

Bijlage V Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van woongebouwen

bvr 19/07/2013 b.s. 8/10/2013

bvr 29/11/2013 b.s. 28/01/2014

Deze bijlage is enkel van toepassing op dossiers waarvan melding gedaan wordt of de stedenbouwkundige vergunning aangevraagd wordt vanaf 1 januari 2014 t.e.m. 31 december 2015.

Inhoud

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Normatieve verwijzingen | 6 |
| 2 | Definities | 7 |
| 3 | Symbolen, afkortingen en indices | 11 |
| 3.1 | Symbolen en afkortingen | 11 |
| 3.2 | Indices | 14 |
| 4 | Opbouw van de methode | 18 |
| 5 | Schematisering van het gebouw | 19 |
| 5.1 | Principe | 19 |
| 5.2 | Opdeling van het gebouw | 19 |
| 5.3 | Opdeling van het 'EPW-volume' in ventilatiezones en energiesectoren | 21 |
| 5.3.1 | Principe..... | 21 |
| 5.3.2 | Verdeling in ventilatiezones en energiesectoren..... | 21 |
| 5.3.3 | Volume en oppervlakten van scheidingsconstructies van een energiesector | 22 |
| 5.3.4 | Afwezigheid van een verwarmingssysteem..... | 22 |
| 6 | Het peil van primair energieverbruik | 23 |
| 7 | Netto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater | 24 |
| 7.1 | Principe | 24 |
| 7.2 | Maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector | 24 |
| 7.3 | Maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater | 25 |
| 7.4 | Maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie | 27 |
| 7.4.1 | Principe..... | 27 |
| 7.4.2 | Rekenregel..... | 27 |
| 7.5 | Maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie | 27 |
| 7.6 | Benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten | 28 |
| 7.7 | Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie | 30 |
| 7.7.1 | Principe..... | 30 |

| | | |
|--------|---|----|
| 7.7.2 | Rekenregel..... | 30 |
| 7.8 | Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie | 32 |
| 7.8.1 | Principe..... | 32 |
| 7.8.2 | Rekenregel..... | 32 |
| 7.8.3 | Warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie..... | 33 |
| 7.8.4 | Warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie..... | 35 |
| 7.8.5 | Warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie..... | 37 |
| 7.8.6 | Warmteoverdrachtscoëfficiënt door manueel openen van opengaande delen | 38 |
| 7.9 | Maandelijkse interne warmtewinsten | 39 |
| 7.9.1 | Principe..... | 39 |
| 7.9.2 | Rekenregel..... | 39 |
| 7.10 | Maandelijkse zonnewinsten..... | 40 |
| 7.10.1 | Principe..... | 40 |
| 7.10.2 | Rekenregel..... | 40 |
| 7.10.3 | Zonnewinsten door een venster | 41 |
| 7.10.4 | Zonnewinsten door een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem | 45 |
| 7.11 | Jaarlijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming..... | 46 |
| 8 | Oververhitting en koeling | 47 |
| 8.1 | Principe | 47 |
| 8.2 | Bepaling van de oververhittingsindicator | 48 |
| 8.3 | Conventionele waarschijnlijkheid op de plaatsing van actieve koeling | 50 |
| 8.4 | Koeling | 51 |
| 9 | Bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater | 53 |
| 9.1 | Vooraf | 53 |
| 9.2 | Maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming | 54 |
| 9.2.1 | Principe..... | 54 |
| 9.2.2 | Maandgemiddeld systeemrendement..... | 55 |
| 9.3 | Maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater | 58 |
| 9.3.1 | Principe..... | 58 |
| 9.3.2 | Systeemrendement voor warm tapwater..... | 59 |
| 10 | Eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en koeling ... | 62 |
| 10.1 | Vooraf..... | 62 |
| 10.2 | Maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming..... | 62 |
| 10.2.1 | Principe..... | 62 |
| 10.2.2 | Rekenregel..... | 62 |
| 10.2.3 | Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en bevochtiging..... | 65 |

| | | |
|--------|--|----|
| 10.3 | Maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater..... | 73 |
| 10.3.1 | Principe..... | 73 |
| 10.3.2 | Rekenregel..... | 74 |
| 10.3.3 | Opwekkingsrendement voor warm tapwater..... | 75 |
| 10.4 | Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energie-systeem..... | 78 |
| 10.4.1 | Ruimteverwarming en warm tapwater..... | 79 |
| 10.4.2 | Warm tapwater..... | 81 |
| 10.5 | Equivalent maandelijks energieverbruik voor koeling..... | 82 |
| 11 | Maandelijks hulpenergieverbruik..... | 82 |
| 11.1 | Maandelijks energieverbruik voor de hulpfuncties..... | 82 |
| 11.1.1 | Principe..... | 82 |
| 11.1.2 | Rekenregel voor elektrisch hulpenergieverbruik voor ruimteverwarming..... | 82 |
| 11.1.3 | Rekenregel voor het energieverbruik van waakvlammen..... | 84 |
| 11.2 | Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren..... | 84 |
| 11.2.1 | Principe..... | 84 |
| 11.2.2 | Ventilatoren die enkel voor hygiënische ventilatie dienen..... | 85 |
| 11.2.3 | Ventilatoren die voor luchtverwarming dienen (al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie)..... | 87 |
| 11.3 | Maandelijks elektriciteitsverbruik voor het voorcoelen van de toevoerlucht..... | 90 |
| 11.3.1 | Elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar..... | 90 |
| 11.3.2 | Elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling..... | 91 |
| 12 | Maandelijkse elektriciteitsproductie van perceelsgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen en warmtekrachtkoppeling..... | 92 |
| 12.1 | Fotovoltaïsche zonne-energiesystemen..... | 92 |
| 12.1.1 | Principe..... | 92 |
| 12.1.2 | Rekenregel..... | 92 |
| 12.1.3 | Correctiefactor voor beschaduwning..... | 93 |
| 12.2 | Warmtekrachtkoppeling..... | 93 |
| 12.2.1 | Principe..... | 93 |
| 12.2.2 | Elektriciteitsproductie..... | 94 |
| 13 | Primair energieverbruik..... | 95 |
| 13.1 | Vooraf..... | 95 |
| 13.2 | Het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik..... | 95 |
| 13.3 | Het primair energieverbruik voor ruimteverwarming..... | 96 |
| 13.4 | Het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater... | 96 |
| 13.5 | Het primair hulpenergieverbruik..... | 97 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 13.6 | Het equivalent primair energieverbruik voor koeling..... | 97 |
| 13.7 | De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen | 98 |
| 13.8 | De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden warmtekrachtkoppeling | 98 |
| 14 | Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte en/of gebruikte hernieuwbare energie per m ² bruikbare vloeroppervlakte in het 'EPW-volume' | 100 |
| 14.1 | Inleiding..... | 100 |
| 14.2 | Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie 100 | |
| 14.3 | Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte hernieuwbare energie door warmtepompen | 101 |
| 14.4 | Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen | 101 |
| 14.5 | Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door biomassa | 102 |
| 14.6 | Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door thermische zonne-energiesystemen | 103 |
| 14.7 | Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie via externe warmtelevering | 103 |
| Bijlage A | Behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten (AOR) | 105 |
| Bijlage B | Het hygiënische ventilatiedebiet | 107 |
| B.1 | Bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{sec\ i}$ voor het debiet | 108 |
| B.1.1 | Natuurlijke ventilatie | 109 |
| B.1.2 | Mechanische toevoerventilatie | 111 |
| B.1.3 | Mechanische afvoerventilatie | 114 |
| B.1.4 | Mechanische toe- en afvoerventilatie | 116 |
| B.2 | Reductiefactor voor voorverwarming | 117 |
| B.3 | Voorkoeling van ventilatielucht | 121 |
| B.3.1 | Rekenregel | 121 |
| B.3.2 | Aarde-water warmtewisselaar | 122 |
| B.3.3 | Verdampingskoeling | 127 |
| Bijlage C | De maandelijkse bezonning | 129 |
| C.1 | Inleiding | 129 |
| C.2 | Schematisering van de beschaduwning | 129 |
| C.3 | Maandelijkse bezonning op een onbeschaduwd vlak | 130 |
| C.4 | Maandelijkse bezonning op een beschaduwd vlak | 134 |
| C.4.1 | Voor een horizonhoek $\alpha_h \leq 60^\circ$ | 134 |
| C.4.2 | Voor een horizonhoek $\alpha_h > 60^\circ$ | 136 |
| C.5 | Gebruiksfactor $a_{c,m,j}$: tabellen | 139 |
| Bijlage D | Het afgifterendement | 148 |

| | | |
|--|---|------------|
| D.1 | Conventionele werkingstijd van het systeem van warmteafgifte | 148 |
| D.2 | Gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring | 148 |
| D.3 | Radiatoren | 149 |
| D.4 | Vloerverwarming | 151 |
| D.5 | Muurverwarming | 152 |
| Bijlage E | De verdeelverliezen | 154 |
| E.1 | Verdeelrendement | 154 |
| E.2 | De warmteverliezen van het warmteverdelingsnet | 155 |
| E.3 | Bepaling van de lineaire warmteweerstand | 156 |
| E.3.1 | Ronde leidingen en kanalen | 157 |
| E.3.2 | Rechthoekige kanalen | 157 |
| E.3.3 | Ondergrondse leidingen | 158 |
| Bijlage F | Verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van verschillende brandstoffen..... | 159 |
| Bijlage G | Bepaling van het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat..... | 160 |
| G.1 | Meting | 160 |
| G.2 | Berekening | 161 |
| De minister-president van de Vlaamse Regering, | | 162 |
| Kris PEETERS | | 162 |
| De Vlaamse minister van Energie, Wonen, Steden en Sociale Economie, | | 162 |

Voorwoord

Deze bijlage beschrijft de methode voor het bepalen van het peil van primair energieverbruik (E-peil) van een woongebouw. In het E-peil komen zowel het gebouw als de installaties voor ruimteverwarming, ventilatie, warm tapwater, koeling en het gebruik van duurzame energie tussen. Deze combinatie van bouwkundige mogelijkheden, installatietechnische keuzen en duurzame energieopwekking laat de ontwerper toe de meest geschikte middelen aan te wenden om aan de opgelegde eis te voldoen.

