad r_{\text{leak,stack,zone } z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{\text{leak,stack,zone } z,k}}{\dot{V}_{\text{req,exh,zone } z}} \quad (-)$$

met:

$\dot{V}_{\text{leak,stack,zone } z,k}$  het conventioneel lekdebiet van natuurlijk afvoerkanaal  $k$  in ventilatiezone  $z$ , in  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$\dot{V}_{\text{req,exh,zone } z}$  het geëiste totaal afvoerdebiet van de ventilatiezone  $z$ , als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Er dient gesommeerd te worden over alle natuurlijke afvoerkanalen  $k$  die in de ventilatiezone  $z$  voorkomen. Bepaal het lekdebiet  $\dot{V}_{\text{leak,stack,zone } z,k}$  van een natuurlijk afvoerkanaal  $k$  via meting, conform de procedures beschreven in de norm NBN EN 14134. De bij conventie te beschouwen werkingsdruk is 2 Pa.

Neem in geval geen meetresultaten voorgelegd worden,  $r_{\text{leak,stack,zone } z} = 0,025$ . Dit is de waarde bij ontstentenis.

#### **B.1.2 Mechanische toevoerventilatie**

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor  $m_{\text{zone } z}$  wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:

- de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen
- de luchtdichtheid van de mechanische toevoerkanalen
- m.b.t. de afvoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen
  - de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen

Bepaal  $m_{\text{zone } z}$  per ventilatiezone  $z$  als:

$$\text{Eq. 142} \quad m_{\text{zone } z} = 1,0 + 0,5 \times \left( \frac{r_{\text{mech. supply, zone } z} + r_{\text{nat. exh, zone } z} + r_{\text{leak, stack, zone } z}}{r_{\text{mech. supply, zone } z, \text{def}} + r_{\text{nat. exh, zone } z, \text{def}} + r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}} \right) \quad (-)$$

met:

|                                                |                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{\text{mech. supply, zone } z}$             | een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtdichtheid van de mechanische toevoerkanalen in ventilatiezone $z$ , zoals hieronder bepaald, (-); |
| $r_{\text{nat. exh, zone } z}$                 | een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen in ventilatiezone $z$ , zoals bepaald in B.1.1, (-);                                                                                      |
| $r_{\text{leak, stack, zone } z}$              | een correctiefactor voor de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen in de ventilatiezone $z$ , zoals bepaald in B.1.1, (-);                                                                                    |
| $r_{\text{mech. supply, zone } z, \text{def}}$ | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{mech. supply, zone } z}$ , zoals hieronder bepaald, (-);                                                                                                                     |
| $r_{\text{nat. exh, zone } z, \text{def}}$     | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{nat. exh, zone } z}$ , zoals bepaald in B.1.1, (-);                                                                                                                          |
| $r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}$  | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{leak, stack, zone } z}$ , zoals bepaald in B.1.1, (-).                                                                                                                       |

#### B.1.2.1 Correctiefactor $r_{\text{mech. supply, zone } z}$

Bereken  $r_{\text{mech. supply, zone } z}$  per ventilatiezone  $z$  als:

$$\text{Eq. 143} \quad r_{\text{mech. supply, zone } z} = r_{\text{adj. mech. supply, zone } z} + \frac{\sum \dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, l}}{\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}} \quad (-)$$

met:

|                                                  |                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{\text{adj, mech. supply, zone } z}$          | een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone $z$ , zoals hieronder bepaald, (-);                          |
| $\dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, l}$ | de lekverliezen van het toevoerkanaalnet $l$ in ventilatiezone $z$ , bij nominale ventilatorstand, in $\text{m}^3/\text{h}$ , zoals hieronder bepaald;             |
| $\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$    | het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone $z$ , als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in $\text{m}^3/\text{h}$ . |

In de tweede term dient gesommeerd te worden over alle toevoerkanaalnetten  $l$  in ventilatiezone  $z$ .

De correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in een ventilatiezone z als volgt:

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale ventilatorstand) van de mechanische toevoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} = 0,20$$

Dit is de waarde bij ontstentenis.

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale ventilatorstand) van alle mechanische toevoeropeningen gemeten zijn, geldt:

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten tussen 100% en 120% ligt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} = 0$$

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten minstens 100% bedraagt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, maar 1 of meer waarden meer dan 120% van de geëiste waarden bedragen, geldt:

$$\text{Eq. 144 } r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} = \max \left[ 0 ; \min \left\{ 0,20 ; \frac{\sum_j \dot{V}_{\text{meas, mech. supply, rm } j}}{\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}} - 1,20 \right\} \right] \quad (-)$$

waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ( $\dot{V}_{\text{meas, mech. supply, rm } j}$ , in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) moeten gesommeerd worden over alle toevoerruimten j van ventilatiezone z.  $\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$  is het geëiste totaal mechanisch toevoerdebiet in de ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

- zoniet:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} = 0,20$$

Bepaal de lekverliezen van de toevoerkanaalnetten in ventilatiezone z als volgt:

- via meting van elk van de toevoerkanaalnetten, conform de procedure beschreven in de norm NBN EN 14134. De te beschouwen werkingsdruk is de statische overdruk gemeten onmiddellijk na de ventilator bij werking in nominale stand.
- de waarde bij ontstentenis bedraagt:

$$\text{Eq. 145 } \sum_k \dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, k} = 0,18 \cdot \dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Deze is van toepassing:

- indien voorgaande meting niet voor alle toevoerkanaalnetten uitgevoerd wordt;
- of indien de gemeten lekdebieten groter zijn dan deze waarde bij ontstentenis.

### B.1.3 Mechanische afvoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor  $m_{\text{zone } z}$  wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
  - de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen
- m.b.t. de afvoer:
  - de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen
  - de luchtdichtheid van de mechanische afvoerkanalen

Bepaal  $m_{\text{zone } z}$  per ventilatiezone  $z$  als:

$$\text{Eq. 146 } m_{\text{zone } z} = 1,0 + 0,5 \times \left( \frac{r_{\text{nat.supply,zone } z} + r_{\text{mech.extr,zone } z}}{r_{\text{nat.supply,zone } z,\text{def}} + r_{\text{mech.extr,zone } z,\text{def}}} \right) \quad (-)$$

met:

|                                            |                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{\text{nat.supply,zone } z}$            | een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone $z$ , zoals bepaald in B.1.1, (-);                                                                         |
| $r_{\text{mech.extr,zone } z}$             | een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtdichtheid van de mechanische afvoerkanalen in ventilatiezone $z$ , zoals hieronder bepaald, (-); |
| $r_{\text{nat.supply,zone } z,\text{def}}$ | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{nat.supply,zone } z}$ , zoals bepaald in B.1.1, (-);                                                                                                                       |
| $r_{\text{mech.extr,zone } z,\text{def}}$  | de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{mech.extr,zone } z}$ , zoals hieronder bepaald, (-).                                                                                                                       |

#### B.1.3.1 Correctiefactor $r_{\text{mech.extr,zone } z}$

Bereken  $r_{\text{mech.extr,zone } z}$  per ventilatiezone  $z$  als:

$$\text{Eq. 147 } r_{\text{mech.extr,zone } z} = r_{\text{adj,mech.extr,zone } z} + \frac{\sum_m \dot{V}_{\text{leak,extr,duct,zone } z,m}}{\dot{V}_{\text{req,mech.extr,zone } z}} \quad (-)$$

met:

|                                             |                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $r_{\text{adj,mech.extr,zone } z}$          | een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone $z$ , zoals hieronder bepaald, (-);                          |
| $\dot{V}_{\text{leak,extr,duct,zone } z,m}$ | de lekverliezen van het afvoerkanaalnet $m$ bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone $z$ , in $\text{m}^3/\text{h}$ , zoals hieronder bepaald;              |
| $\dot{V}_{\text{req,mech.extr,zone } z}$    | het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone $z$ , als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in $\text{m}^3/\text{h}$ . |

In de tweede term dient gesommeerd te worden over alle afvoerkanaalnetten  $m$  in ventilatiezone  $z$ .

Bepaal de correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in een ventilatiezone z als volgt:

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale ventilatorstand) van de mechanische afvoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = 0,20$$

Dit is de waarde bij ontstentenis.

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale ventilatorstand) van alle mechanische afvoeropeningen gemeten zijn, geldt:

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische afvoerdebieten tussen 100% en 120% ligt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = 0$$

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische afvoerdebieten minstens 100% bedraagt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, maar 1 of meer waarden meer dan 120% van de geëiste waarden bedragen, geldt:

$$\text{Eq. 148 } r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = \max \left[ 0 ; \min \left\{ 0,20 ; \frac{\sum_j \dot{V}_{\text{meas, mech. extr, rm } j}}{\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z}} - 1,20 \right\} \right] \quad (-)$$

waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ( $\dot{V}_{\text{meas, mech. extr, rm } j}$ , in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) moeten gesommeerd worden over alle afvoerruimten j van ventilatiezone z.  $\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z}$  is het geëiste totale mechanische afvoerdebiet in de ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

- zoniet:

$$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = 0,20$$

Bepaal de lekverliezen van de afvoerkanaalnetten in ventilatiezone z als volgt:

- via meting van elk van de afvoerkanaalnetten, conform de procedure beschreven in NBN EN 14134. De te beschouwen werkingsdruk is de statische onderdruk gemeten onmiddellijk voor de ventilator bij werking in nominale stand.
- de waarde bij ontstentenis bedraagt:

$$\text{Eq. 149 } \sum_l \dot{V}_{\text{leak, extr duct, zone } z, l} = 0,18 \cdot \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Deze is van toepassing:

- indien voorgaande meting niet voor alle afvoerkanaalnetten uitgevoerd wordt;
- of indien de gemeten lekdebieten groter zijn dan deze waarde bij ontstentenis.

#### B.1.4 Mechanische toe- en afvoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor  $m_{\text{zone } z}$  wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
  - de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen
  - de luchtdichtheid van de mechanische toevoerkanalen
- m.b.t. de afvoer:
  - de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen
  - de luchtdichtheid van de mechanische afvoerkanalen

Bepaal  $m_{\text{zone } z}$  per ventilatiezone  $z$  als:

$$\text{Eq. 150 } m_{\text{zone } z} = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{r_{\text{all mech, zone } z}}{r_{\text{all mech, zone } z, \text{def}}} \quad (-)$$

met:

$r_{\text{all mech, zone } z}$  een correctiefactor voor het gebrek aan luchtdichtheid van de toe- en afvoerkanalen en de eventueel gebrekkige afstelling van de toe- en afvoeropeningen in elk van de ruimten in de ventilatiezone  $z$ , zoals hieronder bepaald, (-);

$r_{\text{all mech, zone } z, \text{def}}$  de waarde bij ontstentenis voor  $r_{\text{all mech, zone } z}$ , zoals hieronder bepaald, (-).

##### B.1.4.1 Correctiefactor $r_{\text{all mech, zone } z}$

Bereken  $r_{\text{all mech, zone } z}$  per ventilatiezone  $z$  als:

$$\text{Eq. 151 } r_{\text{all mech, zone } z} = \frac{\max(\dot{V}_{\text{calc, mech. supply, zone } z} ; \dot{V}_{\text{calc, mech. extr, zone } z})}{\max(\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z} ; \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z})} \quad (-)$$

waarin:

$$\text{Eq. 152 } \dot{V}_{\text{calc, mech. supply, zone } z} = r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} \cdot \dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z} + \sum_1 \dot{V}_{\text{leak, supplyduct, zone } z, 1} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{Eq. 153 } \dot{V}_{\text{calc, mech. extr, zone } z} = r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} \cdot \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z} + \sum_m \dot{V}_{\text{leak, extr duct, zone } z, m} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z}$  een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone  $z$ , zoals bepaald in B.1.2, (-);

|                                                  |                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, l}$ | de lekverliezen van het toevoerkanaalnet $l$ bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone $z$ , in $\text{m}^3/\text{h}$ , zoals bepaald in B.1.2;               |
| $\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$    | het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone $z$ , als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in $\text{m}^3/\text{h}$ ; |
| $r_{\text{adj, mech. extr, zone } z}$            | een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone $z$ , zoals bepaald in B.1.3, (-);                            |
| $\dot{V}_{\text{leak, extr duct, zone } z, m}$   | de lekverliezen van het afvoerkanaalnet $m$ bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone $z$ , in $\text{m}^3/\text{h}$ , zoals bepaald in B.1.3;                |
| $\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z}$      | het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone $z$ , als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in $\text{m}^3/\text{h}$ .  |

Er dient gesommeerd te worden over alle toevoerkanaalnetten  $l$  en alle afvoerkanaalnetten  $m$  in ventilatiezone  $z$ .

## B.2 Reductiefactor voor voorverwarming

De reductiefactor voor voorverwarming  $r$  van een energiesector  $i$  is gelijk aan de reductiefactor voor voorverwarming van de ventilatiezone  $z$  waarvan de energiesector deel uitmaakt:

$$\text{Eq. 154 } r_{\text{preh, heat, sec } i} = r_{\text{preh, heat, zone } z}$$

$$\text{Eq. 155 } r_{\text{preh, cool, sec } i} = r_{\text{preh, cool, zone } z}$$

$$\text{Eq. 156 } r_{\text{preh, overh, sec } i} = r_{\text{preh, overh, zone } z}$$

De bepaling van de reductiefactor voor voorverwarming van ventilatiezone  $z$  d.m.v. een warmteterugwinapparaat gebeurt zoals hieronder beschreven. Voorverwarming d.m.v. doorgang doorheen een aangrenzende onverwarmde ruimte en/of doorheen een ondergronds aanvoerkanaal dient behandeld te worden door vooraf door de minister bepaalde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Als er geen voorverwarming plaatsvindt, is de waarde voor  $r$  in elk van de gevallen 1.

Een warmtepomp die als warmtebron de afvoerlucht gebruikt, wordt niet in deze bijlage behandeld.

- Indien de warmtepomp dient voor ruimteverwarming, gebeurt de inrekening volgens § 10.2.3.3.
- Indien de warmtepomp dient voor de bereiding van warm tapwater, gebeurt de inrekening volgens § 10.3.3.

## Warmteterugwinapparaat in geval van mechanische toe- en afvoerventilatie

In een ventilatiezone  $z$  met mechanische toe- en afvoerventilatie is het mogelijk de toevoer van buitenlucht in min of meerdere mate voor te verwarmen m.b.v. een

warmtewisselaar die warmte onttrekt aan de afvoerlucht naar buiten. Toevoerlucht van buiten kan ev. via verschillende luchtinlaten de ventilatiezone z binnengebracht worden. In dat geval is het ev. mogelijk dat niet alle luchttoevoeren voorverwarmd worden. Omgekeerd kan de mechanische afvoer naar buiten ev. via verschillende luchtuitlaten plaatsvinden en is het ev. mogelijk dat op sommige van deze luchtstromen geen warmterecuperatie plaatsvindt. Indien ten slotte het totaal mechanisch toevoerdebiet verschilt van het totaal mechanisch afvoerdebiet in de ventilatiezone z, dan zal er noodzakelijkerwijs een extra (in- of uitwaartse) ongecontroleerde luchtstroom doorheen de schil optreden<sup>19</sup>.

In het meest algemene geval kan de reductiefactor voor ruimteverwarming ingevolge de voorverwarming van de buitenluchttoevoer in een ventilatiezone z m.b.v. warmteterugwinning aan de hand van de volgende formule bepaald worden:

$$\text{Eq. 157} \quad r_{\text{preh,heat,zone z}} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in,p}} - e_{\text{heat,hr,p}} \min(\dot{V}_{\text{in,p}}; \dot{V}_{\text{out,p}}) \} + \max\left\{0, \sum_p (\dot{V}_{\text{out,p}} - \dot{V}_{\text{in,p}})\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{\text{in,p}}; \sum_p \dot{V}_{\text{out,p}}\right)}$$

met:

$e_{\text{heat,hr,p}}$  een dimensielloze factor die de mate van warmteterugwinning op plaats p aangeeft, als volgt bepaald:

- indien de buitenlucht toevoerstroom p niet voorverwarmd wordt, geldt  $e_{\text{heat,hr,p}} = 0$ ;

- indien de buitenlucht toevoerstroom p wel voorverwarmd wordt m.b.v. een warmteterugwinapparaat, geldt  $e_{\text{heat,hr,p}} = r_p \cdot \eta_{\text{test,p}}$

De factor  $r_p$  wordt bepaald zoals hieronder beschreven. Het thermisch rendement  $\eta_{\text{test,p}}$  van het warmteterugwinapparaat op plaats p wordt bepaald zoals beschreven in Bijlage G van deze tekst. Een waarde voor het thermisch rendement mag slechts gebruikt worden in zoverre zowel  $\dot{V}_{\text{in,p}}$  als  $\dot{V}_{\text{out,p}}$  niet groter zijn dan het volumedebiet tijdens de proef zoals gedefinieerd in Bijlage G van deze tekst;

$\dot{V}_{\text{in,p}}$  het ingaand luchtdebiet op plaats p, in m<sup>3</sup>/h, bepaald zoals hieronder beschreven;

$\dot{V}_{\text{out,p}}$  het uitgaand luchtdebiet op plaats p, in m<sup>3</sup>/h, bepaald zoals hieronder beschreven.

Er dient gesommeerd te worden over alle plaatsen p in ventilatiezone z waar mechanische buitenlucht toevoer en/of mechanische afvoer naar buiten plaatsvindt.