De minister kan bijkomende specificaties vastleggen om de impact van atria of geventileerde dubbele gevels op de energiestaat van het 'EPW-volume' te bepalen.

1 Normatieve verwijzingen

De bijlagen V t.e.m. IX bij dit besluit verwijzen naar volgende normen. Enkel de normversie met de geciteerde datum is van toepassing, tenzij de minister expliciet een andere versie ter vervanging aanduidt. De normatieve verwijzingen in bijlage X worden in die bijlage zelf opgesomd.

| | |
|-----------------------|--|
| ARI Standard 560:2000 | Absorption water chilling and water heating packages (ARI: Air-Conditioning and Refrigeration Institute) |
| ISO 15099:2003 | Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations |
| NBN D 50-001:1991 | Ventilatievoorzieningen in woongebouwen |
| NBN EN 308:1997 | Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices |
| NBN EN 410:2011 | Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing |
| NBN EN 1027:2000 | Windows and doors - Watertightness - Test method |
| NBN EN 12309-2:2000 | Gas-fired absorption and adsorption air-conditioning and/or heat pump appliances with a net heat input not exceeding 70 kW - Part 2: Rational use of energy |
| NBN EN 13141-1:2004 | Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 1: Externally and internally mounted air transfer devices. |
| NBN EN 13363-1:2007 | Solar protection devices combined with glazing. Calculation of solar and light transmittance - Part 1: Simplified method |
| NBN EN 13363-2:2005 | Solar protection devices combined with glazing - Calculation of solar and light transmittance - Part 2: Detailed calculation method |
| NBN EN 13829:2001 | Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method |

| | |
|-----------------------|---|
| NBN EN 14134:2004 | Ventilation for buildings - Performance testing and installation checks of residential ventilation systems |
| NBN EN 14511:2011 | Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling |
| NBN EN 60034-1:2010 | Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance |
| NBN EN 60904-1:2007 | Photovoltaic devices - Part 1: measurement of photovoltaic current-voltage characteristics. |
| NBN EN ISO 10211:2008 | Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations |
| NBN EN 15251:2007 | Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics |
| NBN EN ISO 12241:1998 | Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules |
| NBN EN ISO 13789:2008 | Thermal performance of buildings - Transmission and ventilation heat transfer coefficients - Calculation method |
| NBN EN ISO 13790:2004 | Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832) |
| NBN EN ISO 14683:2008 | Thermal bridges in building construction - Linear thermal transmittance - Simplified methods and default values |

2 Definities

- **Aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR):** een aangrenzende ruimte die buiten een beschermd volume gelegen is en niet verwarmd wordt.
- **Aangrenzende verwarmde ruimte (AVR):** een aangrenzende ruimte die binnen een beschermd volume gelegen is. Bij de bepaling van de energieprestatie wordt aangenomen dat er geen warmteuitwisseling met dergelijke ruimten optreedt. Er kunnen 3 verschillende contexten onderscheiden worden:
 - AVR grenzend aan het beschermd volume dat men beschouwt. Bijvoorbeeld een ruimte gelegen binnen het beschermd volume van een bestaand gebouw op een belendend perceel of van een bestaand gebouwdeel op eigen perceel. Dit laatste geval kan bv. van toepassing zijn bij een uitbreiding van een gebouw.
 - AVR grenzend aan het 'EP-volume' dat men beschouwt. Bijvoorbeeld:
 - een ruimte gelegen in een aangrenzend 'EP-volume' (binnen het eigen beschermd volume),

- of een andere ruimte (waaraan geen energieprestatie-eisen gesteld worden) gelegen binnen het eigen beschermd volume (bv. een gemeenschappelijke traphal in een appartementsgebouw, ...),
- of nog, een ruimte gelegen in een aanpalend beschermd volume.
- AVR grenzend aan de energiesector die men beschouwt. Bijvoorbeeld
 - een ruimte gelegen in een aangrenzende energiesector (binnen het eigen 'EP-volume'),
 - of een ruimte gelegen in een aangrenzend 'EP-volume',
 - of een andere ruimte gelegen binnen het eigen beschermd volume,
 - of nog, een ruimte gelegen in een aanpalend beschermd volume.

OPMERKING: zie ook 5.2 voor conventies m.b.t. ruimten in bestaande aanpalende gebouwen of gebouwdelen.

- **Benuttingsfactor van de warmtewinsten:** fractie van de warmtewinsten door bezonning en interne bronnen, die voor een afname van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming in het beschermd volume zorgt.
- **Beschermd volume:** het volume van alle ruimten in een gebouw dat thermisch afgeschermd wordt van de buitenomgeving (lucht of water), de grond en alle aangrenzende ruimten die niet tot een beschermd volume behoren.
- **Bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming:** energie die door de warmteopwekkingsinstallatie voor ruimteverwarming aan het verdeelsysteem (of opslagsysteem) voor ruimteverwarming wordt overgedragen.
- **Bruto energiebehoefte voor warm tapwater:** energie die door de warmteopwekkingsinstallatie voor warm tapwater aan het verdeelsysteem voor warm tapwater wordt overgedragen.
- **Buitentemperatuur:** de gemiddelde temperatuur van de buitenlucht over een bepaalde periode, in deze bijlage 1 maand.
- **Centrale verwarming:** installatie voor verwarming waarbij een warmtetransporterend fluidum de opgewekte warmte naar meer dan één ruimte binnen het beschermd volume transporteert.
- **Collectieve verwarming:** installatie bedoeld voor de verwarming van meer dan één wooneenheid of meer dan één woongebouw.
- **Deellastrendement:** het opwekkingsrendement van een installatie onder gedeeltelijke belasting.
- **Energiesector:** een geheel van ruimten van het beschermd volume die:
 - tot dezelfde ventilatiezone behoren;
 - van hetzelfde type warmteafgiftesysteem voorzien zijn (tenzij, in geval van centrale verwarming, met het slechtste afgifterendement gerekend wordt);
 - en verwarmd worden met hetzelfde opwekkingstoestel (of desgevallend dezelfde combinatie van opwekkingstoestellen).
- **Energieverbruik voor verwarming:** eindenergie nodig om de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming te dekken.

- **Energieverbruik voor warm tapwater:** eindenergie nodig om de bruto energiebehoefte voor warm tapwater te dekken.
- **EP-volume:** een gebouw of deel van een gebouw waarvoor de energieprestatie bepaald wordt. Er worden 2 types onderscheiden:
 - EPW-volume: een woning of wooneenheid waarvoor de energieprestatie bepaald wordt volgens onderhavige bijlage;
 - EPU-volume: een gebouw of deel van een gebouw met een kantoor- of schoolbestemming waarvoor de energieprestatie bepaald wordt volgens bijlage VI bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoor- en schoolgebouwen).
- **Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem:** voorziening voor de opvang en omzetting van zonne-energie in elektriciteit.
- **Gebruiksoppervlakte:** de vloeroppervlakte, bepaald zoals beschreven in hoofdstuk 2 van bijlage VI bij dit besluit.
- **In/exfiltratiedebiet:** hoeveelheid buitenlucht die per tijdseenheid door infiltratie het beschermd volume of een energiesector binnenkomt.
- **Interne warmteproductie:** de warmte van personen, verlichting, ventilatoren, pompen en alle andere apparatuur, die binnen het beschermd volume vrijkomt.
- **Inwendige scheidingsconstructie:** constructie of deel van een constructie dat de scheiding vormt tussen het beschermd volume en een aangrenzende, al dan niet verwarmde ruimte.
- **Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik:** het jaarlijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming, de opwekking van warm tapwater, (fictieve) koeling, hulpfuncties, en in geval van kantoren en scholen ook verlichting, berekend volgens de methode beschreven in deze bijlage voor woongebouwen en in bijlage VI bij dit besluit voor kantoren en scholen. De primaire energiebesparing door zelfgeproduceerde elektriciteit m.b.v. een fotovoltaïsch systeem of m.b.v. een WKK-installatie wordt in mindering gebracht.
- **Karakteristieke luchtdoorlatendheid:** het luchtdebiet bij een drukverschil van 50 Pa.
- **Maximaal elektrisch vermogen van een elektromotor** (of van een elektromotor-ventilator combinatie): dit is het maximaal elektrisch vermogen dat de elektromotor (of de elektromotor-ventilator combinatie) bij continu bedrijf kan opnemen, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur. Het elektrisch vermogen wordt dus gemeten ter hoogte van de netvoeding. Continu bedrijf is gedefinieerd in NBN EN 60034-1 (Duty type S1).
- **Mechanische ventilatie:** ventilatie die door één of meerdere ventilatoren tot stand wordt gebracht.
- **Natuurlijke ventilatie:** ventilatie die onder invloed van wind en het temperatuurverschil tussen de lucht buiten en de lucht binnen tot stand komt.
- **Netto energiebehoefte voor ruimteverwarming:** energie die nodig zou zijn om het beschermd volume gedurende een zekere periode, in deze bijlage 1

maand, op binnentemperatuur te houden bij gebruik van een installatie met systeem- en opwekkingsrendement 1.

- **Netto energiebehoefte voor warm tapwater:** energie die nodig zou zijn om gedurende een zekere periode, in deze bijlage 1 maand, het warm tapwater van koud naar de gewenste temperatuur op te warmen bij gebruik van een installatie met systeem- en opwekkingsrendement 1.
- **Opaak:** geen zonnestraling doorlatend (tegenovergestelde van 'Transparant').
- **Peil van primair energieverbruik (E-peil):** verhouding tussen het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van het beschermd volume en een referentie karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik, vermenigvuldigd met 100.
- **Plaatselijke verwarming:** installatie voor ruimteverwarming waarbij de warmte wordt afgegeven in de ruimte waar zij wordt geproduceerd.
- **Prestatiecoëfficiënt (COP):** de verhouding tussen het verwarmingsvermogen en het opgenomen vermogen van een warmtepomp (coefficient of performance).
- **Opwekkingsrendement:** verhouding van de door een warmteopwekkingstoestel extern afgeleverde warmte tot de verbruikte energie.
- **Rendement van een thermisch zonne-energiesysteem:** verhouding van de maandelijks nuttige energiebijdrage tot de energie die de zon maandelijks aan het systeem levert.
- **Seizoensprestatiefactor:** de verhouding tussen de afgegeven warmte en de verbruikte energie bij een warmtepomp gedurende een zekere periode.
- **Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie:** warmteverlies per Kelvin temperatuurverschil als gevolg van het verwarmen van het luchtdebiet dat per tijdseenheid door ventilatie en infiltratie het beschermd volume binnenkomt.
- **Systeemrendement:** fractie van de opgewekte bruikbare warmte die effectief wordt benut. Het systeemrendement wordt opgesplitst in een verdelings- en een afgifterendement.
- **Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie:** warmteverlies door transmissie door een verzameling scheidingsconstructies per Kelvin temperatuurverschil tussen de omgevingen aan beide kanten ervan.
- **Thermisch zonne-energiesysteem:** voorziening voor de opvang en omzetting van zonne-energie in warmte.
- **Transparant:** zonnestraling in min of meerdere mate doorlatend, al dan niet met behoud van een helder beeld. ('Transparant' omvat dus zowel het begrip 'doorzichtig' als het begrip 'doorschijnend'.) Tegenovergestelde van 'Opaak'.
- **Uitwendige scheidingsconstructie:** constructie die of deel van een constructie dat de scheiding vormt tussen het beschermd volume en de buitenlucht, de grond of water.
- **Venster:** een scheidingsconstructie die (gedeeltelijk) lichtdoorlatend is.
- **Ventilatie-debiet:** hoeveelheid buitenlucht die per tijdseenheid door ventilatie wordt toegevoerd.

- **Ventilatiezone:** afgesloten deel van een gebouw met een onafhankelijk ventilatiesysteem.
- **Verdeelrendement:** fractie van de opgewekte warmte of koude die effectief aan de verwarmingselementen wordt geleverd. Staat bij een gebouwgebonden productie het opwekkingstoestel niet in het gebouw, dan zitten in het verdeelrendement ook de warmteverliezen van de leidingen tussen de plaats van opwekking en het gebouw.
- **Vollastrendement:** opwekkingsrendement van een warmte-opwekkingsinstallatie bij nominaal vermogen.
- **Warmtedoorgangscoefficiënt:** de warmtedoorgang door een vlak constructiedeel per eenheid van oppervlakte, eenheid van tijd en eenheid van temperatuurverschil tussen de omgevingen aan beide zijden van het deel.
- **Warmtekrachtkoppeling (WKK):** gecombineerde productie van elektriciteit en warmte.
- **Warmtelevering door derden:** levering van warmte die niet opgewekt wordt op het eigen perceel.
- **Warmtetransporterend fluidum:** een vloeistof of gas waarmee thermische energie van 1 plaats naar een andere verplaatst wordt, bv. water in een radiatorencircuit of een antivriesoplossing in een bodemwarmtewisselaar van een warmtepomp.
- **Warmteverlies:** hoeveelheid warmte die het beschermd volume gemiddeld per eenheid van tijd verliest.
- **Warmteverlies door transmissie:** het warmteverlies als gevolg van warmtetransmissie.
- **Warmteverlies door ventilatie:** het warmteverlies als gevolg van het verwarmen van het ventilatie- en infiltratiedebiet in het beschermd volume tot de door de bijlage opgelegde binnentemperatuur.
- **Warmtewinst:** som van de zonnewinsten, die via de transparante scheidingsconstructies het beschermd volume binnenkomen, en van de interne warmteproductie.
- **Zonnetoetredingsfactor van een beglazing:** de verhouding tussen de bezonningsstroom die door een beglazing naar binnen komt en de bezonningsstroom die op de beglazing invalt. In de zonnetoetredingsfactor zitten zowel de directe en de diffuse transmissie als de indirecte winsten die het gevolg zijn van de absorptie van de bezonningsstroom. Voor het onderling vergelijken van beglazingssystemen wordt om meettechnische redenen de zonnetoetredingsfactor voor loodrecht invallende directe straling gebruikt.

3 Symbolen, afkortingen en indices

3.1 Symbolen en afkortingen

| Symbool | Betekenis | Eenheden |
|---------|-----------|----------|
|---------|-----------|----------|

| | | |
|-----------|--|-----------------------|
| A | (geprojecteerde) oppervlakte | m ² |
| A | lucht (air) | |
| AOR | aangrenzend onverwarmde ruimte | |
| B | breedte | m |
| B | antivries fluidum (brijn, brine) | |
| C | compactheid | m |
| C | effectieve thermische capaciteit | J/K |
| COP | prestatiecoëfficiënt van een warmtepomp (coefficient of performance) | - |
| E | karacteristiek jaarlijks primair energieverbruik | MJ |
| E | peil van primair energieverbruik | - |
| EER | energie-efficiëntieverhouding van een koelmachine (energy efficiency ratio) | - |
| F | (reductie)factor | - |
| H | warmteoverdrachtscoëfficiënt | W/K |
| I | bezonning | MJ/m ² |
| I | indicator (voor oververhitting) | Kh |
| P | omtrek | m |
| P | vermogen | W |
| P | druk | Pa |
| Q | hoeveelheid warmte of energie | MJ |
| R | warmteweerstand | m ² .K/W |
| RF | reductiefactor | - |
| SPF | seizoensprestatiefactor | - |
| U | spanning | V |
| U | warmtedoorgangscoefficiënt | W/(m ² .K) |
| V | volume | m ³ |
| \dot{V} | luchtdebiet, ventilatiedebiet | m ³ /h |
| W | hoeveelheid elektriciteit | kWh |

| | | |
|--------------------------------------|---|-------------------|
| W | water | |
| a | coëfficiënt, numerieke parameter, gebruiksfactor | - |
| b | coëfficiënt, numerieke parameter | - |
| c | correctiefactor | - |
| c | soortelijke warmte | J/(kg.K) |
| c | coëfficiënt | - |
| d | dikte | m |
| f | factor | - |
| g | zonnetoetredingsfactor | - |
| h | hoogte | m |
| l | lengte | m |
| m | vermenigvuldigingsfactor | - |
| m | maandelijks (op maandbasis) | - |
| n | ventilatievoud | h ⁻¹ |
| q | warmtestroomdichtheid | W/m ² |
| q | volumedebiet | m ³ /h |
| r | reductiefactor, correctiefactor | - |
| t | tijd, tijdstap | s |
| z | diepte | m |
| α | absorptiecoëfficiënt | - |
| α_h | horizonhoek | graden |
| $\alpha_v, \alpha_{sL}, \alpha_{sR}$ | overstekhoeken | graden |
| γ | winst-verlies verhouding | - |
| η | rendement | - |
| λ | verlies-winst verhouding, warmtegeleidingscoëfficiënt | - , W/(m.K) |
| ω | uurhoek | graden |
| θ | temperatuur | °C |

| | | |
|--------|--------------------------------|-------------------|
| Φ | warmtestroom, vermogen | W |
| ρ | volumemassa | kg/m ³ |
| τ | tijdconstante | s |
| ψ | lijnwarmtedoorgangscoefficiënt | W/(m.K) |
| χ | invalshoek | graden |
| χ | puntwarmtedoorgangscoefficiënt | W/K |