Bepaal het binnenkomende buitenlucht debiet op plaats p als volgt:

- gebeurt op plaats p een continue meting van het ingaand debiet en vindt op basis daarvan een continue en automatische aanpassing aan de instelwaarde plaats zodat het ingaand debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5% van de instelwaarde afwijkt, dan geldt:

<sup>19</sup> Omwille van de eenvoud wordt net zoals in § 7.8.2 bij conventie de mogelijke interactie tussen de in/exfiltratieterm en de term voor bewuste ventilatie buiten beschouwing gelaten.

$$\text{Eq. 158 } \dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply, setpoint, nom,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

waarbij de instelwaarde van het debiet op plaats p bij nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

- in alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 159 } \dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mech supply,p} + \dot{V}_{leak, supplyduct,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Voor de bepaling van de lekverliezen van het toevoerkanaalnet ( $\dot{V}_{leak, supplyduct,p}$ , in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) gelden dezelfde regels als bij mechanische toevoerventilatie (zie B.1.2). Ligt geen meetwaarde van de lekverliezen voor, dan wordt de waarde ervan nul gesteld. Worden de toevoerdebieten bij de nominale ventilatorstand effectief gemeten in alle ruimten die via plaats p van buitenlucht voorzien worden, dan gebruikt men voor  $\dot{V}_{mech supply,p}$  de som van deze meetwaarden. In het andere geval wordt  $\dot{V}_{mech supply,p}$  gelijk gesteld aan de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebeten per ruimte.

Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, wordt voor de bepaling van de reductiefactor geen rekening gehouden met de debieten van de andere EPB-eenheden.

Bepaal het afvoerdebiet naar buiten op plaats p als volgt:

- gebeurt op plaats p een continue meting van het uitgaand debiet en vindt op basis daarvan een continue en automatische aanpassing aan de instelwaarde plaats zodat het uitgaand debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5% van de instelwaarde afwijkt, dan geldt:

$$\text{Eq. 160 } \dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr, setpoint, nom,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

waarbij de instelwaarde van het debiet op plaats p bij nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

- in alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 161 } \dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mech extr,p} + \dot{V}_{leak, extr duct,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Voor de bepaling van de lekverliezen van het afvoerkanaalnet ( $\dot{V}_{leak, extr duct,p}$ , in  $\text{m}^3/\text{h}$ ) gelden dezelfde regels als bij mechanische afvoerventilatie (zie B.1.3). Ligt geen meetwaarde van de lekverliezen voor, dan wordt de waarde ervan nul gesteld. Worden de afvoerdebieten bij nominale ventilatorstand effectief gemeten in alle ruimten van waaruit via plaats p naar buiten afgezogen wordt, dan gebruikt men voor  $\dot{V}_{mech extr,p}$  de som van deze meetwaarden.

In het andere geval wordt  $\dot{V}_{mech extr,p}$  gelijk gesteld aan de som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten.

Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, wordt voor de bepaling van de reductiefactor geen rekening gehouden met de debieten van de andere EPB-eenheden.

Bepaal in geval er warmteterugwinning plaatsvindt op plaats p  $r_p$  als volgt:

- gebeurt in het warmteterugwinapparaat een continue meting van zowel het ingaand als het uitgaand debiet en vindt op basis daarvan een continue en automatische aanpassing aan de instelwaarden plaats zodat in- en uitgaand debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5% van hun respectievelijke instelwaarde afwijken, dan geldt:

$$r_p = 0,95$$

- in alle andere gevallen geldt:

$$r_p = 0,85$$

Bepaal de reductiefactor voor de berekening van het risico op oververhitting en van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling als volgt:

$$\text{Eq. 162} \quad r_{\text{preh, cool, zone } z} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in},p} - e_{\text{cool, hr},p} \min(\dot{V}_{\text{in},p}; \dot{V}_{\text{out},p}) \} + \max \left\{ 0, \sum_p (\dot{V}_{\text{out},p} - \dot{V}_{\text{in},p}) \right\}}{\max \left( \sum_p \dot{V}_{\text{in},p}; \sum_p \dot{V}_{\text{out},p} \right)} \quad (-)$$

waarbij de verschillende termen dezelfde zijn als hierboven, met uitzondering van  $e_{\text{cool, hr},p}$ , waarvan de waarde als volgt bepaald wordt:

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is waarbij de doorgang doorheen de warmtewisselaar volledig afgesloten wordt, of op een andere manier volledig geïnactiveerd kan worden (bv. stilzetten van een roterend warmtewiel), geldt:

$$\text{Eq. 163} \quad e_{\text{cool, hr},p} = 0 \quad (-)$$

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is maar de doorgang doorheen de warmtewisselaar daarbij niet volledig afgesloten wordt of niet op een andere manier volledig geïnactiveerd wordt, geldt:

$$\text{Eq. 164} \quad e_{\text{cool, hr},p} = 0,5 \times e_{\text{heat, hr},p} \quad (-)$$

- in alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 165} \quad e_{\text{cool, hr},p} = e_{\text{heat, hr},p} \quad (-)$$

## B.3 Voorkoeling van ventilatielucht

### B.3.1 Rekenregel

De maandelijkse vermenigvuldigingsfactor  $r_{\text{precool,seci},m}$  voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht voor de koelberekeningen en voor de bepaling van de oververhittingsindicator van energiesector  $i$  is gelijk aan de maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht van de ventilatiezone  $z$  waarvan de energiesector deel uitmaakt:

$$\text{Eq. 166 } r_{\text{precool,seci},m} = r_{\text{precool,zone } z,m} \quad (-)$$

Indien er geen systeem is voor voorkoeling van ventilatielucht in ventilatiezone  $z$ , of indien slechts een gedeelte van het hygiënisch ventilatiedebiet van ventilatiezone  $z$  gekoeld wordt met behulp van een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht, neem  $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1$

Indien er meerdere EPB-eenheden gebruik maken van hetzelfde systeem voor voorkoeling van ventilatielucht is de waarde bij ontstentenis voor  $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1$ , betere waarden kunnen bepaald worden op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Indien er wel een systeem voor voorkoeling aanwezig is en het ganse hygiënisch ventilatiedebiet van ventilatiezone  $z$  gekoeld wordt met behulp van een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht dient  $r_{\text{precool,zone } z,m}$  te worden bepaald door de verhouding van de temperatuurval veroorzaakt door het voorkoelsysteem en het oorspronkelijke temperatuurverschil en de effectiviteit van het voorkoelsysteem  $e_{\text{precool},m}$ .

$$\text{Eq. 167 } r_{\text{precool,zone } z,m} = 1 - e_{\text{precool},m} \frac{\theta_{\text{precool,ref,max},m} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})}{23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})} \quad (-)$$

met:

- $e_{\text{precool},m}$  de maandelijkse effectiviteit van het betreffende voorkoelsysteem, zoals hieronder bepaald, (-);
- $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$  de referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling, zoals hieronder bepaald, in °C;
- $\theta_{e,m}$  de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel [1], in °C;
- $\Delta\theta_{e,m}$  een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C.

Voor twee types technologieën wordt een uitdrukking voor  $e_{\text{precool},m}$  en  $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$  uitgewerkt in volgende paragrafen. Voor andere technologieën dient  $r_{\text{precool,zone } z,m}$  bepaald te worden volgens vooraf door de minister bepaalde regels.

### B.3.2 Aarde-water warmtewisselaar

Bodemwarmtewisselaars worden gebruikt om ventilatielucht te koelen of te verwarmen (voorverwarming/voorkoeling). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de thermische massa van aarde om warmte naar over te dragen. Op een voldoende diepte is de grondtemperatuur stabiel. In de zomer betekent dit dat de toegevoerde ventilatielucht kan worden afgekoeld, in de winter kan deze worden opgewarmd. Bij aarde-water warmtewisselaars wordt water door een reeks buizen gestuurd, die via een collector aan een luchtbatterij zijn gekoppeld. Het water

dat door een pomp door de buizen wordt gecirculeerd, zal de lucht verwarmen of koelen.

#### B.3.2.1 Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem

Voor een aarde-water warmtewisselaar is de waarde bij ontstentenis:

$$\text{Eq. 168 } e_{precool,m} = 0,7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-)$$

met:

$w_{soil/water,m}$  Een maandelijkse factor die de werkingstijd van de aarde-water warmtewisselaar inreken, (-)

$$\begin{aligned} \text{Eq. 169 als } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} &\leq 0 && \text{stel } w_{soil/water,m} = 0 \\ \text{als } 0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} &\leq 2 && \text{stel } w_{soil/water,m} = 0,5 \\ \text{als } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} &> 2 && \text{stel } w_{soil/water,m} = 1 \end{aligned} \quad (-)$$

waar:

$\theta_{e,m}$  de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, ontleend aan Tabel [1];

$\theta_{soil,m}$  de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuis, zoals bepaald in B.3.2.2, in °C.

#### B.3.2.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling $\theta_{precool,ref,max,m}$

De referentietemperatuur voor de bepaling van de prestatie van de aarde-water warmtewisselaar wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 170 } \theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left( \frac{e_{wt} \theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0,34 \sum \dot{V}_{hyg,cool,sec\ i}}{1160 \dot{V}_w} (\theta_{e,m} + \Delta \theta_{e,m}) \right)}{\left( 1 - \frac{0,34 \sum \dot{V}_{hyg,cool,sec\ i}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{wt} - 1} \right)} \quad (^\circ\text{C})$$

met:

$\dot{V}_{hyg,cool,sec\ i}$  het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector  $i$ , voor de de koelberekeningen, zoals bepaald in § 7.8.5, in m<sup>3</sup>/h;

$\dot{V}_w$  het waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar, in m<sup>3</sup>/h;

$e_{wt}$  de effectiviteit van de aarde-water warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, (-);

$\theta_{soil,m}$  de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuis, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\theta_{e,m}$  de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel [1], in °C;

$\Delta \theta_{e,m}$  een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren  $i$  van ventilatiezone  $z$  die aangesloten zijn op de aarde-water warmtewisselaar.

Voor de bepaling van de maandgemiddelde bodemtemperatuur  $\theta_{\text{soil},m}$  wordt er onderscheid gemaakt tussen horizontale en verticale grondbuizen.

- Horizontale grondbuizen: ontleen de maandgemiddelde bodemtemperatuur aan Tabel [20];;
- Vertikale grondbuizen: bepaal de maandgemiddelde bodemtemperatuur met onderstaande formule:

$$\text{Eq. 171 } \theta_{\text{soil},m} = \frac{\theta_{\text{soil},1m,m} + \theta_{\text{soil},2m,m} + \theta_{\text{soil},3m,m} + \theta_{\text{soil},4m,m} + \theta_{\text{soil},5m,m} \cdot (L_{\text{soil} / \text{water}} - 4)}{L_{\text{soil} / \text{water}}} \quad (^\circ\text{C})$$

$\theta_{\text{soil},1m,m}$ ,  $\theta_{\text{soil},2m,m}$ ,  $\theta_{\text{soil},3m,m}$ ,  $\theta_{\text{soil},4m,m}$  en  $\theta_{\text{soil},5m,m}$  de maandgemiddelde bodemtemperatuur op respectievelijk 1, 2, 3, 4 en 5 m diepte, ontleend aan Tabel [20];;

$L_{\text{soil}/\text{water}}$  de maximale diepte van de grondbuis, in m.

**Tabel [20]: Gemiddelde bodemtemperaturen voor de bepaling van  $\theta_{\text{soil},m}$**

|       | Jan  | Feb  | Maa  | Apr  | Mei  | Jun  | Jul  | Aug  | Sep  | Okt  | Nov  | Dec  |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,5 m | 4,2  | 4,3  | 5,8  | 8,8  | 12,1 | 15,1 | 16,8 | 16,8 | 15,0 | 12,1 | 8,7  | 5,9  |
| 1 m   | 5,4  | 5,0  | 6,0  | 8,2  | 11,0 | 13,8 | 15,5 | 16,0 | 14,9 | 12,7 | 9,8  | 7,2  |
| 2 m   | 7,5  | 6,5  | 6,6  | 7,8  | 9,6  | 11,7 | 13,5 | 14,5 | 14,3 | 13,2 | 11,3 | 9,2  |
| 3 m   | 9,0  | 7,9  | 7,6  | 7,9  | 9,0  | 10,5 | 11,9 | 13,1 | 13,4 | 13,1 | 11,9 | 10,5 |
| 4 m   | 10,0 | 9,0  | 8,5  | 8,4  | 8,9  | 9,8  | 10,9 | 11,9 | 12,5 | 12,6 | 12,1 | 11,2 |
| 5 m+  | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |

Voor tussenliggende diepten wordt de tabel geïnterpoleerd.

De effectiviteit van de aarde-water warmtewisselaar wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 172 } e_{\text{wt}} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{\text{wt}} A_{\text{wt}}}{1160 \dot{V}_w}} \quad (-)$$

met:

$\alpha_{\text{wt}}$  de warmtedoorgangscoefficiënt van de buizen in de aarde-water warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ;

$A_{\text{wt}}$  de warmtewisselende oppervlakte van de buizen, in  $\text{m}^2$ , zoals hieronder bepaald;

$\dot{V}_w$  het waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar, in  $\text{m}^3/\text{h}$ .

De warmtedoorgangscoefficiënt van de buizen  $\alpha_{\text{wt}}$  wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 173 } \alpha_{\text{wt}} = \left( \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{tube}}/D_{\text{tube}}} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{soil}}}{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{soil}}/D_{\text{tube}}} \right)^{-1} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

met:

|                  |                                                                                                                                                   |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\alpha_i$       | de inwendige convectiecoëfficiënt van stroming in de buis van de warmtewisselaar voor verkoeling, zoals hieronder bepaald, in $W/(m^2 \cdot K)$ ; |
| $t_{soil}$       | de dikte van het grondmassief rond de buis dat in rekening wordt gebracht, zoals hieronder bepaald, in m;                                         |
| $D_{tube}$       | de binnendiameter van de buis, in m;                                                                                                              |
| $t_{tube}$       | de dikte van de buiswand, in m;                                                                                                                   |
| $\lambda_{tube}$ | de thermische geleidbaarheid van de buis, in $W/mK$ ;                                                                                             |
| $\lambda_{soil}$ | de thermische geleidbaarheid van de grond, gelijk te nemen aan 2, in $W/mK$ .                                                                     |

De inwendige convectiecoëfficiënt wordt gegeven door:

**Eq. 174** Voor water:  $\alpha_i = 0,58 \frac{Nu}{D_{tube}}$

**Eq. 175** Voor een oplossing water/glycol (alle types):  $\alpha_i = 0,43 \frac{Nu}{D_{tube}} \quad (W/(m^2 \cdot K))$

met:

**Eq. 176**  $Nu = (Nu_{lam}^5 + Nu_{turb}^5)^{1/5} \quad (-)$

**Eq. 177**  $Nu_{lam} = \left[ 3,66^3 + 1,61^3 \times \left( \frac{Re \times Pr \times D_{tube}}{L_{tube}} \right) \right]^{1/3} \quad (-)$

met:

**Eq. 178**  $Nu_{turb} = \frac{f_{turb} \times (Re - 1000) \times Pr}{2 \times \left( 1 + 12,7 \times \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \times (Pr^{2/3} - 1) \right)} \quad (-)$

met:

**Eq. 179**  $f_{turb} = (1,58 \times \ln Re - 3,28)^{-2} \quad (-)$

met:

- Voor water:

**Eq. 180**  $Re = 996200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{tube} D_{tube}} \quad (-)$

$Pr = 7$

- Voor een oplossing water/glycol (alle types):

$$\text{Eq. 181} \quad Re = 624200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}} \quad (-)$$

$$Pr = 12,5$$

De dikte van het grondmassief rond de buis dat in rekening wordt gebracht  $t_{\text{soil}}$  wordt gegeven door:

$$\begin{aligned} \text{Eq. 182} \quad t_{\text{soil}} &= \frac{p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}}}{2} \text{ als } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} < 0,5 \\ t_{\text{soil}} &= 0.25 \text{ als } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} \geq 0,5 \end{aligned} \quad (\text{m})$$

met:

$p_{\text{tube}}$  de afstand tussen de parallelle buizen, in m;  
 $D_{\text{tube}}$  de binnendiameter van de buis, in m.

De warmtewisselende oppervlakte  $A_{\text{wt}}$  wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 183} \quad A_{\text{wt}} = \pi D_{\text{tube}} L_{\text{tube}} n_{\text{tube}} \quad (\text{m}^2)$$

met:

$D_{\text{tube}}$  de binnendiameter van de buis, in m;  
 $L_{\text{tube}}$  de lengte van de buis, in m;  
 $n_{\text{tube}}$  het aantal buizen in parallel, (-).

### B.3.3 Verdampingskoeling

Verdampingskoeling (of adiabate koeling) bestaat in principe uit een methode om door injectie van water de toevoerlucht van een gebouw te koelen. Er bestaan een groot aantal variaties van deze technologie, met verschillende voorbehandelingen en recuperatietechnologieën. De prestatie van verdampingskoelsystemen is sterk variabel met de wijze van ontwerp van deze systemen.

Indien gewoon water wordt geïnjecteerd in de toevoerlucht of afvoerlucht dan kan gebruik gemaakt worden van onderstaande methode.

Voor andere meer complexe systemen dient  $r_{\text{precool,zone } z,m}$  bepaald te worden volgens het principe van gelijkwaardigheid.