3.2 Indices

< betekent: afgeleid van

| | | | |
|------------|--|-------|---|
| a | jaar | l | lineair |
| abs | bij afwezigheid | lam | laminaire stroming |
| adj | afstelling (< adjustment) | leak | lek, ondichtheid |
| AHU | luchtbehandelingskast (< air handling unit) | light | verlichting |
| al | luchtlaag | m | getal, aantal |
| all | alle | m | maandelijks (op maandbasis) |
| ann | jaarlijks (< annual) | max | maximaal |
| annih | vernietiging (< annihilation) | meas | gemeten |
| app | toestel (< apparatus) | mech | mechanisch |
| artif | kunstlicht | min | minimaal |
| artif area | kunstlichtdeel | mod | modulerend |
| as | actief zonne-energiesysteem (< active solar) | n | getal, aantal |
| aux | hulp(-energie) | nat | natuurlijk |
| ave | gemiddeld | NCV | onderste verbrandingswaarde (< net calorific value) |
| b | water in ketel | net | netto |

| | | | |
|---------------|---|-----------|---|
| bath | badkamer | netw | warmteverdelingsnet |
| bf | keldervloer | night | nacht |
| bio | biomassa (<biomass) | nom | nominaal |
| boiler | ketel | norm | genormaliseerd |
| bw | keldermuur | npref | niet-preferent |
| c | conventioneel | on | aan |
| C | zonnewering | oper | tijdens bedrijf |
| calc | berekend | operation | rekening houdend met beperkingen op werkingscondities |
| char | karacteristiek | out | uit |
| circ | circulatie, circulatieleiding | over | overventilatie |
| co | condensor | overh | oververhitting (< overheating) |
| cogen | warmtekracht (koppeling) | p | paneel |
| cons | verbruik | p | primair |
| constructions | scheidingsconstructies van het verliesoppervlak | pilot | waakvlam |
| cool | koeling | precool | voorkoeling |
| ct | koeltoren | pref | preferent |
| ctrl | regeling | preh | voorverwarming |
| cw | gordijngevel | pres | aanwezig |
| d | dagopening | princ | fundamenteel (< principal) |
| D | diameter | prim | primair |
| D | naar buitenlucht en water | ps | passief zonne-energiesysteem |
| D | deur | pumps | pompen |
| day | dag | pv | fotovoltaïsch (< photovoltaic) |
| dayl | daglicht | r | getal, aantal |

| | | | |
|-----------|--|---------------|--|
| dayl area | daglichtdeel | r | straling |
| def | bij ontstentenis | rad | radiator |
| demand | energievraag | RE | hernieuwbare energie (<renewable energy) |
| depth | diepte | real | reëel |
| design | ontwerp | rec | recuperatie |
| dh | externe warmtelevering (< district heating) | red, reduc | reductie |
| dif | diffuus | ref | referentie |
| dir | direct | refl | reflectie |
| distr | verdeling | req | vereist |
| duct | luchtkanaal | return | retour |
| e | buiten, extern | rm | (per) ruimte |
| E | energieprestatie | RTO | regelbare toevoeropening |
| eb | basis buitentemperatuur | s | zon, bezonning |
| eff | effectief | s | via de bodem (< soil) |
| elec | elektrisch | se | constructie uitgaande warmtestroom |
| em | afgifte (< emission) | sec | energiesector |
| en | energie | setpoint | instelpunt |
| EPR | EPW-volume | sh+wh | ruimte- en waterverwarming (< space heating + water heating) |
| ev | verdamper | shad | beschaduwd (< shaded) |
| evap | verdamping | si | constructie ingaande warmtestroom |
| excess | overtollig | sink | aanrecht |
| exh | afvoeropening | sizing | geen beperkingen op de werkingscondities |
| extr | afvoer | stack | afvoerkanaal |
| f | vloer (< floor) | stor | opslag |
| F | raamprofiel (<frame) | soil | aarde |
| fan(s) | ventilator(en) | supply | toevoer |

| | | | |
|---------|--|--------|--|
| final | eindverbruik | switch | schakel |
| fitting | armatuur | sys | (installatie-)systeem |
| flow | debiet | T | transmissie |
| fl.h | vloerverwarming | t | transparant |
| free | manueel openen van opengaande delen | te | van oppervlak tot buitenomgeving |
| free | free-chilling | test | onder testvoorwaarden |
| g | beglazing (< glazing) | th | thermisch |
| g | (warmte)winst (< gain) | thresh | drempelwaarde (< threshold) |
| g | grond | tot | totaal |
| GCV | bovenste verbrandingswaarde (<gross caloric value) | tubing | tapleidingen |
| gen | opwekking | tube | buis |
| gross | bruto | turb | turbulente stroming |
| h | hemisferische instraling | U | aangrenzende onverwarmde ruimte (< unheated) |
| h | vocht | unshad | onbeschaduwd (< unshaded) |
| heat | (ruimte-)verwarming | usable | bruikbaar |
| hr | warmteterugwinning (< heat recovery) | util | benutting |
| hor | horizontaal | V | ventilatie |
| HP | warmtepomp (< heat pump) | vent | ventilatie |
| horshad | beschaduwing door horizon (< horizon shading) | vert | verticaal |
| hum | bevochtiging | vrf | variabel koelmiddel debiet (< variable refrigerant flow) |
| hyg | hygiënisch | w | venster (< window) |
| i | intern, ranggetal | W | water |
| i | opaak deel | wall | gevel |

| | | | |
|-----------|--|--------|--|
| in | in, ingaand | wall.h | muurverwarming |
| in/exfilt | in/exfiltratie | water | warm tapwater |
| instal | geïnstalleerd | wC | met zonnewering ($<$ with curtain) |
| int | binnen | well | bron |
| insul | isolatie ($<$ insulation) | win | opengaande vensters |
| j | ranggetal | woC | zonder zonnewering ($<$ without curtain) |
| junctions | bouwknopen | ws | combinatie venster & luik |
| k | ranggetal | wt | aarde-water warmtewisselaar |
| kitchen | keuken | x | kruipruimte of kelder |
| L | lengte | z | ranggetal |
| L | warmteverlies (transmissie + ventilatie) ($<$ loss) | zone | ventilatiezone |

4 Opbouw van de methode

De bepaling van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik en het peil van primair energieverbruik (E-peil) gebeurt in een aantal stappen.

In een eerste stap worden de maandelijkse netto energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater berekend. Daarin komen de transmissieverliezen, de ventilatieverliezen, de zonnepwinsten, de interne warmtepwinsten en het verbruik van warm tapwater tussen. Los daarvan wordt een inschatting gemaakt van het risico op oververhitting.

In een tweede stap worden de maandelijkse netto energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater omgezet in maandelijkse bruto energiebehoeften. Dit gebeurt door de netto behoeften te delen door het systeemrendement van de installatie voor ruimteverwarming, respectievelijk warm tapwater.

In een derde stap wordt het maandelijkse (eind)energieverbruik voor ruimteverwarming en warm tapwater bepaald. Daarbij trekt men, indien van toepassing, de maandelijkse energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem af van de bruto energiebehoefte voor verwarming en warm tapwater. Het zo bekomen verschil wordt gedeeld door het opwekkingsrendement van de warmteopwekkingsinstallatie. Daarnaast berekent men ook het maandelijks (eind)energieverbruik voor hulpfuncties en bepaalt men het equivalente maandelijkse (eind)energieverbruik voor koeling. Indien er in het gebouw elektriciteit wordt geproduceerd d.m.v. een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem of d.m.v. warmtekrachtkoppeling, wordt de karakteristieke maandelijkse elektriciteitsproductie berekend.

In een vierde stap wordt het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik berekend. Hiertoe wordt eerst elk van de maandelijkse eindenergieverbruiken (voor ruimteverwarming, voor warm tapwater en voor hulpfuncties) vermenigvuldigd met de omrekenfactor voor primaire energie van de betreffende energiedrager om de maandelijkse primaire energieverbruiken te bekomen. Voor zelfgeproduceerde elektriciteit wordt de primaire energiebesparing gerealiseerd in de elektrische centrales berekend door vermenigvuldiging met de van toepassing zijnde omrekenfactor. Vervolgens worden de karakteristieke maandelijkse primaire energieverbruiken, verminderd met de karakteristieke maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge zelfgeproduceerde elektriciteit, gesommeerd over de 12 maanden van het jaar.

In een vijfde stap wordt, uitgaande van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik, het beschermde volume en de oppervlakte waardoorheen transmissieverliezen optreden ($A_{T,E}$), het peil van primair energieverbruik (E-peil) berekend.

Bij diverse rekenstappen bestaat de keuze tussen een 'eenvoudige benadering' en een 'meer gedetailleerde berekening'. De eenvoudige benadering steunt op waarden bij ontstentenis. De gedetailleerde berekening vraagt bijkomende invoergegevens en de aanlevering van informatie door het bedrijfsleven.

5 Schematisering van het gebouw

5.1 Principe

De energieprestatie heeft vaak betrekking op een deelvolume van een gebouw, afhankelijk van bijvoorbeeld het al dan niet verwarmd (en/of gekoeld) zijn van ruimten, de bestemming van verschillende delen en het eventueel aanwezig zijn van verschillende wooneenheden. Voor de bepaling van de energieprestatie wordt het gebouw daarom op conventionele manier opgesplitst in verschillende delen. Elk deelvolume dat op zich aan een energieprestatie-eis voor een woongebouw moet voldoen, wordt een 'EPW-volume' genoemd. Indien nodig gebeurt een verdere opsplitsing in ventilatiezones en energiesectoren om verschillende types installaties correct te kunnen inrekenen.

Opmerking

De opsplitsing van het volledig gebouw die beschouwd wordt voor de bepaling van de energieprestatie kan verschillen van de opdeling die eventueel gemaakt dient te worden voor de eis(en) van globale warmte-isolatie (industriële of niet-industriële bestemming van verschillende gebouwgedeelten). Bij het ontwerp van de ventilatievoorzieningen (zie bijlagen IX en X bij dit besluit) kan nog een andere indeling van toepassing zijn: er dient desgevallend onderscheid gemaakt te worden tussen gebouwdelen met enerzijds een residentiële en anderzijds een niet-residentiële bestemming.

5.2 Opdeling van het gebouw

Beschouw het volledige gebouw of de volledige uitbreiding (van een bestaand gebouw) en maak achtereenvolgens de volgende opdelingen:

- Definieer het beschermd volume (BV). Het BV moet minstens alle ruimten van het beschouwde gebouw of van de beschouwde uitbreiding omvatten die

voorzien zijn van warmteafgifte- en/of koudeafgifte-elementen (radiatoren, vloerverwarming, warme lucht inblaasmonden, ventiloconvectoren, enzovoort).

- Deel het beschermd volume naar gelang het geval op in 1 of meer delen met elk 1 van de volgende bestemmingen:
 - tot bewoning bestemd gebouwgedeelte: hierop zijn de energieprestatie-eisen voor woongebouwen van toepassing
 - utiliteitsbestemmingen waarvoor energieprestatie-eisen van toepassing zijn (zie bijlage VI bij dit besluit);
 - andere gebouwbestemmingen: hierop zijn geen energieprestatie-eisen van toepassing, tenzij ze beschouwd worden als onderdeel van 1 van de vorige 2 bestemmingen.
- Beschouw dat deel van het beschermd volume dat tot bewoning bestemd is.
- Ingeval dit deel in zijn geheel voor individuele of collectieve huisvesting dient, wordt dit volledig deel verder als 'EPW-volume' omschreven. Dit 'EPW-volume' moet voldoen aan de energieprestatie-eis die aan woongebouwen gesteld wordt.
- Ingeval er zich in dit deel meer dan 1 individuele wooneenheid bevindt (bv. individuele appartementen in een flatgebouw), vormt elke wooneenheid op zich een 'EPW-eenheid' dat elk op zich moet voldoen aan de energieprestatie-eis die aan woongebouwen gesteld wordt. Collectieve delen van een dergelijk gebouw (bv. gemeenschappelijke traphal en gangen) worden niet in beschouwing genomen bij de energieprestatiebepaling en dienen niet aan een energieprestatie-eis te voldoen. (Wel kunnen er andere eisen op deze collectieve delen van toepassing zijn, bv. maximale U-waarden en bijdrage tot het K-peil van het gebouw in zijn geheel).
- Enkel het energieverbruik van een 'EPW-volume' wordt beschouwd in de onderhavige bepalingsmethode. Verdeel dit volume indien nodig of indien gewenst in meerdere ventilatiezones en energiesectoren zoals beschreven in 5.3.

Opmerking:

Ruimten van het beschouwde gebouw of van de beschouwde uitbreiding die niet in het beschermd volume opgenomen zijn, zijn dus per definitie niet verwarmd.

BELANGRIJK:

In het kader van deze regelgeving mag men er steeds van uitgaan dat alle ruimten in aanpalende bestaande gebouwen verwarmde ruimten zijn (ook al is dit fysisch niet noodzakelijk zo).

Bij de bepaling van de energieprestatie wordt aangenomen dat er geen warmtestromen optreden doorheen de scheidingsconstructies naar aangrenzende verwarmde ruimten.

Afgezien van deze scheidingsconstructies met aangrenzende verwarmde ruimten, worden bij de bepaling van de energieprestatie verder wel de transmissiestromen in rekening gebracht doorheen alle andere

scheidingsconstructies van het beschermd volume, **ook al geven deze schildelen uit op een belendend perceel.**

5.3 Opdeling van het 'EPW-volume' in ventilatiezones en energiesectoren

5.3.1 Principe

Het beschermd volume van het 'EPW-volume' wordt in ventilatiezones en energiesectoren verdeeld a.d.h.v. de bovenvermelde definities, en volgens de regels hieronder.

5.3.2 Verdeling in ventilatiezones en energiesectoren

Meestal is er in het 'EPW-volume' slechts 1 ventilatie-installatie aanwezig, worden alle individuele ruimten op dezelfde manier verwarmd en zorgt 1 enkel centraal opwekkingstoestel voor de warmte. In deze gevallen is geen verdere opdeling van het 'EPW-volume' in energiesectoren nodig: het ganse 'EPW-volume' vormt in dat geval de enige ventilatiezone en enige energiesector.

Slechts indien er wel verschillende types installaties aanwezig zijn -hetgeen veel minder gebruikelijk is-, dient een opsplitsing in energiesectoren te gebeuren zoals hieronder beschreven.

Ventilatiesystemen worden opgedeeld in 4 verschillende types (zie ook bijlagen IX en X bij dit besluit):

- natuurlijke ventilatie,
- mechanische toevoerventilatie,
- mechanische afvoerventilatie,
- mechanische toe- en afvoerventilatie.

Indien in verschillende afgesloten delen van het 'EPW-volume' onafhankelijke ventilatie-installaties voorkomen, van een verschillend type volgens de indeling hierboven, dan vormt elk dergelijk deel een ventilatiezone.

Een energiesector kan zich niet over verschillende ventilatiezones uitstrekken. Er zijn dus steeds minstens even veel energiesectoren als ventilatiezones.

Indien in een ruimte plaatselijke verwarming toegepast wordt (bv. lokale elektrische weerstandsverwarming) en er ook warmteafgifte-elementen van een centraal verwarmingssysteem aanwezig zouden zijn, dan wordt bij de bepaling van de energieprestatie het centrale verwarmingssysteem in deze ruimte buiten beschouwing gelaten: er wordt enkel gekeken naar de kenmerken van het plaatselijk systeem. Voor open haarden en houtkachels, is het echter toch het centrale verwarmingssysteem dat beschouwd wordt.

Indien verschillende ruimten van de ventilatiezone op verschillende manieren verwarmd worden (na toepassing van bovenstaande conventie i.v.m.

gecombineerde centrale en plaatselijke verwarming) zodanig dat de verschillende systemen in een andere categorie vallen in Tabel 6, geeft dit aanleiding tot een verdere opdeling in energiesectoren. In geval van centrale verwarming is deze opdeling echter niet verplicht. In dat geval mag in de ganse energiesector met het slechtste afgiffterendement uit Tabel 6 gerekend worden en kan niet meer voor de gedetailleerde rekenmethode volgens Bijlage D van deze tekst geopteerd worden.

Indien ten slotte meerdere centrale warmteopwekkers verschillende delen van de ventilatiezone apart van warmte voorzien, leidt dit in principe tot een verdere opsplitsing in energiesectoren. Deze opsplitsing is echter niet nodig indien de warmteopwekkers (rekenkundig) hetzelfde opwekkingsrendement hebben (bv. in geval van het gebruik van 2 identieke verwarmingsketels voor verschillende delen van de ventilatiezone).

(Dezelfde opsplitsingsregels gelden evenzeer wanneer elk deel van de ventilatiezone door een combinatie van parallel geschakelde centrale warmteopwekkers verwarmd wordt, i.p.v. door 1 enkel toestel.)

Het verder opdelen van het 'EPW-volume' in nog meer energiesectoren is toegelaten, maar is niet verplicht. Een groter aantal energiesectoren geeft gewoonlijk aanleiding tot meer rekenwerk (extra invoergegevens nodig), maar beïnvloedt het berekend karakteristiek jaarlijks energieverbruik weinig of niet.

Indien in het 'EPW-volume' ruimten voorkomen die niet van een warmteafgiftesysteem voorzien zijn (bv. wc's, gangen, berg ruimten, ruimten die niet onmiddellijk in gebruik genomen worden zoals slaapkamers, ...), dienen deze aan een energiesector toegewezen te worden van een aangrenzende ruimte op dezelfde verdieping. Indien in de onverwarmde ruimte in kwestie geen voorzieningen voor de toevoer van verse buitenlucht aanwezig zijn maar er wel doorstroomopeningen vanuit aanpalende ruimten zijn (het betreft bv. een doorstroom- of afvoerruimte, of bv. een berg ruimte), wijs de ruimte dan toe aan (1 van) de aangrenzende energiesector(en) van waaruit de ruimte in kwestie toevoerlucht betreft.