#### B.3.3.1 Effectiviteit $e_{\text{precool},m}$ van het voorkoelsysteem

Voor verdampingskoeling is de waarde bij ontstentenis voor de effectiviteit:

$$\text{Eq. 184 } e_{\text{precool},m} = 0,8 \cdot w_{\text{evap},m} \quad (-)$$

met:

$w_{\text{evap},m}$  een maandelijkse factor die de werkingstijd van de verdampingskoeling inreken, (-):

$$\begin{aligned} \text{Eq. 185 als } Q_{\text{cool,net},m} \leq 0 \quad Q_{\text{cool,net},m} \leq 0 \text{ stel } w_{\text{evap},m} &= 0 \\ \text{als } Q_{\text{cool,net},m} > 0 \text{ stel } w_{\text{evap},m} &= 1 \end{aligned} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{cool,net,seci},m}$  de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector  $i$ , bepaald zonder de verdampingskoeling in rekening te brengen, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren  $i$  van de ventilatiezone  $z$  die gebruik maken van verdampingskoeling.

#### B.3.3.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$

Indien gewoon water wordt geïnjecteerd in de toevoerlucht of afvoerlucht dan is de referentietemperatuur de natteboltemperatuur van de respectievelijke luchtstroom. De waarde bij ontstentenis voor  $\theta_{\text{precool,ref,max},m}$  wordt gelijk gesteld aan de maandgemiddelde natteboltemperatuur ontleend aan Tabel [21]: .

Tabel [21]: Maandgemiddelde natteboltemperatuur (°C)

| Jan | Feb | Maa | Apr | Mei | Jun  | Jul  | Aug  | Sep  | Okt | Nov | Dec |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 1,9 | 1,7 | 3,0 | 5,9 | 9,3 | 12,7 | 14,6 | 14,7 | 12,0 | 9,7 | 4,8 | 2,3 |

## Bijlage C De maandelijkse bezonning

### C.1 Inleiding

In deze bijlage worden de rekenalgoritmes beschreven voor de berekening van de maandelijkse bezonning op een willekeurig vlak  $j$ . De bezonning wordt berekend bij vensters, passieve zonne-energiesystemen, thermische zonnecollectoren en fotovoltaische installaties. Voor de gebruiker is enkel C.2 van belang waarin gedefinieerd wordt hoe beschaduwing gekarakteriseerd wordt.

De helling  $\theta_j$  van vlak  $j$  is de hoek, uitgedrukt in graden, tussen de verticale en de normale op vlak  $j$ . Voor een horizontaal vlak is de helling  $0^\circ$ , voor een verticaal vlak  $90^\circ$ .

De oriëntatie  $\phi_j$  van vlak  $j$  is de hoek, uitgedrukt in graden, tussen het zuiden en de horizontale projectie van de normale op vlak  $j$ . In de richting van het westen is de oriëntatie positief, in de richting van het oosten negatief.

### C.2 Schematisering van de beschaduwing

#### C.2.1 Algemeen

Een zonontvangend vlak  $j$  kan door gebouwvreemde omgevingselementen, belemmeringen genoemd, en door gebouwgebonden elementen, horizontale of zijdelingse overstekken genoemd, beschaduw worden. Belemmeringen schermen de directe zonnestraling af als de zon onder een bepaalde hoogte daalt. Horizontale overstekken schermen de directe zonnestraling af als de zon boven een bepaalde hoogte staat en zijdelingse overstekken schermen de directe zonnestraling af als de uurhoek kleiner of groter is dan een bepaalde waarde. Belemmeringen bestaan uit omliggende gebouwen, bomen en heuvels. Overstekken bestaan uit overstekende dakranden, balkons, horizontale luifels en doorschietende zijmuren.

#### C.2.2 Geometrie van een belemmering

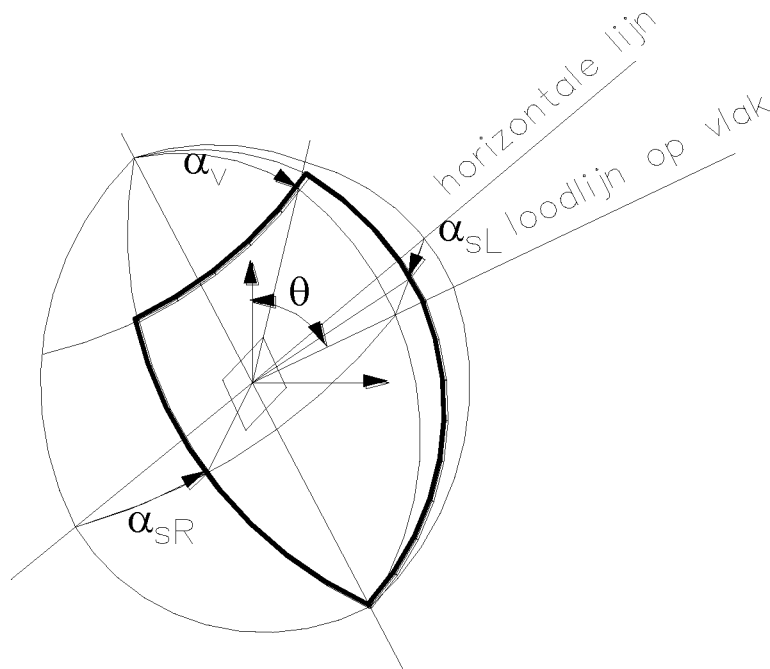
Belemmeringen worden geschematiseerd tot één enkel verticaal belemmeringsvlak. De horizonhoek  $\alpha_h$  is de hoek tussen het horizontaal vlak en de verbindingslijn van het middelpunt van het zonontvangend vlak met de bovenrand van het belemmeringsvlak.

#### C.2.3 Geometrie van overstekken

Overstekken worden geschematiseerd tot 1 horizontale en 2 verticale overstekvlakken gedefinieerd via een verticale overstekhoek  $\alpha_v$  ( $0^\circ$  bij afwezigheid van een horizontale overstek, maximale waarde  $180^\circ$ ), via een linker overstekhoek  $\alpha_{sL}$  ( $0^\circ$  bij afwezigheid van een linker overstek, maximale waarde  $180^\circ$ ) en via een rechter overstekhoek  $\alpha_{sR}$  ( $0^\circ$  bij afwezigheid van een rechter overstek, maximale waarde  $180^\circ$ ) zoals aangegeven in onderstaande figuur.

Toelichting: de overstekgrenzen vormen een rechthoek op een zogenaamde visioofoto genomen vanuit het middelpunt van het beschouwde vlak in de richting loodrecht op dat vlak. Deze rechthoek wordt vlakhemel genoemd en komt overeen met het deel van de hemel dat vanuit het vlak zichtbaar is.

Figuur [1]: Geometrie van overstekken



#### C.2.4 Waarden bij ontstentenis

Indien waarden bij ontstentenis gebruikt worden moeten deze van toepassing zijn op alle hoeken van het zonontvangend vlak (venster of paneel).

De waarden bij ontstentenis te gebruiken voor vaste afschermhoeken zijn:

- voor verwarmingsberekeningen en thermische zonnecollectoren:
  - horizonhoek:  $25^\circ$
  - linker overstekhoek  $\alpha_{sL}$ , rechter overstekhoek  $\alpha_{sR}$  en verticale overstekhoek  $\alpha_v$ :  $0^\circ$
- voor de koelbehoefte en oververhitting:
  - horizonhoek:  $15^\circ$
  - linker overstekhoek  $\alpha_{sL}$ , rechter overstekhoek  $\alpha_{sR}$  en verticale overstekhoek  $\alpha_v$ :  $0^\circ$

Voor fotovoltaïsche installaties gelden deze waarden bij ontstentenis niet en is het verplicht de beschaduwing steeds in detail in te geven (zie § 12.1).

### C.3 Maandelijkse bezonning op een onbeschaduwd vlak

#### C.3.1 Totale bezonning

Stel de maandelijkse bezonning op een willekeurig, onbeschaduwd vlak  $j$  gelijk aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonningen:

$$\text{Eq. 186} \quad I_{s,m,j,\text{unshad}} = I_{s,\text{dir},m,j,\text{unshad}} + I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}} + I_{s,\text{refl},m,j,\text{unshad}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,\text{dir},m,j,\text{unshad}}$  de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak  $j$ , in  $\text{MJ/m}^2$ ;  
 $I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}}$  de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak  $j$ , in  $\text{MJ/m}^2$ ;

$I_{s,refl,m,j,unshad}$  de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ /m<sup>2</sup>.

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

### C.3.2 Directe bezonning

De berekening van de maandelijkse directe bezonning gebeurt m.b.v. een karakteristieke dag voor de maand. Dit is de 15<sup>e</sup> van elke maand. Het dagnummer van de karakteristieke dag geeft het aantal dagen vanaf 1 januari (365 dagen), zie Tabel [1].

Bepaal de maandelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak als:

$$\text{Eq. 187 } I_{s,dir,m,j,unshad} = [I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor}] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

|                      |                                                                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{s,tot,m,hor}$    | de maandelijkse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel in MJ/m <sup>2</sup> , zie Tabel [1];                 |
| $I_{s,dif,m,hor}$    | de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel in MJ/m <sup>2</sup> , zie Tabel [1];         |
| $Q_{s,dir,char,j}$   | de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak j voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in J/(m <sup>2</sup> .dag);           |
| $Q_{s,dir,char,hor}$ | de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in J/(m <sup>2</sup> .dag); |

Bereken de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak en de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand als:

$$\text{Eq. 188 } Q_{s,dir,char,j} = 240 \times \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\{0; [q_{s,dir,n} \times \cos \chi_{s,j} \times \Delta\omega]\} \quad (\text{J/(m}^2 \cdot \text{dag)})$$

$$\text{Eq. 189 } Q_{s,dir,char,hor} = 240 \times \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\{0; [q_{s,dir,n} \times \cos \chi_{s,hor} \times \Delta\omega]\} \quad (\text{J/(m}^2 \cdot \text{dag)})$$

met:

|                |                                                                                                                                                       |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $q_{s,dir,n}$  | de directe bezonning op een vlak loodrecht op de zonnerichting voor de karakteristieke dag van maand, in W/m <sup>2</sup> , zoals hieronder berekend; |
| $\omega$       | de uurhoek (middernacht 180°, om 6 h 90°, 's middags 0°, om 18 h - 90°);                                                                              |
| $\Delta\omega$ | de stap in uurhoek, in ° (1 uur=15°);                                                                                                                 |
| $\omega_1$     | de uurhoek 's morgens waarbij $\cos \chi_{s,hor}$ groter is dan nul en waarbij $\cos \chi_{s,j}$ groter wordt dan nul, in °;                          |
| $\omega_2$     | de uurhoek 's avonds waarbij $\cos \chi_{s,hor}$ groter is dan nul en waarbij $\cos \chi_{s,j}$ nog net groter is dan nul, in °;                      |
| $\omega_3$     | de uurhoek 's morgens waarbij $\cos \chi_{s,hor}$ groter wordt dan nul, in °;                                                                         |

|                |                                                                                                                   |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\omega_4$     | de uurhoek 's avonds waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ nog net groter is dan nul, in $^\circ$ ;                          |
| $\chi_{s,j}$   | de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op vlak j, in $^\circ$ , zoals hieronder berekend;               |
| $\chi_{s,hor}$ | de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op het horizontaal vlak, in $^\circ$ , zoals hieronder berekend; |
| 240            | omrekenfactor van uurhoek naar s.                                                                                 |

Neem als tijdstap bij de berekening een uurhoek van  $15^\circ$ .

Bepaal voor de karakteristieke dag van elke maand per uur de directe bezonning op een vlak loodrecht op de zonnerichting als:

$$\text{Eq. 190} \quad q_{s,dir,n} = \max[0; 1353[1 + 0,033 \times \cos[360 \times d/365]] \times \exp(-m \times d_R \times T_L)] \quad (\text{W/m}^2)$$

met:

|       |                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------|
| d     | het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie Tabel [1]; |
| m     | de wegfactor, in $\text{m}^{-1}$ ;                                 |
| $d_R$ | de optische weglengte, in m;                                       |
| $T_L$ | de troebelheidsfactor van de atmosfeer, (-).                       |

De wegfactor, de optische weglengte en de troebelheidsfactor worden gegeven door:

$$\text{Eq. 191} \quad m = \frac{0,992}{\sin(\beta) + 0,15 \cdot (\pi\beta/180 + 3,885)^{-1,253}} \quad (\text{m}^{-1})$$

$$\text{Eq. 192} \quad d_R = 1,4899 - 2,1099 \cos(\beta) + 0,6322 \cos(2\beta) + 0,0253 \cos(3\beta) - 1,0022 \sin(\beta) + 1,0077 \sin(2\beta) - 0,2606 \sin(3\beta) \quad (\text{m})$$

$$\text{Eq. 193} \quad T_L = 3,372 + 0,053 \cdot (\pi\beta/180) - 0,296 \cos(30 \cdot m) \quad (-)$$

met:

|         |                                                                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\beta$ | de zonnehoogtehoek, in $^\circ$ ;                                                                                 |
| m       | het rangnummer van de maand (januari is 1, februari 2, enz.). Het argument van de cos is uitgedrukt in $^\circ$ . |

De zonnehoogtehoek is gelijk aan:

$$\text{Eq. 194} \quad \beta = \max[0; 90 - \text{bgc} \cos[\cos\varphi \times \cos\delta \times \cos\omega + \sin\varphi \times \sin\delta]] \quad (^\circ)$$

met:

|           |                                                                                   |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| $\varphi$ | de breedtelegging, voor Ukkel $+50,8^\circ$                                       |
| $\delta$  | de declinatiehoek voor elk van de karakteristieke dagen, in $^\circ$ , gelijk aan |

$$\text{Eq. 195} \quad \delta = \text{bgsin}\left[-\sin(23,45) \times \cos\left(\frac{360}{365} \times (d + 10)\right)\right] \quad (^\circ)$$

met:

d het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie Tabel [1].

Bepaal de invalshoek van de zon op het vlak j en op het horizontale vlak als:

$$\begin{aligned} \cos \chi_{s,j} = & 0,775 [\sin \delta \times \cos \theta_j + \cos \delta \times \sin \theta_j \times \cos \varphi_j \times \cos \omega] \\ \text{Eq. 196} \quad & - 0,632 [\sin \delta \times \sin \theta_j \times \cos \varphi_j - \cos \delta \times \cos \theta_j \times \cos \omega] \quad (-) \\ & + \cos \delta \times \sin \theta_j \times \sin \varphi_j \cdot \sin \omega \end{aligned}$$

$$\text{Eq. 197} \quad \chi_{s,\text{hor}} = 90 - \beta \quad (-)$$

### C.3.3 Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschadwd vlak als:

$$\text{Eq. 198} \quad I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}} = I_{s,\text{dif},m,\text{hor}} C_m \left( \frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,\text{dif},m,\text{hor}}$  de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschadwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m<sup>2</sup>, zie Tabel [1];

$C_m$  een correctiefactor voor het anisotroop karakter van de diffuse straling, zie Tabel [22].

$\theta_j$  de helling (de hoek tussen de verticale en de normale op het vlak) van vlak j, in graden.

**Tabel [22]: correctiefactor voor het anisotroop karakter van de diffuse straling**

|             |        | Oriëntatie (°) |       |      |       |              |        |      |        |             |
|-------------|--------|----------------|-------|------|-------|--------------|--------|------|--------|-------------|
|             |        | 0<br>(Z)       | ±22,5 | ±45  | ±67,5 | ±90<br>(O/W) | ±112,5 | ±135 | ±157,5 | ±180<br>(N) |
| Helling (°) | 0 (H)  | 1,00           | 1,00  | 1,00 | 1,00  | 1,00         | 1,00   | 1,00 | 1,00   | 1,00        |
|             | 22,5   | 1,03           | 1,03  | 1,02 | 1,01  | 1,00         | 0,99   | 0,98 | 0,97   | 0,96        |
|             | 45     | 1,05           | 1,04  | 1,03 | 1,01  | 0,99         | 0,96   | 0,94 | 0,92   | 0,92        |
|             | 67,5   | 1,06           | 1,05  | 1,03 | 0,99  | 0,94         | 0,90   | 0,86 | 0,84   | 0,83        |
|             | 90 (V) | 1,06           | 1,04  | 1,00 | 0,94  | 0,87         | 0,81   | 0,76 | 0,73   | 0,71        |
|             | 112,5  | 0,98           | 0,97  | 0,92 | 0,85  | 0,76         | 0,68   | 0,63 | 0,60   | 0,60        |
|             | 135    | 0,80           | 0,78  | 0,74 | 0,67  | 0,59         | 0,53   | 0,49 | 0,47   | 0,47        |
|             | 157,5  | 0,58           | 0,56  | 0,51 | 0,48  | 0,46         | 0,43   | 0,41 | 0,40   | 0,34        |
|             | 180    | 0,00           | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00         | 0,00   | 0,00 | 0,00   | 0,00        |

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabel eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens  $\theta$  wordt in een 2<sup>e</sup> stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

#### C.3.4 Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een onbeschadwd vlak als:

$$\text{Eq. 199 } I_{s, \text{refl}, m, j, \text{unshad}} = 0,2 \cdot I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}} \left( \frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}}$  de maandelijkse totale bezonning op een onbeschadwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m<sup>2</sup>, zie Tabel [1].

#### C.4 Maandelijkse bezonning op een beschadwd vlak

##### C.4.1 Voor een horizonhoek $a_h \leq 60^\circ$

###### C.4.1.1 Totale bezonning

Stel de maandelijkse bezonning op een willekeurig, beschadwd vlak  $j$  gelijk aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonningen:

$$\text{Eq. 200 } I_{s, m, j, \text{shad}} = I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}}$  de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak  $j$ , in MJ/m<sup>2</sup>;

$I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}}$  de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak  $j$ , in MJ/m<sup>2</sup>;

$I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}}$  de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak  $j$ , in MJ/m<sup>2</sup>.