Bepaal het karakteristiek en referentie jaarlijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' volgens de onderhavige bepalingsmethode.

5.3.3 Volume en oppervlakten van scheidingsconstructies van een energiesector

Bij de bepaling van het volume $V_{sec\ i}$ en van de oppervlakten van scheidingsconstructies (beiden op basis van de buitenafmetingen) wordt de afbakening tussen 2 energiesectoren gevormd door de hartlijn van de tussenliggende scheidingsconstructie.

5.3.4 Afwezigheid van een verwarmingssysteem

Indien het 'EPW-volume' niet verwarmd wordt, d.w.z. in het ganse 'EPW-volume' is geen enkele ruimte voorzien van een warmteafgiftesysteem, dan moet bij conventie het volgende als verwarmingssysteem beschouwd worden:

- plaatselijke elektrische convectoren met elektronische regeling in elke ruimte

6 Het peil van primair energieverbruik

Het peil van primair energieverbruik van het 'EPW-volume' wordt gegeven door de verhouding van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' tot een referentiewaarde, vermenigvuldigd met 100:

$$E = 100 \cdot \frac{E_{\text{charannprim en cons}}}{E_{\text{charannprim en cons,ref}}} \quad (-)$$

waarin:

| | |
|--|--|
| E | het peil van primair energieverbruik van het 'EPW-volume' (-); |
| $E_{\text{char ann prim en cons}}$ | het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume', berekend volgens 13.2, in MJ; |
| $E_{\text{char ann prim en cons,ref}}$ | de referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik, in MJ. |

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op 1 eenheid.

De referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik wordt gegeven door:

$$E_{\text{charannprim en cons,ref}} = a_1 \cdot A_{T,E} + a_2 \cdot \max\left(V_{\text{EPR}}; \frac{V_{\text{EPR}} + 192}{2}\right) + a_3 \cdot \dot{V}_{\text{hygref}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

| | |
|----------------------------|---|
| a_1, a_2, a_3 | constanten vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit, (-); |
| $A_{T,E}$ | de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die het 'EPW-volume' omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie ¹ (zie ook 5.2), in m ² ; |
| V_{EPR} | het totaal volume van het 'EPW-volume', in m ³ ; |
| $\dot{V}_{\text{hyg,ref}}$ | het referentie hygiënisch ventilatiedebiet in het 'EPW-volume', in m ³ /h. |

Er geldt:

$$V_{\text{EPR}} = \sum_i V_{\text{seci}} \quad (\text{m}^3)$$

en

¹ Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen het 'EPW-volume' en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E}$.

$$\dot{V}_{\text{hyg.ref}} = 1,5 \cdot [0,2 + 0,5 \cdot \exp(-V_{\text{EPR}}/500)] \cdot V_{\text{EPR}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met

V_{EPR} het volume van het 'EPW-volume', in m^3 ;

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m^3 .

In de vergelijking voor V_{EPR} moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van het 'EPW-volume'.

7 Netto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater

7.1 Principe

De netto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt per energiesector voor alle maanden van het jaar berekend. Hiertoe worden telkenmale de totale maandverliezen door transmissie en ventilatie bij een conventioneel vastgelegde temperatuur bepaald, evenals de totale maandwinsten door interne warmtewinsten en bezonning. Met behulp van de benuttingsfactor voor de warmtewinsten wordt dan de maandelijkse energiebalans opgesteld.

De maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater wordt forfaitair berekend in functie van het 'EPW-volume'. Daarbij kan in voorkomend geval rekening gehouden worden met warmteterugwinning. Enkel de volgende verbruikspunten worden beschouwd:

- de tappunten in de keuken(s)
- de douche(s) en/of het bad (of baden) in de badkamer(s)

Alle andere tappunten in het 'EPW-volume' (dus ook lavabo('s) in de badkamer) worden niet in beschouwing genomen.

7.2 Maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector

Bepaal de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector met:

als $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ groter of gelijk aan 2,5 is:

$$Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = 0 \quad [\text{MJ}]$$

als $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ kleiner dan 2,5 is:

$$Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = Q_{\text{L,heat,sec } i,m} - \eta_{\text{util,heat,sec } i,m} \cdot Q_{\text{g,heat,sec } i,m} \quad [\text{MJ}]$$

Met :

$\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i , bepaald volgens 7.6 (-);

| | |
|------------------------------------|--|
| $Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ; |
| $Q_{L,\text{heat,sec } i,m}$ | het maandelijks warmteverlies door transmissie en ventilatie van energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.4; |
| $\eta_{\text{util,heat,sec } i,m}$ | de maandelijkse benuttingsfactor van de warmtewinsten van energiesector i , bepaald volgens 7.6 (-); |
| $Q_{g,\text{heat,sec } i,m}$ | de maandelijkse warmtewinst door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.5. |

7.3 Maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater

De maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van een douche of bad i wordt gegeven door:

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m} = r_{\text{water,bath } i,\text{net}} \cdot f_{\text{bath } i} \cdot \max[64; 64 + 0,220 \cdot (V_{\text{EPR}} - 192)] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

De maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van een aanrecht i in een keuken² wordt gegeven door:

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m} = r_{\text{water,sink } i,\text{net}} \cdot f_{\text{sink } i} \cdot \max[16; 16 + 0,055 \cdot (V_{\text{EPR}} - 192)] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

met:

| | |
|---|--|
| $Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , in MJ; |
| $Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , in MJ; |
| $r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$ | een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels (-); |
| $r_{\text{water,sink } i,\text{net}}$ | een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels (-); |

² Eventuele andere warm water tappunten (bv. voor (vaat)wasmachine) worden buiten beschouwing gelaten. In voorkomend geval worden meerdere aanrechten in 1 keuken apart beschouwd.

| | |
|----------------------|---|
| $f_{\text{bath } i}$ | het aandeel van douche of bad i in de totale netto energiebehoefte voor warm tapwater van alle douches en baden in het 'EPW-volume', zoals hieronder bepaald (-); |
| $f_{\text{sink } i}$ | het aandeel van keukenaanrecht i in de totale netto energiebehoefte voor warm tapwater in de/alle keuken(s) van het 'EPW-volume', zoals hieronder bepaald (-); |
| V_{EPR} | het totaal volume van het 'EPW-volume', bepaald volgens 6, in m^3 ; |
| t_m | de lengte van de betreffende maand in Ms. |

Indien in het 'EPW-volume' geen enkele douche of bad aanwezig zou zijn³, dan wordt er hiervoor geen warm tapwater verbruik beschouwd. Analoog, indien in het 'EPW-volume' geen enkel keukenaanrecht aanwezig zou zijn³, dan wordt er ook hiervoor geen warm tapwater verbruik beschouwd.

De aandelen van de diverse tappunten worden als volgt bepaald:

$$f_{\text{bath } i} = 1/N_{\text{bath}}$$

$$f_{\text{sink } i} = 1/N_{\text{sink}}$$

met:

N_{bath} het totaal aantal douches en baden in het 'EPW-volume' (-);

N_{sink} het totaal aantal keukenaanrechten in het 'EPW-volume' (-).

Tabel 1: Het dagnummer, de maandlengte, de gemiddelde buitentemperatuur en de gemiddelde totale en diffuse bezonning op een niet beschadwd horizontaal vlak

| Maand | Karakteristieke dag | Lengte van de maand t_m (Ms) | Maand-gemiddelde buitentemperatuur $\theta_{e,m}$ ($^{\circ}\text{C}$) | $I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m^2) | $I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m^2) |
|----------|---------------------|--------------------------------------|---|---|---|
| januari | 15 | 2,6784 | 3,2 | 71,4 | 51,3 |
| februari | 46 | 2,4192 | 3,9 | 127,0 | 82,7 |
| maart | 74 | 2,6784 | 5,9 | 245,5 | 155,1 |
| april | 105 | 2,5920 | 9,2 | 371,5 | 219,2 |
| mei | 135 | 2,6784 | 13,3 | 510,0 | 293,5 |
| juni | 166 | 2,5920 | 16,2 | 532,4 | 298,1 |
| juli | 196 | 2,6784 | 17,6 | 517,8 | 305,8 |
| augustus | 227 | 2,6784 | 17,6 | 456,4 | 266,7 |

³ Bv. ingeval van een uitbreiding waaraan een energieprestatie-eis gesteld wordt.

| | | | | | |
|-----------|-----|--------|------|-------|-------|
| september | 258 | 2,5920 | 15,2 | 326,2 | 183,6 |
| oktober | 288 | 2,6784 | 11,2 | 194,2 | 118,3 |
| november | 319 | 2,5920 | 6,3 | 89,6 | 60,5 |
| december | 349 | 2,6784 | 3,5 | 54,7 | 40,2 |

7.4 Maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie

7.4.1 Principe

De maandelijkse warmteverliezen door transmissie in een energiesector worden verkregen door de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie te vermenigvuldigen met de lengte van de betreffende maand en met het verschil tussen de gemiddelde binnentemperatuur en de maandgemiddelde buitentemperatuur.

De berekening van de maandelijkse warmteverliezen door ventilatie gebeurt op analoge manier.

7.4.2 Rekenregel

Bepaal het maandelijks warmteverlies door transmissie en ventilatie als:

$$Q_{L,heat,seci,m} = Q_{T,heat,seci,m} + Q_{V,heat,seci,m} \quad (MJ)$$

met:

$$Q_{T,heat,seci,m} = H_{T,heat,seci} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (MJ)$$

$$Q_{V,heat,seci,m} = H_{V,heat,seci} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (MJ)$$

waarin:

$Q_{T,heat,sec i,m}$ het maandelijks warmteverlies door transmissie van energiesector i , in MJ;

$Q_{V,heat,sec i,m}$ het maandelijks warmteverlies door ventilatie van energiesector i , in MJ;

$H_{T,heat,sec i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens 7.7;

$H_{V,heat,sec i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens 7.8;

18 de door deze bijlage opgelegde rekenwaarde voor de binnentemperatuur, in °C;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel 1;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1.

7.5 Maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie

Bepaal de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie van energiesector i als:

$$Q_{g,heat,seci,m} = Q_{i,seci,m} + Q_{s,heat,seci,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{i,sec i, m}$ de maandelijkse warmtewinst door interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.9;

$Q_{s,heat,sec i, m}$ de maandelijkse warmtewinst door bezonning in energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.10.

7.6 Benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten

Bepaal de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten per energiesector als:

$$\eta_{util,heat,seci,m} = a/(a+1) \quad \text{voor } \gamma_{heat,sec i,m} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{util,heat,seci,m} = \frac{1 - (\gamma_{heat,seci,m})^a}{1 - (\gamma_{heat,seci,m})^{a+1}} \quad \text{voor alle overige gevallen } (-)$$

met $\gamma_{heat,seci,m} = Q_{g,heat,seci,m} / Q_{L,heat,seci,m} \quad (-)$

$$a = 1 + \frac{\tau_{heat,seci}}{54000} \quad (-)$$

waarbij:

$\gamma_{heat,sec i,m}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i (-);

$Q_{g,heat,sec i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie van energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.5;

$Q_{L,heat,sec i,m}$ de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.4;

a een numerieke parameter (-);

$\tau_{heat,sec i}$ de tijdconstante van energiesector i , in s.

Stel de tijdconstante van de energiesector i gelijk aan:

$$\tau_{heat,seci} = \frac{C_{seci}}{H_{T,heat,seci} + H_{V,heat,seci}} \quad (\text{s})$$

met:

| | |
|---------------------|---|
| $C_{sec\ i}$ | de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , in J/K; |
| $H_{T,heat,sec\ i}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens 7.7; |
| $H_{V,heat,sec\ i}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens 7.8. |

Neem voor de effectieve thermische capaciteit van energiesector i de waarden van Tabel 2.

- De term 'zwaar' in deze tabel geldt voor energiesectoren waarvan minstens 90% van de oppervlakte van de horizontale, hellende en verticale constructiedelen massief is.
- De term 'halfzwaar' geldt voor energiesectoren waarvan minstens 90% van de horizontale constructiedelen massief is zonder afscherming door binnenisolatie, of energiesectoren waarvan minstens 90% van de verticale en hellende constructiedelen massief zijn.
- De term 'matig zwaar' geldt voor energiesectoren waarvan 50 tot 90% van de horizontale constructiedelen massief zijn zonder afscherming door binnenisolatie, of energiesectoren waarvan 50 tot 90% van de verticale en hellende constructiedelen massief zijn.
- De term 'licht' geldt voor alle overige energiesectoren.

Constructiedelen worden hier als massief beschouwd indien hun massa minstens 100 kg/m² bedraagt, bepaald vertrekkende van binnenuit tot aan een luchtsponw of een laag met thermische geleidbaarheid kleiner dan 0,20 W/(m.K).

Tabel 2: Waarde van de effectieve thermische capaciteit $C_{\text{sec } i}$ van energiesector i

| Type constructie | $C_{\text{sec } i}$ (J/K) |
|------------------|-----------------------------|
| Zwaar | 217 000 $V_{\text{sec } i}$ |
| Halfzwaar | 117 000 $V_{\text{sec } i}$ |
| Matig zwaar | 67 000 $V_{\text{sec } i}$ |
| Licht | 27 000 $V_{\text{sec } i}$ |

Met:

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m^3 .

7.7 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie

7.7.1 Principe

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie ontwikkelt zich zoals de gebouwgeometrie driedimensionaal. Het zou dan ook driedimensionaal berekend moeten worden, zie de normen NBN EN ISO 13789 en NBN EN ISO 10211. Dergelijke driedimensionale berekening geldt als referentie.

De driedimensionale referentieberekening wordt in deze bijlage vervangen door een vereenvoudigde berekening. Die gaat ervan uit dat:

- 1) de hoofdcomponent van de transmissieverliezen ééndimensionaal is,
- 2) het oppervlak rond het beschermd volume continu is tenzij ter plaatse van de scheidingsconstructies met aangrenzende verwarmde ruimten,
- 3) en de scheidingsconstructies vlak zijn.

Elke vlakke scheidingsconstructie met oppervlakte A wordt gekenmerkt door een warmtedoorgangscoefficiënt U . Alle lineaire bouwknopen met lengte l tussen twee scheidingsconstructies krijgen een lijnwarmtedoorgangscoefficiënt ψ en alle puntbouwknopen een puntwarmtedoorgangscoefficiënt χ . Lijn- en puntbouwknopen die eigen zijn aan een scheidingsconstructie en over het oppervlak ervan verdeeld zijn, worden opgenomen in de warmtedoorgangscoefficiënt van die scheidingsconstructie.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie wordt bepaald voor alle scheidingsconstructies tussen de energiesector en de buitenomgeving (lucht of water), de energiesector en de bodem en de energiesector en de aangrenzende onverwarmde ruimten. Ook indien dergelijke scheidingsconstructies uitgeven op een belendend perceel, dienen ze meebeschouwd te worden bij de bepaling van de warmteoverdrachtscoëfficiënt, zie ook 5.2.

7.7.2 Rekenregel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie per energiesector als:

$$H_{T,heat,sec i} = H_{T,sec i}^{constructions} + H_{T,sec i}^{junctions} \quad (W/K)$$

Met:

$H_{T,sec i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van energiesector i , in W/K;

$H_{T,sec i}^{junctions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen van het verliesoppervlak van energiesector i , in W/K;

Voor nadere toelichting bij de verschillende mogelijkheden om de invloed van bouwknopen (zowel lijnvormige als puntvormige) in rekening te brengen, wordt verwezen naar bijlage VIII bij dit besluit.

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van energiesector i als:

$$H_{T,sec i}^{constructions} = H_{D,sec i}^{constructions} + H_{g,sec i}^{constructions} + H_{U,sec i}^{constructions} \quad (W/K)$$

met:

$H_{T,sec i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van energiesector i , in W/K;

$H_{D,sec i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen alle scheidingsconstructies tussen energiesector i en de buitenlucht en tussen energiesector i en water, in W/K;

$H_{g,sec i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen alle scheidingsconstructies tussen energiesector i en de bodem, in W/K;

$H_{U,sec i}^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen alle inwendige scheidingsconstructies tussen energiesector i en de aangrenzende onverwarmde ruimten, in W/K.

De verschillende termen worden berekend volgens nadere specificaties vanwege de minister.

Voor componenten waarvan de thermische eigenschappen niet gekend zijn of bepaald kunnen worden (bv. complex gestructureerde lagen in wandelementen, enz.), mag steeds aangenomen worden dat de eigen warmteweerstand van de laag of de component gelijk is aan nul. De totale warmtedoorgangscoefficiënt wordt dan volledig bepaald door de oppervlakteweerstanden met de binnen- en buitenomgeving (rekening houdend met de ontwikkelde oppervlakte) en eventueel door de warmteweerstanden van de andere lagen van de component.

Hou geen rekening met leidingdoorvoeren (water, gas, elektriciteit, riolering, enz.) en daarmee vergelijkbare elementen in de uitwendige scheidingsconstructies, voor zover de totale oppervlakte ervan niet meer bedraagt dan 0,25% van de totale oppervlakte ($A_{T,E}$) van het betrokken 'EPW-volume' waardoorheen transmissieverliezen optreden (dus met uitzondering van scheidingsconstructies met aangrenzende verwarmde ruimten). Genoemde elementen krijgen in dit geval dezelfde U-waarde als de scheidingsconstructies waarin ze zitten.

Voor luiken dient bij conventie aangenomen te worden dat ze 8 uren per etmaal dicht zijn⁴.