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

#### C.4.1.2 Directe bezonning

Bepaal de maandelijkse directe bezonning op het beschaduwde vlak ( $I_{s,dir,m,j,shad}$ ) op dezelfde wijze als op een niet beschaduwde vlak. Pas bij de berekening van de dagelijkse directe bezonning op het beschouwde vlak voor de karakteristieke dag van de betreffende maand wel voor elke uurhoek waarbij de zon boven de horizon staat volgende regels toe:

- Voor uurhoeken tussen  $\omega_1$  en  $\omega_2$ , waarvoor de zonnehoogte  $\beta$  kleiner is dan de belemmeringshoek  $\alpha_h$ , wordt de directe bezonning nul gesteld;
- Doe voor de overige uurhoeken een bolcoördinatentransformatie voor de azimuthale hoek van de zon  $\gamma_s$  en de zonnehoogte  $\beta$  naar een assenstelsel waarvoor de belemmeringen zijn gedefinieerd. Dit resulteert in de getransformeerde hoeken  $\gamma_s'$  en  $\beta'$ ;
- Indien het punt ( $\gamma_s'$ ,  $\beta'$ ) buiten de vlakhemel valt wordt de directe bezonning op nul gesteld. Zoniet wordt de directe bezonning gelijk gesteld aan de onbeschaduwde waarde.

De azimuthale hoek van de zon  $\gamma_s$  wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 201} \quad \gamma_s = -\text{teken}(\omega) \cdot \text{bgcos} \left( \frac{\cos \chi_{s,hor} \cdot \sin \phi - \sin \delta}{\sin \chi_{s,hor} \cdot \cos \phi} \right) \quad (-)$$

#### C.4.1.3 Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op het beschaduwde vlak als:

$$\text{Eq. 202} \quad I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} \left( \frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) C_m C_n \quad (\text{MJ/m}^2)$$

$$\text{Eq. 203} \quad C_n = \frac{\left( \frac{180 - \theta_j}{90} (1 - \sin \alpha_h) - (1 - \cos \alpha_v) \right) \cdot (180 - \alpha_{sL} - \alpha_{sR})}{2 \times (180 - \theta_j)} \quad (-)$$

met:

$I_{s,dif,m,hor}$  de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwde horizontaal vlak voor Ukkel, in MJ/m<sup>2</sup>, zie Tabel [1].

Indien de formule voor  $C_n$  leidt tot een negatief getal, stel dan  $C_n = 0$ .

#### C.4.1.4 Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een willekeurig vlak als:

$$\text{Eq. 204 } I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}} = 0,2 \cdot I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}} \left( \frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}}$  de maandelijkse totale bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak te Ukkel, in MJ/m<sup>2</sup>, zie Tabel [1].

#### C.4.2 Voor een horizonhoek $\alpha_h > 60^\circ$

Voor een horizonhoek  $\alpha_h > 60^\circ$  wordt er onderscheid gemaakt tussen obstakels die vastzitten aan het gebouw en obstakels uit de omgeving.

De berekening van de maandelijkse bezonning van een beschaduwd vlak  $j$  gebeurt als volgt:

$$\text{Eq. 205 } I_{s, m, j, \text{shad}} = F_{s, m, j, \text{env obst}} \cdot I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$F_{s, m, j, \text{env obst}}$  beschaduwingsfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving (-);

$I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$  bezonning van het venster  $j$  voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, zoals hieronder bepaald, in MJ/m<sup>2</sup>.

##### C.4.2.1 Bezonning $I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$

De bezonning  $I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$  van het venster  $j$  voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, wordt berekend als volgt.

Hierbij wordt uitgegaan van een bezonning  $I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$  die gelijk is aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonning door enkel rekening te houden met obstakels die vastzitten aan het gebouw (horizonhoek  $\alpha_h = 0^\circ$ ).

$$\text{Eq. 206 } I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}} = I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}}$  directe bezonning van het venster  $j$  voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, in MJ/m<sup>2</sup>;

$I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}}$  diffuse bezonning van het venster  $j$  voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, in MJ/m<sup>2</sup>;

$I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}}$  gereflecteerde bezonning van het venster  $j$  voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, in MJ/m<sup>2</sup>.

#### C.4.2.2 Beschaduwingfactor

De beschaduwingfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving  $F_{s,m,j,env\ obst}$  wordt berekend door lineaire interpolatie door de volgende vergelijking:

$$\text{Eq. 207 } F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ} \cdot \frac{(90 - \alpha_h)}{30} \quad (-)$$

met:

$F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$  de beschaduwingfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving met een horizonhoek van  $60^\circ$ .

Ontleen de waarden voor  $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$  aan tabellen C0, in functie van de oriëntatie en de helling van het beglaasde oppervlak.

#### C.4.2.3 Beschaduwingfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving met een horizonhoek van $60^\circ$

Deze bijlage bevat de tabellen C0 met de maandelijkse waarden voor de beschaduwingfactoren  $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$  voor een reeks oriëntaties en hellingen van de beglaasde oppervlakken.

De waarden worden gegeven voor een horizonhoek van  $60^\circ$ , hoek vanaf dewelke de gedetailleerde manier van inrekenen van de beschaduwning gewijzigd is.

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabel eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens  $\varphi$  wordt in een 2<sup>e</sup> stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

Voor hellingshoeken groter dan  $90^\circ$  zijn de waarden voor een hellingshoek van  $90^\circ$  van toepassing.

# Tabellen C0: Beschaduwingsfactor - Horizonhoek van 60°

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid) |                  |      |      |      |           |
|--------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                            | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                  | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                  | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                          | 0,08             | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04      |
| Februari                                         | 0,06             | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04      |
| Maart                                            | 0,06             | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05      |
| April                                            | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,07      |
| Mei                                              | 0,08             | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,10      |
| Juni                                             | 0,21             | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,20      |
| Juli                                             | 0,11             | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,12      |
| Augustus                                         | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07      |
| September                                        | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06      |
| Oktober                                          | 0,05             | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03      |
| November                                         | 0,08             | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04      |
| December                                         | 0,09             | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05      |

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West) |                  |      |      |      |           |
|--------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                  | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                        | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                        | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                | 0,08             | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05      |
| Februari                                               | 0,06             | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04      |
| Maart                                                  | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05      |
| April                                                  | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06      |
| Mei                                                    | 0,08             | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08      |
| Juni                                                   | 0,21             | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,14      |
| Juli                                                   | 0,11             | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11      |
| Augustus                                               | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07      |
| September                                              | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05      |
| Oktober                                                | 0,05             | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03      |
| November                                               | 0,08             | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04      |
| December                                               | 0,09             | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05      |

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West) |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                             | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                   | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                   | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                           | 0,08             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07      |
| Februari                                          | 0,06             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06      |
| Maart                                             | 0,06             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07      |
| April                                             | 0,06             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07      |
| Mei                                               | 0,08             | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07      |
| Juni                                              | 0,21             | 0,14 | 0,12 | 0,11 | 0,08      |
| Juli                                              | 0,11             | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,09      |
| Augustus                                          | 0,06             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07      |
| September                                         | 0,06             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06      |
| Oktober                                           | 0,05             | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04      |
| November                                          | 0,08             | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06      |
| December                                          | 0,09             | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,09      |

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West) |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                    | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                          | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                          | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                  | 0,08             | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12      |
| Februari                                                 | 0,06             | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11      |
| Maart                                                    | 0,06             | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10      |
| April                                                    | 0,06             | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09      |
| Mei                                                      | 0,08             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08      |
| Juni                                                     | 0,21             | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,09      |
| Juli                                                     | 0,11             | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10      |
| Augustus                                                 | 0,06             | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09      |
| September                                                | 0,06             | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09      |
| Oktober                                                  | 0,05             | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08      |
| November                                                 | 0,08             | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11      |
| December                                                 | 0,09             | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13      |

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord) |                  |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                               | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                     | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                     | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                             | 0,08             | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13      |
| Februari                                            | 0,06             | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12      |
| Maart                                               | 0,06             | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12      |
| April                                               | 0,06             | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,12      |
| Mei                                                 | 0,08             | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11      |
| Juni                                                | 0,21             | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12      |
| Juli                                                | 0,11             | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12      |
| Augustus                                            | 0,06             | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11      |
| September                                           | 0,06             | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12      |
| Oktober                                             | 0,05             | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12      |
| November                                            | 0,08             | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13      |
| December                                            | 0,09             | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13      |

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-Oost) |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                    | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                          | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                          | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                  | 0,08             | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12      |
| Februari                                                 | 0,06             | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12      |
| Maart                                                    | 0,06             | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11      |
| April                                                    | 0,06             | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10      |
| Mei                                                      | 0,08             | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09      |
| Juni                                                     | 0,21             | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,11      |
| Juli                                                     | 0,11             | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10      |
| Augustus                                                 | 0,06             | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10      |
| September                                                | 0,06             | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11      |
| Oktober                                                  | 0,05             | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11      |
| November                                                 | 0,08             | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13      |
| December                                                 | 0,09             | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13      |

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (Oost) |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                             | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                   | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                   | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                           | 0,08             | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09      |
| Februari                                          | 0,06             | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,08      |
| Maart                                             | 0,06             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08      |
| April                                             | 0,06             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08      |
| Mei                                               | 0,08             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07      |
| Juni                                              | 0,21             | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,11      |
| Juli                                              | 0,11             | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09      |
| Augustus                                          | 0,06             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08      |
| September                                         | 0,06             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08      |
| Oktober                                           | 0,05             | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08      |
| November                                          | 0,08             | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,10      |
| December                                          | 0,09             | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10      |

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-Oost) |                  |      |      |      |           |
|--------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                  | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                        | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                        | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                | 0,08             | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06      |
| Februari                                               | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05      |
| Maart                                                  | 0,06             | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06      |
| April                                                  | 0,06             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07      |
| Mei                                                    | 0,08             | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08      |
| Juni                                                   | 0,21             | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,17      |
| Juli                                                   | 0,11             | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11      |
| Augustus                                               | 0,06             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07      |
| September                                              | 0,06             | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,07      |
| Oktober                                                | 0,05             | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05      |
| November                                               | 0,08             | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06      |
| December                                               | 0,09             | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06      |

### C.5 Gebruiksfactor $a_{c,m,j}$ : tabellen

Deze bijlage bevat de tabellen met de maandelijkse waarden voor de gebruiksfactoren  $a_{c,m,j}$  van de zonneweringen voor een reeks oriëntaties en hellingen van de zonontvangende vlakken.

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabel eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens  $\theta$  wordt in een 2<sup>e</sup> stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

Voor hellingshoeken groter dan 90° zijn de waarden voor een hellingshoek van 90° van toepassing.

**Tabellen C1: Gebruiksfactoren zonnewering -Handbediend (residentieel en niet-residentieel) - Automatische bediening (niet-residentieel, voor verwarmingsberekeningen)**

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid) |                  |      |      |      |           |
|--------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                            | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                  | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                  | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                          | 0,00             | 0,31 | 0,46 | 0,51 | 0,53      |
| Februari                                         | 0,10             | 0,53 | 0,58 | 0,62 | 0,59      |
| Maart                                            | 0,46             | 0,64 | 0,67 | 0,68 | 0,62      |
| April                                            | 0,57             | 0,67 | 0,67 | 0,65 | 0,53      |
| Mei                                              | 0,67             | 0,68 | 0,69 | 0,68 | 0,45      |
| Juni                                             | 0,70             | 0,70 | 0,71 | 0,67 | 0,42      |
| Juli                                             | 0,66             | 0,68 | 0,66 | 0,63 | 0,33      |
| Augustus                                         | 0,63             | 0,70 | 0,70 | 0,67 | 0,46      |
| September                                        | 0,49             | 0,65 | 0,66 | 0,67 | 0,56      |
| Oktober                                          | 0,33             | 0,65 | 0,71 | 0,73 | 0,72      |
| November                                         | 0,00             | 0,34 | 0,45 | 0,51 | 0,49      |
| December                                         | 0,00             | 0,21 | 0,36 | 0,44 | 0,42      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 30^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|--------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                      | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                            | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                            | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                    | 0,00             | 0,31 | 0,43 | 0,48 | 0,51      |
| Februari                                   | 0,10             | 0,49 | 0,59 | 0,62 | 0,61      |
| Maart                                      | 0,46             | 0,66 | 0,67 | 0,69 | 0,63      |
| April                                      | 0,57             | 0,67 | 0,68 | 0,66 | 0,57      |
| Mei                                        | 0,67             | 0,71 | 0,69 | 0,66 | 0,51      |
| Juni                                       | 0,70             | 0,72 | 0,70 | 0,66 | 0,47      |
| Juli                                       | 0,66             | 0,68 | 0,66 | 0,60 | 0,34      |
| Augustus                                   | 0,63             | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,52      |
| September                                  | 0,49             | 0,66 | 0,69 | 0,68 | 0,61      |
| Oktober                                    | 0,33             | 0,68 | 0,73 | 0,75 | 0,76      |
| November                                   | 0,00             | 0,36 | 0,47 | 0,51 | 0,54      |
| December                                   | 0,00             | 0,20 | 0,27 | 0,34 | 0,35      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West) |                  |      |      |      |           |
|--------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                  | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                        | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                        | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                | 0,00             | 0,29 | 0,39 | 0,47 | 0,45      |
| Februari                                               | 0,10             | 0,45 | 0,56 | 0,59 | 0,60      |
| Maart                                                  | 0,46             | 0,63 | 0,67 | 0,67 | 0,61      |
| April                                                  | 0,57             | 0,67 | 0,66 | 0,68 | 0,60      |
| Mei                                                    | 0,67             | 0,70 | 0,70 | 0,67 | 0,53      |
| Juni                                                   | 0,70             | 0,71 | 0,71 | 0,68 | 0,51      |
| Juli                                                   | 0,66             | 0,68 | 0,67 | 0,63 | 0,37      |
| Augustus                                               | 0,63             | 0,70 | 0,69 | 0,66 | 0,54      |
| September                                              | 0,49             | 0,65 | 0,68 | 0,69 | 0,63      |
| Oktober                                                | 0,33             | 0,68 | 0,73 | 0,76 | 0,75      |
| November                                               | 0,00             | 0,33 | 0,47 | 0,52 | 0,52      |
| December                                               | 0,00             | 0,18 | 0,24 | 0,27 | 0,29      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 60^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|--------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                      | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                            | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                            | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                    | 0,00             | 0,20 | 0,33 | 0,40 | 0,42      |
| Februari                                   | 0,10             | 0,43 | 0,53 | 0,56 | 0,57      |
| Maart                                      | 0,46             | 0,63 | 0,61 | 0,62 | 0,57      |
| April                                      | 0,57             | 0,64 | 0,68 | 0,65 | 0,59      |
| Mei                                        | 0,67             | 0,71 | 0,68 | 0,66 | 0,57      |
| Juni                                       | 0,70             | 0,72 | 0,70 | 0,66 | 0,55      |
| Juli                                       | 0,66             | 0,69 | 0,66 | 0,60 | 0,40      |
| Augustus                                   | 0,63             | 0,68 | 0,68 | 0,64 | 0,54      |
| September                                  | 0,49             | 0,65 | 0,67 | 0,66 | 0,62      |
| Oktober                                    | 0,33             | 0,66 | 0,70 | 0,73 | 0,71      |
| November                                   | 0,00             | 0,32 | 0,43 | 0,50 | 0,49      |
| December                                   | 0,00             | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,22      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West) |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                             | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                   | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                   | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                           | 0,00             | 0,04 | 0,08 | 0,18 | 0,12      |
| Februari                                          | 0,10             | 0,28 | 0,35 | 0,38 | 0,32      |
| Maart                                             | 0,46             | 0,50 | 0,51 | 0,49 | 0,44      |
| April                                             | 0,57             | 0,61 | 0,61 | 0,59 | 0,51      |
| Mei                                               | 0,67             | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,54      |
| Juni                                              | 0,70             | 0,67 | 0,68 | 0,66 | 0,56      |
| Juli                                              | 0,66             | 0,64 | 0,60 | 0,50 | 0,38      |
| Augustus                                          | 0,63             | 0,63 | 0,62 | 0,57 | 0,50      |
| September                                         | 0,49             | 0,57 | 0,59 | 0,59 | 0,52      |
| Oktober                                           | 0,33             | 0,55 | 0,59 | 0,61 | 0,64      |
| November                                          | 0,00             | 0,19 | 0,26 | 0,30 | 0,37      |
| December                                          | 0,00             | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,03      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 120^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                    | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                       | 0,46             | 0,34 | 0,31 | 0,30 | 0,17      |
| April                                       | 0,57             | 0,52 | 0,50 | 0,45 | 0,33      |
| Mei                                         | 0,67             | 0,62 | 0,59 | 0,52 | 0,41      |
| Juni                                        | 0,70             | 0,65 | 0,64 | 0,58 | 0,47      |
| Juli                                        | 0,66             | 0,59 | 0,47 | 0,40 | 0,29      |
| Augustus                                    | 0,63             | 0,55 | 0,50 | 0,47 | 0,37      |
| September                                   | 0,49             | 0,40 | 0,40 | 0,36 | 0,28      |
| Oktober                                     | 0,33             | 0,26 | 0,32 | 0,35 | 0,32      |
| November                                    | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03      |
| December                                    | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West) |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                    | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                          | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                          | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                  | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                                 | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                                    | 0,46             | 0,13 | 0,06 | 0,07 | 0,04      |
| April                                                    | 0,57             | 0,47 | 0,38 | 0,30 | 0,20      |
| Mei                                                      | 0,67             | 0,58 | 0,51 | 0,46 | 0,34      |
| Juni                                                     | 0,70             | 0,62 | 0,57 | 0,52 | 0,40      |
| Juli                                                     | 0,66             | 0,54 | 0,39 | 0,33 | 0,23      |
| Augustus                                                 | 0,63             | 0,49 | 0,41 | 0,36 | 0,25      |
| September                                                | 0,49             | 0,30 | 0,19 | 0,17 | 0,11      |
| Oktober                                                  | 0,33             | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,10      |
| November                                                 | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                                 | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord) |                  |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                               | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                     | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                     | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                             | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                            | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                               | 0,46             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                               | 0,57             | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Mei                                                 | 0,67             | 0,49 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Juni                                                | 0,70             | 0,55 | 0,11 | 0,00 | 0,00      |
| Juli                                                | 0,66             | 0,44 | 0,06 | 0,01 | 0,00      |
| Augustus                                            | 0,63             | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| September                                           | 0,49             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Oktober                                             | 0,33             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                            | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                            | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost) |                  |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                     | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                           | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                           | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                   | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                                  | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                                     | 0,46             | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                                     | 0,57             | 0,37 | 0,23 | 0,14 | 0,03      |
| Mei                                                       | 0,67             | 0,57 | 0,47 | 0,38 | 0,25      |
| Juni                                                      | 0,70             | 0,61 | 0,52 | 0,43 | 0,28      |
| Juli                                                      | 0,66             | 0,52 | 0,43 | 0,35 | 0,20      |
| Augustus                                                  | 0,63             | 0,42 | 0,32 | 0,26 | 0,13      |
| September                                                 | 0,49             | 0,20 | 0,07 | 0,04 | 0,00      |
| Oktober                                                   | 0,33             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                                  | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                                  | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -90^\circ$ (Oost) |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                              | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                    | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                    | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                            | 0,00             | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 0,09      |
| Februari                                           | 0,10             | 0,26 | 0,31 | 0,33 | 0,29      |
| Maart                                              | 0,46             | 0,44 | 0,43 | 0,40 | 0,33      |
| April                                              | 0,57             | 0,55 | 0,51 | 0,49 | 0,37      |
| Mei                                                | 0,67             | 0,66 | 0,63 | 0,59 | 0,46      |
| Juni                                               | 0,70             | 0,67 | 0,65 | 0,61 | 0,49      |
| Juli                                               | 0,66             | 0,62 | 0,58 | 0,53 | 0,42      |
| Augustus                                           | 0,63             | 0,58 | 0,56 | 0,50 | 0,39      |
| September                                          | 0,49             | 0,49 | 0,46 | 0,43 | 0,33      |
| Oktober                                            | 0,33             | 0,28 | 0,28 | 0,30 | 0,18      |
| November                                           | 0,00             | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,00      |
| December                                           | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 150^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                    | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                       | 0,46             | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                       | 0,57             | 0,36 | 0,18 | 0,13 | 0,06      |
| Mei                                         | 0,67             | 0,54 | 0,43 | 0,33 | 0,25      |
| Juni                                        | 0,70             | 0,60 | 0,48 | 0,40 | 0,30      |
| Juli                                        | 0,66             | 0,50 | 0,31 | 0,23 | 0,15      |
| Augustus                                    | 0,63             | 0,41 | 0,29 | 0,20 | 0,08      |
| September                                   | 0,49             | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,01      |
| Oktober                                     | 0,33             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                    | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                    | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -150^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                        | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                              | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                              | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                      | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                     | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                        | 0,46             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                        | 0,57             | 0,28 | 0,07 | 0,01 | 0,00      |
| Mei                                          | 0,67             | 0,51 | 0,36 | 0,26 | 0,08      |
| Juni                                         | 0,70             | 0,57 | 0,46 | 0,30 | 0,10      |
| Juli                                         | 0,66             | 0,46 | 0,33 | 0,25 | 0,09      |
| Augustus                                     | 0,63             | 0,34 | 0,15 | 0,10 | 0,03      |
| September                                    | 0,49             | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Oktober                                      | 0,33             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -120^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                        | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                              | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                              | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                      | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                     | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                        | 0,46             | 0,23 | 0,18 | 0,15 | 0,04      |
| April                                        | 0,57             | 0,44 | 0,38 | 0,31 | 0,16      |
| Mei                                          | 0,67             | 0,60 | 0,53 | 0,47 | 0,36      |
| Juni                                         | 0,70             | 0,64 | 0,56 | 0,54 | 0,40      |
| Juli                                         | 0,66             | 0,57 | 0,48 | 0,44 | 0,32      |
| Augustus                                     | 0,63             | 0,49 | 0,39 | 0,35 | 0,26      |
| September                                    | 0,49             | 0,29 | 0,24 | 0,18 | 0,09      |
| Oktober                                      | 0,33             | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00      |
| November                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -60^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,00             | 0,15 | 0,22 | 0,24 | 0,28      |
| Februari                                    | 0,10             | 0,39 | 0,45 | 0,46 | 0,48      |
| Maart                                       | 0,46             | 0,56 | 0,57 | 0,58 | 0,48      |
| April                                       | 0,57             | 0,62 | 0,59 | 0,58 | 0,47      |
| Mei                                         | 0,67             | 0,69 | 0,68 | 0,64 | 0,50      |
| Juni                                        | 0,70             | 0,70 | 0,69 | 0,66 | 0,53      |
| Juli                                        | 0,66             | 0,66 | 0,64 | 0,59 | 0,45      |
| Augustus                                    | 0,63             | 0,63 | 0,63 | 0,60 | 0,43      |
| September                                   | 0,49             | 0,59 | 0,59 | 0,60 | 0,46      |
| Oktober                                     | 0,33             | 0,48 | 0,53 | 0,54 | 0,46      |
| November                                    | 0,00             | 0,14 | 0,18 | 0,21 | 0,16      |
| December                                    | 0,00             | 0,02 | 0,09 | 0,17 | 0,17      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost) |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                   | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                         | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                         | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                 | 0,00             | 0,18 | 0,26 | 0,32 | 0,33      |
| Februari                                                | 0,10             | 0,41 | 0,46 | 0,48 | 0,51      |
| Maart                                                   | 0,46             | 0,59 | 0,62 | 0,60 | 0,53      |
| April                                                   | 0,57             | 0,63 | 0,64 | 0,60 | 0,49      |
| Mei                                                     | 0,67             | 0,69 | 0,68 | 0,65 | 0,49      |
| Juni                                                    | 0,70             | 0,70 | 0,68 | 0,67 | 0,50      |
| Juli                                                    | 0,66             | 0,66 | 0,64 | 0,60 | 0,42      |
| Augustus                                                | 0,63             | 0,66 | 0,65 | 0,61 | 0,44      |
| September                                               | 0,49             | 0,61 | 0,64 | 0,61 | 0,50      |
| Oktober                                                 | 0,33             | 0,55 | 0,58 | 0,60 | 0,54      |
| November                                                | 0,00             | 0,20 | 0,26 | 0,30 | 0,27      |
| December                                                | 0,00             | 0,05 | 0,28 | 0,31 | 0,28      |

| Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -30^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,00             | 0,21 | 0,36 | 0,40 | 0,39      |
| Februari                                    | 0,10             | 0,46 | 0,53 | 0,56 | 0,51      |
| Maart                                       | 0,46             | 0,62 | 0,63 | 0,64 | 0,59      |
| April                                       | 0,57             | 0,66 | 0,65 | 0,64 | 0,50      |
| Mei                                         | 0,67             | 0,69 | 0,70 | 0,67 | 0,47      |
| Juni                                        | 0,70             | 0,70 | 0,69 | 0,66 | 0,46      |
| Juli                                        | 0,66             | 0,67 | 0,66 | 0,60 | 0,40      |
| Augustus                                    | 0,63             | 0,67 | 0,66 | 0,63 | 0,46      |
| September                                   | 0,49             | 0,63 | 0,64 | 0,66 | 0,55      |
| Oktober                                     | 0,33             | 0,58 | 0,64 | 0,65 | 0,62      |
| November                                    | 0,00             | 0,26 | 0,33 | 0,36 | 0,34      |
| December                                    | 0,00             | 0,12 | 0,32 | 0,35 | 0,38      |

**Tabellen C2: Gebruiksfactoren zonnewering - Automatische bediening (residentieel)**

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid) |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                            | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                  | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                  | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                          | 0,04             | 0,56       | 0,62       | 0,65       | 0,68       |
| Februari                                         | 0,34             | 0,70       | 0,72       | 0,73       | 0,74       |
| Maart                                            | 0,64             | 0,77       | 0,78       | 0,78       | 0,75       |
| April                                            | 0,74             | 0,79       | 0,78       | 0,76       | 0,65       |
| Mei                                              | 0,79             | 0,80       | 0,79       | 0,75       | 0,59       |
| Juni                                             | 0,81             | 0,81       | 0,79       | 0,75       | 0,59       |
| Juli                                             | 0,82             | 0,81       | 0,79       | 0,76       | 0,55       |
| Augustus                                         | 0,78             | 0,81       | 0,82       | 0,78       | 0,62       |
| September                                        | 0,68             | 0,78       | 0,79       | 0,78       | 0,72       |
| Oktober                                          | 0,56             | 0,76       | 0,79       | 0,81       | 0,81       |
| November                                         | 0,10             | 0,50       | 0,60       | 0,62       | 0,64       |
| December                                         | 0,00             | 0,41       | 0,52       | 0,58       | 0,56       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 30^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                      | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                            | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                            | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                    | 0,04             | 0,50       | 0,59       | 0,62       | 0,63       |
| Februari                                   | 0,34             | 0,65       | 0,69       | 0,72       | 0,71       |
| Maart                                      | 0,64             | 0,76       | 0,77       | 0,78       | 0,74       |
| April                                      | 0,74             | 0,79       | 0,78       | 0,77       | 0,68       |
| Mei                                        | 0,79             | 0,81       | 0,79       | 0,78       | 0,63       |
| Juni                                       | 0,81             | 0,81       | 0,79       | 0,77       | 0,62       |
| Juli                                       | 0,82             | 0,81       | 0,79       | 0,75       | 0,53       |
| Augustus                                   | 0,78             | 0,81       | 0,81       | 0,78       | 0,64       |
| September                                  | 0,68             | 0,77       | 0,77       | 0,79       | 0,73       |
| Oktober                                    | 0,56             | 0,77       | 0,81       | 0,82       | 0,82       |
| November                                   | 0,10             | 0,51       | 0,58       | 0,63       | 0,64       |
| December                                   | 0,00             | 0,36       | 0,50       | 0,58       | 0,58       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West) |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                                  | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                        | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                        | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                                | 0,04             | 0,46       | 0,54       | 0,57       | 0,60       |
| Februari                                               | 0,34             | 0,60       | 0,67       | 0,69       | 0,68       |
| Maart                                                  | 0,64             | 0,74       | 0,76       | 0,76       | 0,70       |
| April                                                  | 0,74             | 0,78       | 0,77       | 0,75       | 0,67       |
| Mei                                                    | 0,79             | 0,80       | 0,80       | 0,75       | 0,65       |
| Juni                                                   | 0,81             | 0,80       | 0,80       | 0,74       | 0,61       |
| Juli                                                   | 0,82             | 0,81       | 0,79       | 0,73       | 0,51       |
| Augustus                                               | 0,78             | 0,81       | 0,79       | 0,77       | 0,65       |
| September                                              | 0,68             | 0,77       | 0,77       | 0,77       | 0,72       |
| Oktober                                                | 0,56             | 0,74       | 0,78       | 0,81       | 0,82       |
| November                                               | 0,10             | 0,50       | 0,57       | 0,61       | 0,62       |
| December                                               | 0,00             | 0,23       | 0,41       | 0,52       | 0,42       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 60^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                      | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                            | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                            | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                    | 0,04             | 0,37       | 0,48       | 0,54       | 0,54       |
| Februari                                   | 0,34             | 0,55       | 0,61       | 0,64       | 0,64       |
| Maart                                      | 0,64             | 0,73       | 0,75       | 0,71       | 0,67       |
| April                                      | 0,74             | 0,76       | 0,75       | 0,72       | 0,66       |
| Mei                                        | 0,79             | 0,79       | 0,77       | 0,75       | 0,64       |
| Juni                                       | 0,81             | 0,81       | 0,79       | 0,77       | 0,68       |
| Juli                                       | 0,82             | 0,79       | 0,77       | 0,72       | 0,52       |
| Augustus                                   | 0,78             | 0,80       | 0,78       | 0,76       | 0,62       |
| September                                  | 0,68             | 0,75       | 0,76       | 0,74       | 0,69       |
| Oktober                                    | 0,56             | 0,75       | 0,79       | 0,79       | 0,80       |
| November                                   | 0,10             | 0,48       | 0,55       | 0,59       | 0,62       |
| December                                   | 0,00             | 0,21       | 0,28       | 0,34       | 0,33       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West) |                  |            |            |            |            |
|---------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                             | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                   | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                   | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                           | 0,04             | 0,14       | 0,25       | 0,30       | 0,27       |
| Februari                                          | 0,34             | 0,41       | 0,46       | 0,50       | 0,49       |
| Maart                                             | 0,64             | 0,63       | 0,63       | 0,62       | 0,55       |
| April                                             | 0,74             | 0,71       | 0,69       | 0,65       | 0,60       |
| Mei                                               | 0,79             | 0,78       | 0,75       | 0,71       | 0,62       |
| Juni                                              | 0,81             | 0,80       | 0,77       | 0,75       | 0,64       |
| Juli                                              | 0,82             | 0,78       | 0,73       | 0,67       | 0,50       |
| Augustus                                          | 0,78             | 0,76       | 0,74       | 0,69       | 0,59       |
| September                                         | 0,68             | 0,70       | 0,69       | 0,68       | 0,62       |
| Oktober                                           | 0,56             | 0,68       | 0,71       | 0,72       | 0,70       |
| November                                          | 0,10             | 0,30       | 0,38       | 0,44       | 0,43       |
| December                                          | 0,00             | 0,02       | 0,09       | 0,10       | 0,09       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 120^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|---------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                             | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                             | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                     | 0,04             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Februari                                    | 0,34             | 0,09       | 0,03       | 0,04       | 0,00       |
| Maart                                       | 0,64             | 0,45       | 0,39       | 0,38       | 0,30       |
| April                                       | 0,74             | 0,65       | 0,59       | 0,55       | 0,41       |
| Mei                                         | 0,79             | 0,73       | 0,67       | 0,64       | 0,51       |
| Juni                                        | 0,81             | 0,78       | 0,71       | 0,68       | 0,55       |
| Juli                                        | 0,82             | 0,75       | 0,67       | 0,56       | 0,38       |
| Augustus                                    | 0,78             | 0,71       | 0,64       | 0,55       | 0,45       |
| September                                   | 0,68             | 0,60       | 0,55       | 0,51       | 0,40       |
| Oktober                                     | 0,56             | 0,45       | 0,47       | 0,51       | 0,46       |
| November                                    | 0,10             | 0,00       | 0,06       | 0,15       | 0,16       |
| December                                    | 0,00             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West) |                  |            |            |            |            |
|----------------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                                    | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                          | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                          | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                                  | 0,04             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Februari                                                 | 0,34             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Maart                                                    | 0,64             | 0,36       | 0,25       | 0,17       | 0,07       |
| April                                                    | 0,74             | 0,60       | 0,52       | 0,44       | 0,31       |
| Mei                                                      | 0,79             | 0,72       | 0,63       | 0,56       | 0,41       |
| Juni                                                     | 0,81             | 0,76       | 0,69       | 0,60       | 0,47       |
| Juli                                                     | 0,82             | 0,73       | 0,62       | 0,45       | 0,31       |
| Augustus                                                 | 0,78             | 0,69       | 0,55       | 0,44       | 0,34       |
| September                                                | 0,68             | 0,51       | 0,39       | 0,28       | 0,22       |
| Oktober                                                  | 0,56             | 0,16       | 0,17       | 0,16       | 0,14       |
| November                                                 | 0,10             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| December                                                 | 0,00             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 150^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|---------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                             | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                             | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                     | 0,04             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Februari                                    | 0,34             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Maart                                       | 0,64             | 0,13       | 0,03       | 0,02       | 0,01       |
| April                                       | 0,74             | 0,55       | 0,38       | 0,24       | 0,12       |
| Mei                                         | 0,79             | 0,69       | 0,57       | 0,43       | 0,29       |
| Juni                                        | 0,81             | 0,74       | 0,65       | 0,53       | 0,34       |
| Juli                                        | 0,82             | 0,73       | 0,54       | 0,34       | 0,21       |
| Augustus                                    | 0,78             | 0,65       | 0,43       | 0,30       | 0,18       |
| September                                   | 0,68             | 0,38       | 0,08       | 0,07       | 0,06       |
| Oktober                                     | 0,56             | 0,03       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| November                                    | 0,10             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| December                                    | 0,00             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord) |                  |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                               | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                     | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                     | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                             | 0,04             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                            | 0,34             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                               | 0,64             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                               | 0,74             | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Mei                                                 | 0,79             | 0,72 | 0,36 | 0,04 | 0,00      |
| Juni                                                | 0,81             | 0,74 | 0,62 | 0,07 | 0,00      |
| Juli                                                | 0,82             | 0,73 | 0,46 | 0,03 | 0,01      |
| Augustus                                            | 0,78             | 0,58 | 0,02 | 0,00 | 0,00      |
| September                                           | 0,68             | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Oktober                                             | 0,56             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                            | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                            | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost) |                  |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                     | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                           | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                           | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                   | 0,04             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                                  | 0,34             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                                     | 0,64             | 0,32 | 0,17 | 0,05 | 0,00      |
| April                                                     | 0,74             | 0,59 | 0,46 | 0,35 | 0,16      |
| Mei                                                       | 0,79             | 0,72 | 0,63 | 0,51 | 0,34      |
| Juni                                                      | 0,81             | 0,75 | 0,68 | 0,60 | 0,40      |
| Juli                                                      | 0,82             | 0,75 | 0,65 | 0,53 | 0,31      |
| Augustus                                                  | 0,78             | 0,67 | 0,55 | 0,39 | 0,25      |
| September                                                 | 0,68             | 0,43 | 0,24 | 0,13 | 0,04      |
| Oktober                                                   | 0,56             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                                  | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                                  | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -90^\circ$ (Oost) |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                              | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                    | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                    | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                            | 0,04             | 0,16 | 0,18 | 0,19 | 0,13      |
| Februari                                           | 0,34             | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,38      |
| Maart                                              | 0,64             | 0,59 | 0,58 | 0,54 | 0,46      |
| April                                              | 0,74             | 0,71 | 0,67 | 0,58 | 0,47      |
| Mei                                                | 0,79             | 0,76 | 0,75 | 0,68 | 0,56      |
| Juni                                               | 0,81             | 0,78 | 0,74 | 0,71 | 0,60      |
| Juli                                               | 0,82             | 0,79 | 0,75 | 0,68 | 0,50      |
| Augustus                                           | 0,78             | 0,75 | 0,73 | 0,66 | 0,47      |
| September                                          | 0,68             | 0,65 | 0,62 | 0,57 | 0,45      |
| Oktober                                            | 0,56             | 0,48 | 0,45 | 0,42 | 0,35      |
| November                                           | 0,10             | 0,09 | 0,12 | 0,11 | 0,04      |
| December                                           | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost) |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                   | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                         | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                         | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                 | 0,04             | 0,37 | 0,46 | 0,48 | 0,46      |
| Februari                                                | 0,34             | 0,61 | 0,63 | 0,62 | 0,60      |
| Maart                                                   | 0,64             | 0,71 | 0,73 | 0,70 | 0,66      |
| April                                                   | 0,74             | 0,75 | 0,75 | 0,71 | 0,61      |
| Mei                                                     | 0,79             | 0,80 | 0,78 | 0,75 | 0,64      |
| Juni                                                    | 0,81             | 0,81 | 0,78 | 0,74 | 0,63      |
| Juli                                                    | 0,82             | 0,81 | 0,79 | 0,75 | 0,57      |
| Augustus                                                | 0,78             | 0,79 | 0,77 | 0,73 | 0,58      |
| September                                               | 0,68             | 0,76 | 0,75 | 0,71 | 0,66      |
| Oktober                                                 | 0,56             | 0,67 | 0,70 | 0,71 | 0,67      |
| November                                                | 0,10             | 0,35 | 0,42 | 0,47 | 0,48      |
| December                                                | 0,00             | 0,33 | 0,40 | 0,44 | 0,46      |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -150^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                        | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                              | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                              | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                      | 0,04             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                     | 0,34             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                        | 0,64             | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                        | 0,74             | 0,53 | 0,31 | 0,09 | 0,00      |
| Mei                                          | 0,79             | 0,72 | 0,58 | 0,42 | 0,22      |
| Juni                                         | 0,81             | 0,76 | 0,64 | 0,51 | 0,27      |
| Juli                                         | 0,82             | 0,74 | 0,60 | 0,44 | 0,19      |
| Augustus                                     | 0,78             | 0,63 | 0,40 | 0,25 | 0,08      |
| September                                    | 0,68             | 0,29 | 0,06 | 0,00 | 0,00      |
| Oktober                                      | 0,56             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                     | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -120^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                        | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                              | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                              | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                      | 0,04             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                     | 0,34             | 0,13 | 0,08 | 0,06 | 0,04      |
| Maart                                        | 0,64             | 0,47 | 0,35 | 0,30 | 0,16      |
| April                                        | 0,74             | 0,63 | 0,53 | 0,45 | 0,29      |
| Mei                                          | 0,79             | 0,74 | 0,66 | 0,59 | 0,43      |
| Juni                                         | 0,81             | 0,76 | 0,70 | 0,64 | 0,50      |
| Juli                                         | 0,82             | 0,76 | 0,70 | 0,61 | 0,40      |
| Augustus                                     | 0,78             | 0,71 | 0,61 | 0,51 | 0,33      |
| September                                    | 0,68             | 0,56 | 0,43 | 0,36 | 0,20      |
| Oktober                                      | 0,56             | 0,11 | 0,07 | 0,04 | 0,00      |
| November                                     | 0,10             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -60^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,04             | 0,28 | 0,38 | 0,40 | 0,43      |
| Februari                                    | 0,34             | 0,52 | 0,56 | 0,55 | 0,55      |
| Maart                                       | 0,64             | 0,69 | 0,67 | 0,67 | 0,63      |
| April                                       | 0,74             | 0,73 | 0,72 | 0,71 | 0,57      |
| Mei                                         | 0,79             | 0,78 | 0,78 | 0,75 | 0,61      |
| Juni                                        | 0,81             | 0,81 | 0,78 | 0,73 | 0,61      |
| Juli                                        | 0,82             | 0,81 | 0,78 | 0,73 | 0,55      |
| Augustus                                    | 0,78             | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,53      |
| September                                   | 0,68             | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,61      |
| Oktober                                     | 0,56             | 0,64 | 0,65 | 0,65 | 0,57      |
| November                                    | 0,10             | 0,26 | 0,35 | 0,39 | 0,38      |
| December                                    | 0,00             | 0,22 | 0,31 | 0,35 | 0,32      |

| Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -30^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,04             | 0,45 | 0,56 | 0,59 | 0,54      |
| Februari                                    | 0,34             | 0,66 | 0,70 | 0,71 | 0,69      |
| Maart                                       | 0,64             | 0,75 | 0,76 | 0,75 | 0,69      |
| April                                       | 0,74             | 0,79 | 0,75 | 0,75 | 0,64      |
| Mei                                         | 0,79             | 0,79 | 0,77 | 0,74 | 0,62      |
| Juni                                        | 0,81             | 0,79 | 0,79 | 0,74 | 0,58      |
| Juli                                        | 0,82             | 0,81 | 0,80 | 0,75 | 0,55      |
| Augustus                                    | 0,78             | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,61      |
| September                                   | 0,68             | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,69      |
| Oktober                                     | 0,56             | 0,73 | 0,77 | 0,78 | 0,72      |
| November                                    | 0,10             | 0,45 | 0,53 | 0,56 | 0,54      |
| December                                    | 0,00             | 0,38 | 0,47 | 0,51 | 0,51      |

**Tabellen C3: Gebruiksfactoren zonnewering - Automatische bediening (niet residentieel)**

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid) |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                            | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                  | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                  | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                          | 0,06             | 0,59       | 0,64       | 0,68       | 0,69       |
| Februari                                         | 0,39             | 0,71       | 0,74       | 0,75       | 0,75       |
| Maart                                            | 0,70             | 0,79       | 0,81       | 0,82       | 0,76       |
| April                                            | 0,77             | 0,81       | 0,82       | 0,79       | 0,68       |
| Mei                                              | 0,81             | 0,82       | 0,82       | 0,78       | 0,65       |
| Juni                                             | 0,84             | 0,85       | 0,82       | 0,78       | 0,61       |
| Juli                                             | 0,84             | 0,84       | 0,82       | 0,79       | 0,63       |
| Augustus                                         | 0,84             | 0,85       | 0,84       | 0,82       | 0,68       |
| September                                        | 0,75             | 0,82       | 0,82       | 0,81       | 0,74       |
| Oktober                                          | 0,62             | 0,77       | 0,81       | 0,83       | 0,83       |
| November                                         | 0,14             | 0,56       | 0,66       | 0,69       | 0,69       |
| December                                         | 0,00             | 0,46       | 0,57       | 0,62       | 0,65       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 30^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                      | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                            | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                            | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                    | 0,06             | 0,56       | 0,63       | 0,68       | 0,70       |
| Februari                                   | 0,39             | 0,69       | 0,74       | 0,75       | 0,73       |
| Maart                                      | 0,70             | 0,78       | 0,80       | 0,80       | 0,77       |
| April                                      | 0,77             | 0,81       | 0,80       | 0,80       | 0,72       |
| Mei                                        | 0,81             | 0,82       | 0,82       | 0,80       | 0,66       |
| Juni                                       | 0,84             | 0,84       | 0,81       | 0,80       | 0,65       |
| Juli                                       | 0,84             | 0,84       | 0,82       | 0,80       | 0,62       |
| Augustus                                   | 0,84             | 0,86       | 0,83       | 0,82       | 0,70       |
| September                                  | 0,75             | 0,82       | 0,83       | 0,82       | 0,76       |
| Oktober                                    | 0,62             | 0,79       | 0,83       | 0,84       | 0,83       |
| November                                   | 0,14             | 0,57       | 0,64       | 0,67       | 0,67       |
| December                                   | 0,00             | 0,42       | 0,56       | 0,59       | 0,62       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West) |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                                  | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                        | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                        | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                                | 0,06             | 0,51       | 0,58       | 0,64       | 0,63       |
| Februari                                               | 0,39             | 0,65       | 0,70       | 0,72       | 0,72       |
| Maart                                                  | 0,70             | 0,77       | 0,78       | 0,79       | 0,74       |
| April                                                  | 0,77             | 0,80       | 0,81       | 0,78       | 0,70       |
| Mei                                                    | 0,81             | 0,82       | 0,81       | 0,78       | 0,68       |
| Juni                                                   | 0,84             | 0,84       | 0,82       | 0,78       | 0,68       |
| Juli                                                   | 0,84             | 0,83       | 0,81       | 0,77       | 0,62       |
| Augustus                                               | 0,84             | 0,84       | 0,83       | 0,80       | 0,68       |
| September                                              | 0,75             | 0,81       | 0,81       | 0,79       | 0,75       |
| Oktober                                                | 0,62             | 0,78       | 0,81       | 0,82       | 0,84       |
| November                                               | 0,14             | 0,55       | 0,60       | 0,63       | 0,65       |
| December                                               | 0,00             | 0,35       | 0,50       | 0,55       | 0,55       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 60^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|--------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                      | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                            | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                            | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                    | 0,06             | 0,45       | 0,53       | 0,60       | 0,60       |
| Februari                                   | 0,39             | 0,61       | 0,65       | 0,67       | 0,67       |
| Maart                                      | 0,70             | 0,75       | 0,77       | 0,76       | 0,69       |
| April                                      | 0,77             | 0,80       | 0,78       | 0,78       | 0,67       |
| Mei                                        | 0,81             | 0,80       | 0,81       | 0,78       | 0,66       |
| Juni                                       | 0,84             | 0,82       | 0,83       | 0,79       | 0,68       |
| Juli                                       | 0,84             | 0,82       | 0,80       | 0,76       | 0,58       |
| Augustus                                   | 0,84             | 0,84       | 0,81       | 0,79       | 0,66       |
| September                                  | 0,75             | 0,80       | 0,78       | 0,78       | 0,73       |
| Oktober                                    | 0,62             | 0,76       | 0,80       | 0,81       | 0,83       |
| November                                   | 0,14             | 0,53       | 0,58       | 0,61       | 0,64       |
| December                                   | 0,00             | 0,23       | 0,31       | 0,38       | 0,40       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West) |                  |            |            |            |            |
|---------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                             | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                   | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                   | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                           | 0,06             | 0,29       | 0,30       | 0,34       | 0,37       |
| Februari                                          | 0,39             | 0,48       | 0,52       | 0,53       | 0,54       |
| Maart                                             | 0,70             | 0,70       | 0,66       | 0,64       | 0,60       |
| April                                             | 0,77             | 0,76       | 0,74       | 0,69       | 0,62       |
| Mei                                               | 0,81             | 0,79       | 0,78       | 0,75       | 0,63       |
| Juni                                              | 0,84             | 0,82       | 0,79       | 0,76       | 0,65       |
| Juli                                              | 0,84             | 0,81       | 0,78       | 0,72       | 0,53       |
| Augustus                                          | 0,84             | 0,80       | 0,77       | 0,74       | 0,60       |
| September                                         | 0,75             | 0,75       | 0,73       | 0,70       | 0,64       |
| Oktober                                           | 0,62             | 0,70       | 0,72       | 0,74       | 0,71       |
| November                                          | 0,14             | 0,38       | 0,44       | 0,49       | 0,50       |
| December                                          | 0,00             | 0,08       | 0,17       | 0,22       | 0,18       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 120^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|---------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                             | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                             | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                     | 0,06             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Februari                                    | 0,39             | 0,23       | 0,16       | 0,10       | 0,03       |
| Maart                                       | 0,70             | 0,54       | 0,46       | 0,41       | 0,35       |
| April                                       | 0,77             | 0,70       | 0,64       | 0,57       | 0,46       |
| Mei                                         | 0,81             | 0,77       | 0,72       | 0,65       | 0,53       |
| Juni                                        | 0,84             | 0,80       | 0,74       | 0,69       | 0,58       |
| Juli                                        | 0,84             | 0,79       | 0,74       | 0,60       | 0,41       |
| Augustus                                    | 0,84             | 0,76       | 0,70       | 0,62       | 0,49       |
| September                                   | 0,75             | 0,66       | 0,60       | 0,54       | 0,43       |
| Oktober                                     | 0,62             | 0,54       | 0,53       | 0,53       | 0,49       |
| November                                    | 0,14             | 0,06       | 0,12       | 0,16       | 0,20       |
| December                                    | 0,00             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West) |                  |            |            |            |            |
|----------------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                                    | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                                          | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                                          | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                                  | 0,06             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Februari                                                 | 0,39             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Maart                                                    | 0,70             | 0,39       | 0,29       | 0,25       | 0,15       |
| April                                                    | 0,77             | 0,65       | 0,56       | 0,49       | 0,32       |
| Mei                                                      | 0,81             | 0,75       | 0,69       | 0,59       | 0,44       |
| Juni                                                     | 0,84             | 0,78       | 0,72       | 0,65       | 0,48       |
| Juli                                                     | 0,84             | 0,78       | 0,69       | 0,54       | 0,32       |
| Augustus                                                 | 0,84             | 0,72       | 0,64       | 0,52       | 0,38       |
| September                                                | 0,75             | 0,60       | 0,47       | 0,41       | 0,27       |
| Oktober                                                  | 0,62             | 0,28       | 0,23       | 0,21       | 0,22       |
| November                                                 | 0,14             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| December                                                 | 0,00             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 150^\circ$ |                  |            |            |            |            |
|---------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |            |            |            |            |
|                                             | Horizontaal      |            |            |            | Vertikaal  |
|                                             | $0^\circ$        | $30^\circ$ | $45^\circ$ | $60^\circ$ | $90^\circ$ |
| Januari                                     | 0,06             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Februari                                    | 0,39             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| Maart                                       | 0,70             | 0,22       | 0,06       | 0,02       | 0,01       |
| April                                       | 0,77             | 0,61       | 0,46       | 0,29       | 0,15       |
| Mei                                         | 0,81             | 0,73       | 0,62       | 0,50       | 0,31       |
| Juni                                        | 0,84             | 0,78       | 0,68       | 0,57       | 0,37       |
| Juli                                        | 0,84             | 0,76       | 0,66       | 0,42       | 0,23       |
| Augustus                                    | 0,84             | 0,70       | 0,53       | 0,36       | 0,22       |
| September                                   | 0,75             | 0,48       | 0,23       | 0,12       | 0,06       |
| Oktober                                     | 0,62             | 0,08       | 0,00       | 0,00       | 0,01       |
| November                                    | 0,14             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| December                                    | 0,00             | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord) |                  |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                               | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                     | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                     | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                             | 0,06             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                            | 0,39             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                               | 0,70             | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                               | 0,77             | 0,55 | 0,03 | 0,00 | 0,00      |
| Mei                                                 | 0,81             | 0,74 | 0,58 | 0,07 | 0,01      |
| Juni                                                | 0,84             | 0,78 | 0,72 | 0,12 | 0,02      |
| Juli                                                | 0,84             | 0,78 | 0,66 | 0,12 | 0,01      |
| Augustus                                            | 0,84             | 0,68 | 0,10 | 0,00 | 0,00      |
| September                                           | 0,75             | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Oktober                                             | 0,62             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                            | 0,14             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                            | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost) |                  |      |      |      |           |
|-----------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                     | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                           | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                           | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                   | 0,06             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                                  | 0,39             | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                                     | 0,70             | 0,41 | 0,25 | 0,13 | 0,02      |
| April                                                     | 0,77             | 0,65 | 0,54 | 0,39 | 0,19      |
| Mei                                                       | 0,81             | 0,76 | 0,69 | 0,58 | 0,35      |
| Juni                                                      | 0,84             | 0,79 | 0,74 | 0,62 | 0,42      |
| Juli                                                      | 0,84             | 0,80 | 0,73 | 0,61 | 0,35      |
| Augustus                                                  | 0,84             | 0,74 | 0,64 | 0,46 | 0,26      |
| September                                                 | 0,75             | 0,50 | 0,34 | 0,21 | 0,07      |
| Oktober                                                   | 0,62             | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                                  | 0,14             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                                  | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -90^\circ$ (Oost) |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                              | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                    | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                    | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                            | 0,06             | 0,20 | 0,26 | 0,26 | 0,21      |
| Februari                                           | 0,39             | 0,43 | 0,43 | 0,42 | 0,40      |
| Maart                                              | 0,70             | 0,64 | 0,59 | 0,56 | 0,46      |
| April                                              | 0,77             | 0,74 | 0,71 | 0,66 | 0,50      |
| Mei                                                | 0,81             | 0,80 | 0,77 | 0,72 | 0,59      |
| Juni                                               | 0,84             | 0,80 | 0,78 | 0,74 | 0,62      |
| Juli                                               | 0,84             | 0,83 | 0,79 | 0,74 | 0,57      |
| Augustus                                           | 0,84             | 0,80 | 0,76 | 0,71 | 0,53      |
| September                                          | 0,75             | 0,72 | 0,65 | 0,61 | 0,48      |
| Oktober                                            | 0,62             | 0,55 | 0,50 | 0,47 | 0,38      |
| November                                           | 0,14             | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,10      |
| December                                           | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00      |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost) |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                                   | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                                         | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                                         | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                                 | 0,06             | 0,43 | 0,50 | 0,53 | 0,49      |
| Februari                                                | 0,39             | 0,66 | 0,67 | 0,66 | 0,63      |
| Maart                                                   | 0,70             | 0,76 | 0,76 | 0,73 | 0,68      |
| April                                                   | 0,77             | 0,80 | 0,78 | 0,76 | 0,62      |
| Mei                                                     | 0,81             | 0,83 | 0,79 | 0,77 | 0,65      |
| Juni                                                    | 0,84             | 0,84 | 0,80 | 0,77 | 0,64      |
| Juli                                                    | 0,84             | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,63      |
| Augustus                                                | 0,84             | 0,84 | 0,82 | 0,78 | 0,64      |
| September                                               | 0,75             | 0,80 | 0,80 | 0,75 | 0,68      |
| Oktober                                                 | 0,62             | 0,72 | 0,71 | 0,73 | 0,68      |
| November                                                | 0,14             | 0,42 | 0,54 | 0,58 | 0,56      |
| December                                                | 0,00             | 0,39 | 0,43 | 0,52 | 0,47      |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -150^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                        | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                              | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                              | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                      | 0,06             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                     | 0,39             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Maart                                        | 0,70             | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| April                                        | 0,77             | 0,60 | 0,40 | 0,16 | 0,03      |
| Mei                                          | 0,81             | 0,75 | 0,64 | 0,45 | 0,22      |
| Juni                                         | 0,84             | 0,78 | 0,70 | 0,57 | 0,32      |
| Juli                                         | 0,84             | 0,79 | 0,70 | 0,50 | 0,22      |
| Augustus                                     | 0,84             | 0,72 | 0,54 | 0,31 | 0,14      |
| September                                    | 0,75             | 0,41 | 0,09 | 0,02 | 0,00      |
| Oktober                                      | 0,62             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| November                                     | 0,14             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -120^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|----------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                        | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                              | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                              | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                      | 0,06             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| Februari                                     | 0,39             | 0,16 | 0,15 | 0,11 | 0,08      |
| Maart                                        | 0,70             | 0,51 | 0,40 | 0,35 | 0,19      |
| April                                        | 0,77             | 0,69 | 0,60 | 0,50 | 0,31      |
| Mei                                          | 0,81             | 0,75 | 0,71 | 0,64 | 0,47      |
| Juni                                         | 0,84             | 0,80 | 0,75 | 0,67 | 0,52      |
| Juli                                         | 0,84             | 0,81 | 0,75 | 0,66 | 0,45      |
| Augustus                                     | 0,84             | 0,77 | 0,69 | 0,58 | 0,36      |
| September                                    | 0,75             | 0,62 | 0,53 | 0,38 | 0,25      |
| Oktober                                      | 0,62             | 0,24 | 0,14 | 0,06 | 0,03      |
| November                                     | 0,14             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |
| December                                     | 0,00             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00      |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -60^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,06             | 0,39 | 0,43 | 0,44 | 0,45      |
| Februari                                    | 0,39             | 0,60 | 0,59 | 0,60 | 0,56      |
| Maart                                       | 0,70             | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,64      |
| April                                       | 0,77             | 0,79 | 0,76 | 0,74 | 0,59      |
| Mei                                         | 0,81             | 0,81 | 0,80 | 0,77 | 0,65      |
| Juni                                        | 0,84             | 0,83 | 0,79 | 0,76 | 0,63      |
| Juli                                        | 0,84             | 0,83 | 0,82 | 0,76 | 0,62      |
| Augustus                                    | 0,84             | 0,84 | 0,81 | 0,77 | 0,61      |
| September                                   | 0,75             | 0,79 | 0,76 | 0,72 | 0,63      |
| Oktober                                     | 0,62             | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,61      |
| November                                    | 0,14             | 0,34 | 0,43 | 0,45 | 0,43      |
| December                                    | 0,00             | 0,31 | 0,37 | 0,41 | 0,42      |

| Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -30^\circ$ |                  |      |      |      |           |
|---------------------------------------------|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand                                       | Helling $\theta$ |      |      |      |           |
|                                             | Horizontaal      |      |      |      | Vertikaal |
|                                             | 0°               | 30°  | 45°  | 60°  | 90°       |
| Januari                                     | 0,06             | 0,54 | 0,61 | 0,63 | 0,62      |
| Februari                                    | 0,39             | 0,68 | 0,72 | 0,73 | 0,72      |
| Maart                                       | 0,70             | 0,78 | 0,77 | 0,78 | 0,71      |
| April                                       | 0,77             | 0,81 | 0,79 | 0,77 | 0,65      |
| Mei                                         | 0,81             | 0,82 | 0,81 | 0,78 | 0,65      |
| Juni                                        | 0,84             | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,63      |
| Juli                                        | 0,84             | 0,83 | 0,82 | 0,79 | 0,62      |
| Augustus                                    | 0,84             | 0,85 | 0,84 | 0,79 | 0,65      |
| September                                   | 0,75             | 0,82 | 0,81 | 0,79 | 0,71      |
| Oktober                                     | 0,62             | 0,75 | 0,78 | 0,79 | 0,74      |
| November                                    | 0,14             | 0,49 | 0,58 | 0,62 | 0,63      |
| December                                    | 0,00             | 0,45 | 0,54 | 0,56 | 0,58      |

## Bijlage D Het afgifterendement

De hier gegeven detailberekening is enkel van toepassing op energiesectoren die slechts één enkel systeem van warmteafgifte hebben bestaande uit radiatoren, vloerverwarming of muurverwarming.

Wat meer in detail wordt berekend zijn de extra warmteverliezen doorheen de uitwendige scheidingsconstructie achter of onder de systemen van warmteafgifte.

In deze bijlage wordt meermaals onderscheid gemaakt tussen een variabele en een constante instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater: zie § 9.2.2.2 voor een verdere omschrijving van dit onderscheid.

### D.1 Conventionele werkingstijd van het systeem van warmteafgifte

Bepaal de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector  $i$ , als volgt:

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater variabel is, geldt:

$$\text{Eq. 208 } t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{[29(H_{T,\text{sec } i,m} + 0,27 V_{\text{sec } i}) + 10V_{\text{sec } i}](18 - \theta_{e,m})/29} \quad (\text{Ms})$$

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt:

$$\text{Eq. 209 } t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{29(H_{T,\text{sec } i,m} + 0,27 V_{\text{sec } i}) + 10V_{\text{sec } i}} \quad (\text{Ms})$$

In beide formules zijn:

|                                |                                                                                                                   |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector $i$ , in MJ, bepaald volgens § 7.2; |
| $H_{T,\text{heat,sec } i}$     | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector $i$ bij basis buitentemperatuur, in W/K;       |
| $V_{\text{sec } i}$            | het volume van energiesector $i$ , in $\text{m}^3$ ;                                                              |
| $\theta_{e,m}$                 | de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1], in $^{\circ}\text{C}$ .                                      |

### D.2 Gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering

Bepaal voor elke maand van het stookseizoen de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering van energiesector  $i$  tijdens de werkingstijd als volgt:

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater variabel is, geldt:

$$\text{Eq. 210 } \theta_{c,\text{sec } i,m} = 21 + (\theta_{c,\text{sec } i,\theta_{eb}} - 21) \left[ \frac{21 - \theta_{e,m}}{29} \right]^{0.75} \quad (^{\circ}\text{C})$$

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt:

$$\text{Eq. 211 } \theta_{c,\text{sec } i,m} = \theta_{c,\text{sec } i,\theta_{eb}} \quad (^{\circ}\text{C})$$

maar bij een standaardketel zonder namenging m.b.v. een driewegmengkraan moet steeds gerekend worden met  $\theta_{c,\text{sec } i,m} = 80^{\circ}\text{C}$ , onafgezien van de ontwerptemperaturen van de afgiftekering.

met:

$\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$  de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering bij basis buitentemperatuur, zoals hieronder bepaald, in °C;  
 $\theta_{e,m}$  de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1], in °C.

Bepaal de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering bij basis buitentemperatuur (d.w.z. bij ontwerpomstandigheden), als volgt:

$$\text{Eq. 212 } \theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0,5 (\theta_{design,supply,sec\ i} + \theta_{design,return,sec\ i}) \quad (^\circ\text{C})$$

met:

$\theta_{design,supply,sec\ i}$  de ontwerpvertrektemperatuur van het water in de afgiftekering van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in °C;  
 $\theta_{design,return,sec\ i}$  de ontwerpreturntemperatuur van het water in de afgiftekering van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in °C.

Als waarden bij ontstentenis mogen gehanteerd worden:

- voor vloer- en muurverwarming:
  - $\theta_{design,supply,sec\ i} = 55^\circ\text{C}$
  - $\theta_{design,return,sec\ i} = 45^\circ\text{C}$
- voor radiatoren:
  - $\theta_{design,supply,sec\ i} = 90^\circ\text{C}$
  - $\theta_{design,return,sec\ i} = 70^\circ\text{C}$

Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister bepaalde regels.

### D.3 Radiatoren

Bereken de maandelijkse extra warmteverliezen ( $\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$ ) voor de radiatoren van energiesector i, doorheen de achterliggende scheidingsconstructie als:

$$\text{Eq. 213 } \Delta Q_{rad,sec\ i,m} = \sum_j \{U_j \cdot A_{rad,j} \cdot \max(0 ; w \cdot \theta_{c,sec\ i,m} + (1 - w) \cdot \theta_{e,m} - 18)\} \quad (\text{MJ})$$

met:

$\theta_{c,sec\ i,m}$  de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens § D.2, in °C;  
 $\theta_{e,m}$  de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1], in °C;  
 $t_{heat,sec\ i,m}$  de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector i, bepaald volgens § D.1, in Ms;  
 $w$  een weegfactor. Deze wordt 0,4 in geval achter radiator j een stralingsscherm met een emissiefactor kleiner dan 0,2 aanwezig is en 0,8 in alle andere gevallen, (-);  
 $U_j$  de U-waarde van de uitwendige scheidingsconstructies achter radiator j, in W/(m<sup>2</sup>.K);  
 $A_{rad,j}$  de geprojecteerde radiatoroppervlakte van radiator j, in m<sup>2</sup>.

Er dient gesommeerd te worden over alle radiatoren j van energiesector i, die geplaatst zijn tegen een uitwendige scheidingsconstructie.

Stel het maandelijkse afgifterendement voor energiesector i ( $\eta_{em,heat,sec i,m}$ ) gelijk aan:

$$\text{Eq. 214 } \eta_{em,heat,sec i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec i,m}}{Q_{heat,net,sec i,m} + \Delta Q_{rad,sec i,m}} \quad (-)$$

met:

$\eta$  de vermenigvuldiger uit Tabel [23]. Deze vermenigvuldiger houdt rekening met extra regelingsverliezen en de verliezen als gevolg van temperatuurstratificatie, (-);

$Q_{heat,net,sec i,m}$  de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{rad,sec i,m}$  het maandelijkse extra warmteverlies achter de radiatoren van energiesector i, in MJ.

**Tabel [23]: Vermenigvuldiger  $\eta$**

| Centrale verwarming met warm water |                                                       |                        |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|
| regeling van de binnentemperatuur  | regeling van de vertrektemperatuur van het kringwater |                        |
|                                    | constante instelwaarde                                | variabele instelwaarde |
| temperatuurgestuurd per ruimte     | 0,92                                                  | 0,94                   |
| andere                             | 0,90                                                  | 0,92                   |

#### D.4 Vloerverwarming

Bereken het maandelijkse extra warmteverlies doorheen de vloeren van energiesector  $i$  ( $\Delta Q_{fl,h,sec\ i,m}$ ) als:

$$\text{Eq. 215 } \Delta Q_{fl,h,sec\ i,m} = (\theta_{c,sec\ i,m} - 18) \times t_{heat,sec\ i,m} \times \sum_j (U_{f,j}^* \times A_{f,j}) \quad (\text{MJ})$$

met:

$\theta_{c,sec\ i,m}$  de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector  $i$  tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens § D.2, in °C;

$t_{heat,sec\ i,m}$  de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector  $i$ , bepaald volgens § D.1, in Ms;

$A_{f,j}$  de vloeroppervlakte ingenomen door vloerverwarming  $j$ , a rato van het deel van deze vloer waardoorheen transmissieverliezen optreden, in m<sup>2</sup>;

$U_{f,j}^*$  de equivalente U-waarde van de vloer onder de vloerverwarming  $j$ , gelijk aan:

- in geval van vloeren op volle grond:

$$\text{Eq. 216 } \frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0,75 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$$

met:

$U_{f,j}$  de U-waarde van de vloer gerekend vanaf de binnenomgeving tot aan het scheidingsvlak met de grond, in W/(m<sup>2</sup>·K).

- in geval van vloeren boven een kelder of kruipkelder:

$$\text{Eq. 217 } \frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$$

waarbij  $U_{f,j}$ ,  $U_{g,j}$  en  $U_{x,j}$  berekend worden volgens bijlage B.1 bij dit besluit, in W/(m<sup>2</sup>·K).

- in geval van vloeren in contact met de buitenlucht:

$$\text{Eq. 218 } \frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$$

met:

$U_{f,j}$  de warmtedoorgangscoefficiënt van de vloer van binnenomgeving tot buitenlucht, berekend volgens bijlage B.1 bij dit besluit, in W/(m<sup>2</sup>·K).

Er dient gesommeerd te worden over alle vloerverwarmingen  $j$  van energiesector  $i$ , die ingebed zijn in uitwendige scheidingsconstructies.

Stel het maandelijkse afgiffterendement voor energiesector  $i$  ( $\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ ) gelijk aan:

$$\text{Eq. 219 } \eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}} \quad (-)$$

met:

$\eta$  de vermenigvuldiger uit ;

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$  de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector  $i$ , in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$  het maandelijkse extra warmteverlies door de vloeren in energiesector  $i$ , in MJ.

#### D.5 Muurverwarming

Bereken het maandelijkse extra warmteverlies via de muren van energiesector  $i$  ( $\Delta Q_{wall,h,sec\ i,m}$ ) als

$$\text{Eq. 220 } \Delta Q_{wall,h,sec\ i,m} = (\theta_{c,sec\ i,m} - 18) \cdot t_{heat,sec\ i,m} \cdot \sum_j (U_{wall,j}^* \cdot A_{wall,j}) \quad (MJ)$$

met:

$\theta_{c,sec\ i,m}$  de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering van energiesector  $i$  tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens d.2, in °C;

$t_{heat,sec\ i,m}$  de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector  $i$ , bepaald volgens d.1, in Ms;

$A_{wall,j}$  de oppervlakte van de uitwendige verticale scheidingsconstructie  $j$ , achter het vlak met de muurverwarming, in m<sup>2</sup>;

$U_{wall,j}^*$  de equivalente warmtedoorgangscoefficiënt van de uitwendige verticale scheidingsconstructie  $j$  achter het vlak met de muurverwarming, gegeven door:

$$\text{Eq. 221 } U_{wall,j}^* = \frac{1}{1/U_{wall,j} - 0,175} \quad (W/(m^2.K))$$

met:

$U_{wall,j}$  de warmtedoorgangscoefficiënt van de uitwendige verticale scheidingsconstructie  $j$  achter het element.

Er dient gesommeerd te worden over alle uitwendige verticale scheidingsconstructies  $j$  van energiesector  $i$ , waarin muurverwarming ingebed is.

Stel het maandelijkse afgiffterendement voor energiesector  $i$  ( $\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ ) gelijk aan:

$$\text{Eq. 222 } \eta_{em,heat,sec\ i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec\ i,m}}{Q_{heat,net,sec\ i,m} + \Delta Q_{wall,h,sec\ i,m}} \quad (-)$$

met:

$\eta$  de vermenigvuldiger uit Tabel [23], (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$  de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van  
energiesector  $i$ , in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{\text{wall.h,sec } i,m}$  het maandelijkse extra warmteverlies via de muren in energiesector  
 $i$ , in MJ.

## Bijlage E De verdeelverliezen

Deze bijlage is enkel van toepassing op energiesectoren die slechts door 1 enkel netwerk buiten het beschermd volume gevoed worden. Indien dat netwerk ook aan andere energiesectoren warmte levert, moet bovendien gelden dat elk van die andere energiesectoren geen gebruik maakt van een tweede, onafhankelijk netwerk buiten het beschermd volume. (Indien gans het beschermd volume 1 enkele energiesector vormt, is automatisch aan elk van deze voorwaarden voldaan.)

Eerst wordt het rendement van het ganse netwerk berekend. Dit rendement is dan van toepassing op alle energiesectoren die door dit netwerk van warmte voorzien worden, ook wanneer een energiesector slechts gebruik maakt van een gedeelte van het netwerk.

### E.1 Verdeelrendement

Het maandgemiddeld verdeelrendement,  $\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m}$ , van een energiesector  $i$  is gelijk aan het maandgemiddeld verdeelrendement van het warmteverdelingsnetwerk  $n$  dat de energiesector van warmte voorziet:

$$\text{Eq. 223 } \eta_{\text{distr,heat,sec } i,m} = \eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 224 } \eta_{\text{distr,heat,netwn},m} = \frac{Q_{\text{out,heat,netwn},m}}{Q_{\text{in,heat,netwn},m}} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 225 } Q_{\text{in,heat,netw } n,m} = Q_{\text{out,heat,netw } n,m} + Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (\text{MJ})$$

en

$$\text{Eq. 226 } Q_{\text{out,heat,netw } n,m} = \sum_i \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{out,heat,netw } n,m}$  de maandelijkse hoeveelheid warmte afgeleverd door warmteverdelingsnet  $n$  aan de energiesectoren die het netwerk bedient, in MJ;

$Q_{\text{in,heat,netw } n,m}$  de maandelijkse hoeveelheid warmte afgeleverd door de warmteopwekkingsinstallatie of door het opslagvat aan het warmteverdelingsnet  $n$ , in MJ;

$Q_{\text{distr,heat,netw } n,m}$  de maandelijkse hoeveelheid warmte verloren door warmteverdelingsnet  $n$  buiten het beschermd volume, in MJ;

$\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$  het maandelijks afgifterendement van energiesector  $i$ , bepaald volgens § 9.2.2.2 of Bijlage D van deze tekst, (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$  de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector  $i$ , in MJ, bepaald volgens § 7.2.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren  $i$  die door netwerk  $n$  bediend worden. Als het warmteverdelingsnetwerk ook energie aflevert aan gebouwdelen waarvoor geen energieprestatieberekening gebeurt, wordt het effect van deze andere gebouwdelen buiten beschouwing gelaten:

- er worden geen verliezen beschouwd van de verdelingsleidingen die enkel deze andere gebouwdelen bedienen;
- de door het netwerk afgeleverde energie aan deze andere gebouwdelen wordt ook niet beschouwd bij de berekening van de output van het netwerk.

## E.2 De warmteverliezen van het warmteverdelingsnet

Bepaal zowel in geval van waterleidingen als luchtkanalen het verdeelverlies van netwerk n als volgt:

$$\text{Eq. 227 } Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} = t_{\text{heat,netw } n,m} \cdot \sum_j (\theta_{c,\text{netw } n,m} - \theta_{\text{amb},m,j}) \cdot \left( \frac{l_j}{R_{l,j}} \right) \quad (\text{MJ})$$

met:

$t_{\text{heat,netw } n,m}$  de conventionele maandelijkse werkingstijd van warmteverdelingsnet n, in Ms. Neem de waarde ervan gelijk aan het maximum van de conventionele werkingstijden  $t_{\text{heat,sec } i,m}$  (bepaald volgens § D.1, zowel voor water- als voor luchtverwarmingssystemen) van de energiesectoren i die door het netwerk bediend worden;

$\theta_{c,\text{netw } n,m}$  de maandgemiddelde temperatuur van het fluïdum in warmteverdelingsnet n, in °C. Neem de waarde ervan gelijk aan het maximum van de maandgemiddelde fluïdumtemperaturen in de afgiftekringen van elk der energiesectoren die door het netwerk bediend worden. Deze temperaturen worden per energiesector als volgt bepaald:

- in geval van water als warmtetransporterend fluïdum: het betreft de temperatuur  $\theta_{c,\text{sec } i,m}$ , bepaald volgens § D.2 (ook indien het een ander verwarmingssysteem betreft dan radiatoren, of vloer- of muurverwarming; bv. convectoren)
- in geval van lucht als warmtetransporterend fluïdum: gebruik voor elke maand met de gemiddelde waarde gedurende het stookseizoen, gegeven door:

$$\text{Eq. 228 } \theta_{c,\text{sec } i} = 8 + 0,6 \theta_{\text{design,supply,sec } i} \quad (^\circ\text{C})$$

met:

$\theta_{\text{design,supply,sec } i}$  de ontwerpvertrektemperatuur van de lucht bij basis buitentemperatuur. Als waarde bij ontstentenis mag 50°C gehanteerd worden. Bij gebruik van een andere ontwerptemperatuur dienen gedetailleerde berekeningen van het ontwerp van het afgiftesysteem (voor elke verwarmde ruimte van energiesector i) deel uit te maken van de EPB-aangifte.

$\theta_{\text{amb},m,j}$  de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van segment j van het warmteverdelingsnet, in °C:

- indien het segment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt:

$$\text{Eq. 229 } \theta_{\text{amb},m,j} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m};$$

- indien het segment buiten ligt, geldt:

$$\text{Eq. 230 } \theta_{\text{amb},m,j} = \theta_{e,m};$$

waarin:

$\theta_{e,m}$  de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens § Tabel [1];

$l_j$  de lengte van segment j, in m;

$R_{l,j}$  de lineaire warmteweerstand van segment  $j$ , in mK/W, bepaald volgens § E.3.

Er dient gesommeerd te worden over alle segmenten  $j$  van warmteverdelingsnetwerk  $n$  buiten het beschermd volume.

### E.3 Bepaling van de lineaire warmteweerstand

De lineaire warmteweerstand geeft de warmtestroom van een segment van het warmteverdelingsnet per eenheid lengte en per graad temperatuursverschil.

Ze kan in detail berekend worden als invoer voor bovenstaande berekeningen. Daarbij dient als basis de vergelijking uit Eq. 230 genomen te worden, waarbij de factor 0,6 vervangen wordt door 1; er moet bovendien rekening gehouden worden met het koudebruggeffect van ophangingen, afstandshouders, flenzen, enz. Ook alle speciale en/of niet geïsoleerde segmenten dienen in dit geval als aparte segmenten ingerekend te worden: afsluitkranen, regelaars, ev. ongeïsoleerde bochten, enz.

Indien geen detailberekening uitgevoerd wordt, dienen onderstaande vergelijkingen gebruikt te worden. Deze zijn gebaseerd op de norm NBN EN ISO 12241.

De vermenigvuldiger 0,6 houdt er rekening mee dat, als gevolg van uitvoeringsslordigheden en koudebruggen, de reële verliezen hoger zijn dan ingeval van perfecte isolatie. De interne warmteovergangsweerstand en de eigen weerstand van de leiding zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

Voor meerschallige isolatiemantels wordt direct naar deze norm verwezen, waarbij rekening moet gehouden worden met dezelfde reductiefactor van 0,6 als hieronder gebruikt is.

#### E.3.1 Ronde leidingen en kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand  $R_{l,j}$  van segment  $j$  als:

$$\text{Eq. 230 } R_{l,j} = \frac{0,6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{se,j}\pi D_{e,j}} \quad (\text{m.K/W})$$

met:

- $\lambda_{\text{insul},j}$  de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment  $j$ , in W/(m.K);
- $D_{e,j}$  de buitendiameter van de isolatie, in m;
- $D_{i,j}$  de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in m;
- $h_{se,j}$  de totale (convectieve + radiatieve) externe warmteoverdrachtscoëfficiënt van het segment  $j$ , in W/(m<sup>2</sup>.K), gelijk te nemen aan:
  - binnen het beschermd volume:  $h_{se,j} = 8$ ;
  - in aangrenzende onverwarmde ruimte:  $h_{se,j} = 10$ ;
  - buiten:  $h_{se,j} = 25$ .

De vermenigvuldiger 0,6 houdt er rekening mee dat, als gevolg van koudebruggen en van het niet isoleren van kranen, ev. bochten, enz. de reële verliezen hoger zijn dan ingeval van perfecte isolatie. De interne warmteovergangsweerstand en de eigen weerstand van de leiding of het kanaal zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

### E.3.2 Rechthoekige kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand  $R_{l,j}$  van segment  $j$  als:

$$\text{Eq. 232} \quad R_{l,j} = \frac{0,6 \cdot d_{\text{insul},j}}{2 \cdot \lambda_{\text{insul},j} \cdot (H_j + B_j - 2 \cdot d_{\text{insul},j})} + \frac{1}{2 \cdot h_{\text{se},j} \cdot (H_j + B_j)} \quad (\text{m.K/W})$$

met:

|                            |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\lambda_{\text{insul},j}$ | de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment $j$ , in $\text{W}/(\text{m.K})$ ;                                                            |
| $d_{\text{insul},j}$       | de dikte van de warmte-isolatie rond het kanaal, in $\text{m}$ ;                                                                                                 |
| $H_j$                      | de hoogte van het geïsoleerd kanaal (buitenafmeting), in $\text{m}$ ;                                                                                            |
| $B_j$                      | de breedte van het geïsoleerd kanaal (buitenafmeting), in $\text{m}$ ;                                                                                           |
| $h_{\text{se},j}$          | de totale (convectieve + radiatieve) externe warmteoverdrachtscoëfficiënt van het segment $j$ , in $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ , zoals vastgelegd in E.3.1. |

De vermenigvuldiger 0,6 houdt er rekening mee dat, als gevolg van uitvoeringsslordigheden en koudebruggen, de reële verliezen hoger zijn dan ingeval van perfecte isolatie. De interne warmteovergangsweerstand en de eigen weerstand van het kanaal zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

### E.3.3 Ondergrondse leidingen

Bereken de lineaire warmteweerstand  $R_{l,j}$  van segment  $j$  als:

$$\text{Eq. 233} \quad R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E \quad (\text{m.K/W})$$

met:

$$\text{Eq. 234} \quad R'_{l,j} = \frac{0,6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

en:

$$\text{Eq. 235} \quad R_E = \frac{1}{2\pi\lambda_E} \text{arcosh}\left(\frac{2H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

met:

|                            |                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\lambda_{\text{insul},j}$ | de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment $j$ , in $\text{W}/(\text{m.K})$ ;            |
| $D_{e,j}$                  | de buitendiameter van de geïsoleerde leiding, in $\text{m}$ ;                                                    |
| $D_{i,j}$                  | de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in $\text{m}$ ;                                                  |
| $\lambda_E$                | de warmtegeleidingscoëfficiënt van de omgevende bodem. Neem als waarde: $\lambda_E = 2 \text{ W}/(\text{m.K})$ ; |

$H_{E,j}$  de afstand tussen het middelpunt van de leiding en het grondoppervlak, in m.

De vermenigvuldiger 0,6 houdt er rekening mee dat, als gevolg van uitvoeringsslordigheden en koudebruggen, de reële verliezen hoger zijn dan ingeval van perfecte isolatie. De interne warmteovergangsweerstand en de eigen weerstand van de leiding zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

## Bijlage F Factoren vastgelegd voor de energievectoren

Voor de bepaling van de conventionele omrekenfactor naar primaire energie worden twee gevallen onderscheiden:

- in geval van aansluiting op een systeem van externe warmtelevering:  $f_p = f_{p, dh}$  de equivalente primaire energiefactor van dat systeem, in detail te bepalen volgens door de minister bepaalde regels en bij ontstentenis gelijk aan 2,0, (-);
- in andere gevallen: de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit, (-).

**Tabel [29]: Conversiefactoren naar primaire energie, verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde et CO<sub>2</sub>-factor per energievector**

| Brandstof                                                       | $f_p$             | $f_{NCV/GCV}$ | $f_{CO_2}$ |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|------------|
| aardgas                                                         | 1,00              | 0,90          | 0,056      |
| gasolie                                                         | 1,00              | 0,94          | 0,073      |
| propaan/butaan/LPG                                              | 1,00              | 0,92          | 0,062      |
| kolen                                                           | 1,00              | 0,96          | 0,093      |
| hout                                                            | 1,00              | 0,93          | 0          |
| houtpellets/houtbriketten                                       | 1,00              | 0,91          | 0          |
| electriciteit                                                   | 2,50              | 1,00          | 0,179      |
| Geproduceerde elektriciteit door een fotovoltaïsche installatie | 2,50              | 1,00          | 0,179      |
| Geproduceerde elektriciteit door een WKK-installatie            | 2,50              | 1,00          | 0,179      |
| andere brandstoffen (1)                                         | gelijkwaardigheid |               |            |

(1) Voor brandstoffen die nog niet expliciet in de tabel vermeld zijn, kan de minister de toe te passen waarde bepalen.

## Bijlage G Bepaling van het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat

Bepaal het thermisch rendement  $\eta_{\text{test}}$  van een warmteterugwinapparaat op basis van de temperatuursverhoudingen uit een proef zoals in deze bijlage beschreven. Als waarde bij ontstentenis voor het thermisch rendement geldt voor alle debieten de waarde nul.

Er wordt verwezen naar de norm NBN EN 308 voor de definities van de categorieën van warmteterugwinapparaten en voor de conventies m.b.t. de nummering van de posities.

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement vastleggen.

### G.1 Meting

De proef moet uitgevoerd worden overeenkomstig de meetvereisten van § 5.5 en § 6.4 van de norm NBN EN 308 met uitzondering van de volgende punten:

- De proef moet uitgevoerd worden op het volledige (incl. omkasting, ventilatoren, enz.), ongewijzigde warmteterugwinapparaat. Zo mag voor de proef bv. geen extra warmte-isolatie aangebracht worden.
- Er is geen vereiste betreffende de thermische balans (cfr. § 6.6 van de norm NBN EN 308).
- Er is geen vereiste betreffende de interne en externe lekken.
- Er wordt niet geëist dat de proef uitgevoerd wordt voor de verschillende combinaties van debieten van toevoerlucht en afvoerlucht zoals voorgeschreven door de norm, maar wel:
  - Voor één of meerdere debieten naar keuze. Het toepassingsbereik van het eindresultaat hangt wel af van het debiet van de proef (zie hoofdtekst).
  - Bij voorkeur met een zo goed mogelijk evenwicht tussen de volumedebieten van de toevoer- en afvoerlucht.
- Het is enkel de proef bij de luchtinlaat omstandigheden zoals vastgelegd in onderstaande tabel uit de norm NBN EN 308 die beschouwd moet worden. Metingen bij andere temperaturen zijn niet geldig als basis voor de bepaling van het thermisch rendement zoals hieronder beschreven.

**Tabel [26]: Categorie van warmteterugwinapparaat**

| Categorie van warmteterugwinapparaat<br>(zie definities in NBN EN 308) | I<br>II<br>IIIa | IIIb |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|
| temperatuur van de afvoerlucht                                         | 25°C            | 25°C |
| natte bol temperatuur van de afvoerlucht                               | < 14°C          | 18°C |
| temperatuur van de buitenlucht                                         | 5°C             | 5°C  |
| natte bol temperatuur van de buitenlucht                               |                 | 3°C  |

Het proefverslag moet minstens de volgende meetgegevens bevatten:

- de gemeten temperaturen aan alle in- en uitgangen van het warmteterugwinapparaat: de temperatuur van de buitenlucht ( $t_{21}$ ), van de

toevoerlucht ( $t_{22}$ ), van de afvoerlucht ( $t_{11}$ ) en van de afgevoerde lucht ( $t_{12}$ ), in °C;

- de gemeten volumedebieten van de toevoerlucht ( $q_{v22}$ ) en van de afvoerlucht ( $q_{v11}$ ), in m<sup>3</sup>/h;
- het gemeten totale elektrische vermogen opgenomen door het warmteterugwinapparaat tijdens de proef ( $P_{elec,ahu,test}$ ), in W. Het betreft het totale elektrische vermogen van het ganse apparaat voor alle ventilatoren, alle regelingen, enz.
- de positie van de ventilatoren ten opzichte van de warmtewisselaar in het geteste apparaat.

## G.2 Berekening

Het volumedebiet van de proef,  $q_{v,test}$ , wordt gedefinieerd als het kleinste van de volumedebieten van de afvoerlucht ( $q_{v11}$ ) en van de toevoerlucht ( $q_{v22}$ ) tijdens de proef.

Het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 236 } \eta_{test} = \frac{(\eta_{t,sup} + \eta_{t,eha})}{2} \quad (-)$$

De temperatuursverhoudingen langs de toevoerszijde ( $\eta_{t,sup}$ ) en langs de afvoerszijde ( $\eta_{t,eha}$ ) worden berekend aan de hand van de tijdens de proef gemeten temperaturen en bij conventie als volgt gecorrigeerd voor de warmte afkomstig van het elektrisch energieverbruik:

$$\text{Eq. 237 } \eta_{t,sup} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 238 } \eta_{t,eha} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Hierbij worden de temperatuursverschillen overeenkomstig de positie van de ventilatoren bij conventie berekend volgens § één van de 4 configuraties in de onderstaande tabel:

**Tabel [27]: Formules voor de berekening van de temperatuursverschillen overeenkomstig de positie van de ventilatoren**

|                    |                                 | Afvoerventilator                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                 | In de positie afvoerlucht (11)                                                                                                                                                        | In de positie afgevoerde lucht (12)                                                                                                                                                   |
| Toevoer ventilator | In de positie buitenlucht (21)  | $\Delta t_{11} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$ | $\Delta t_{12} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$ |
|                    | In de positie toevoerlucht (22) | $\Delta t_{11} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$ | $\Delta t_{12} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$ |

Voor een gegeven warmteterugwinapparaat mogen er meerdere proeven bij verschillende debieten uitgevoerd worden. Bij elk thermisch rendement hoort een proefdebiet, dat het toepassingsbereik beperkt (zie hoofdtekst).

Gezien om gevoegd te worden bij het besluit van de Waalse regering van 19 november 2015 tot uitvoering van het decreet van 28 november 2013 betreffende de energie prestatie van gebouwen.

Namur, de 19 november 2015.

De Minister-President,

P. MAGNETTE

De Minister van Lokale Overheden, van de Stad, Huisvesting en Energie,

P. FURLAN