7.8 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie

7.8.1 Principe

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie wordt bepaald door de voelbare warmtecapaciteit van 1 m³ lucht te vermenigvuldigen met de som van volgende luchtdebieten:

- het gemiddeld luchtdebiet ingevolge de in- en exfiltratie;
- het gemiddeld luchtdebiet ingevolge de hygiënische ventilatie, rekening houdend met een eventuele reductiefactor voor voorverwarming of met een vermenigvuldigingsfactor voor voorcoeling;
- desgevallend het gemiddeld luchtdebiet ingevolge overventilatie bij toepassing van een warmtepomp op de afgevoerde ventilatielucht voor de bereiding van warm tapwater;
- en, voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, het gemiddeld luchtdebiet ingevolge de ventilatie door het manueel openen van opengaande delen.

Een mechanische afvoer, die tijdens het koken de waterdamp afvoert, wordt genegeerd. Hetzelfde geldt voor een mechanische afvoer in een toilet of badkamer, wanneer die tijdelijk zorgt voor een hogere afvoer maar niet nodig is om aan de ventilatie-eisen van bijlagen IX of X bij dit besluit te voldoen. Voor het energieverbruik van de ventilatoren bij mechanische systemen wordt verwezen naar 11.2.

7.8.2 Rekenregel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i met:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$H_{V,heat,seci} = H_{V,inf/exfilt,heat,seci} + H_{V,hygheat,seci} + H_{V,overheat,seci} \quad [W/K]$$

⁴ Indien de luiken niet van binnenuit bediend kunnen worden, is er geen reductie van toepassing.

- voor de koelberekeningen:

$$H_{V,cool,seci,m} = H_{V,inf/exfilt,cool,seci} + H_{V,hyg,cool,seci,m} + H_{V,over,cool,seci} \quad [W/K]$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico :

$$H_{V,overh,seci,m} = H_{V,inf/exfilt,overh,seci} + H_{V,hyg,overh,seci,m} + H_{V,over,overh,seci} + H_{V,free,nat,overh,seci} \quad [W/K]$$

met :

| | |
|------------------------------|--|
| $H_{V,heat,seci}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de verwarmingsberekeningen, in W/K; |
| $H_{V,cool,seci,m}$ | de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de koelberekeningen, in W/K; |
| $H_{V,overh,seci,m}$ | de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K; |
| $H_{V,in/exfilt,heat,seci}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens 7.8.3, in W/K; |
| $H_{V,in/exfilt,cool,seci}$ | |
| $H_{V,in/exfilt,overh,seci}$ | |
| $H_{V,hyg,heat,seci}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor respectievelijk de verwarmingsberekeningen, bepaald volgens 7.8.4, in W/K; |
| $H_{V,hyg,cool,seci,m}$ | de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens 7.8.4, in W/K; |
| $H_{V,hyg,overh,seci,m}$ | |
| $H_{V,over,heat,seci}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens 7.8.5, in W/K; |
| $H_{V,over,cool,seci}$ | |
| $H_{V,over,overh,seci}$ | |
| $H_{V,free,nat,overh,seci}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie door het manueel openen van opengaande delen voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens 7.8.6, in W/K. |

7.8.3 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie van energiesector i worden gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$H_{V,\text{in/exfilt,heat,seci}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt,heat,seci}} \quad [\text{W/K}]$$

- voor de koelberekeningen:

$$H_{V,\text{in/exfilt,cool,seci}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,seci}} \quad [\text{W/K}]$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$H_{V,\text{in/exfilt,overh,seci}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,seci}} \quad [\text{W/K}]$$

met :

$$\begin{aligned} \dot{V}_{\text{in/exfilt,heat,seci}} & \quad \text{het in/exfiltratiedebiet doorheen de ondichte} \\ & \quad \text{gebouwschil in energiesector } i, \text{ voor respectievelijk} \\ \dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,seci}} & \quad \text{de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de} \\ & \quad \text{evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals} \\ \dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,seci}} & \quad \text{hieronder bepaald, in m}^3/\text{h.} \end{aligned}$$

In- en exfiltratiedebiet

Het gemiddeld toe te passen in/exfiltratiedebiet in energiesector i , in m^3/h , is op conventionele wijze gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$\dot{V}_{\text{in/exfilt,heat,seci}} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,\text{heat}} \cdot A_{T,E,\text{seci}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- voor de koelberekeningen:

$$\dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,seci}} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,\text{cool}} \cdot A_{T,E,\text{seci}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$\text{als } H_{V,\text{free,nat,overh,seci}} = 0: \quad \dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,seci}} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,\text{overh}} \cdot A_{T,E,\text{seci}}$$

$$\text{als } H_{V,\text{free,nat,overh,seci}} > 0: \quad \dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,seci}} = 0$$

met:

$$\begin{aligned} \dot{v}_{50,\text{heat}} & \quad \text{het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, voor} \\ & \quad \text{respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en} \\ \dot{v}_{50,\text{cool}} & \quad \text{voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals} \\ & \quad \text{hieronder bepaald, in m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2); \\ \dot{v}_{50,\text{overh}} & \end{aligned}$$

$A_{T,E,\text{sec } i}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die energiesector i omhullen en waardoorheen

transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie⁵ (zie ook 5.2 en 7.7), in m².

Indien een luchtdichtheidsmeting van het volledige 'EPW-volume' (of desgevallend van een groter deel van het beschermd volume) uitgevoerd wordt, geldt voor het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, $\dot{V}_{50,heat}$ en $\dot{V}_{50,cool}$, in m³/(h.m²):

$$\dot{V}_{50,heat} = \dot{V}_{50,cool} = \dot{V}_{50,overh} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad [m^3 / (h.m^2)]$$

met:

- A_{test} de totale oppervlakte (op basis van uitwendige afmetingen) van de scheidingsconstructies die het volume, dat in de luchtdichtheidstest gemeten werd, omhullen, met uitzondering van de scheidingsconstructies naar aangrenzende verwarmde ruimten, in m²;
- \dot{V}_{50} het lekdebiet bij 50 Pa van de uitwendige schil, in m³/h, afgeleid uit de luchtdichtheidstest gemeten conform methode A van de norm NBN EN 13829 en conform bijkomende regels bepaald door de minister.

Zoniet zijn de volgende ontstenteniswaarden van toepassing, in m³/(h.m²):

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$\dot{V}_{50,heat} = 12$$

- voor de koelberekeningen:

$$\dot{V}_{50,cool} = 0$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$\dot{V}_{50,overh} = 0$$

De minister kan nadere specificaties vastleggen met betrekking tot de luchtdichtheidsmeting.

7.8.4 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van energiesector i worden gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

⁵ Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen de energiesector en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E,sec i}$.

$$H_{V,hygheat,seci} = 0,34 \cdot r_{preh,heat,seci} \cdot \dot{V}_{hygheat,seci} \quad [W/K]$$

- voor de koelberekeningen:

$$H_{V,hygcool,seci,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,seci} \cdot r_{precool,seci,m} \cdot \dot{V}_{hygcool,seci} \quad [W/K]$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$H_{V,hygoverh,seci,m} = 0,34 \cdot r_{preh,overh,seci} \cdot r_{precool,seci,m} \cdot \dot{V}_{hygoverh,seci} \quad [W/K]$$

met :

| | |
|---------------------------|---|
| $r_{preh,heat,seci}$ | de waarde van de reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto energiebehoefte voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen |
| $r_{preh,cool,seci}$ | en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens Bijlage B van deze tekst (-); |
| $r_{preh,overh,seci}$ | |
| $\dot{V}_{hygheat,seci}$ | het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i, voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald, in m ³ /h; |
| $\dot{V}_{hygcool,seci}$ | |
| $\dot{V}_{hygoverh,seci}$ | |
| $r_{precool,seci,m}$ | een maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorverwarming van de ventilatielucht voor de koelberekeningen en voor de bepaling van de oververhittingsindicator, bepaald volgens Bijlage B van deze tekst (-). |

Hygiënisch ventilatiedebiet

Bepaal het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i als:

$$\dot{V}_{hygheat,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)} \right] \cdot f_{reduc,vent,heat,seci} \cdot m_{heat,seci} \cdot V_{seci} \quad [m^3/h]$$

$$\dot{V}_{hygcool,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)} \right] \cdot f_{reduc,vent,cool,seci} \cdot m_{cool,seci} \cdot V_{seci} \quad [m^3/h]$$

$$\dot{V}_{hygoverh,seci} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)} \right] \cdot f_{reduc,vent,overh,seci} \cdot m_{overh,seci} \cdot V_{seci} \quad [m^3/h]$$

met:

V_{EPR} het totaal volume van het 'EPW-volume', in m³, zie 6;

$f_{reduc,vent,heat,seci}$ een reductiefactor voor ventilatie in energiesector i

$f_{\text{reduc,vent,cool,sec } i}$ voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald (-);
 $f_{\text{reduc,vent,overh,sec } i}$
 $m_{\text{heat,sec } i}$ een vermenigvuldigingsfactor die functie is van het ventilatiesysteem in energiesector i en de kwaliteit van de uitvoering ervan, voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald (-);
 $m_{\text{cool,sec } i}$
 $m_{\text{overh,sec } i}$
 $V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m^3 .

De waarde bij ontstentenis voor $f_{\text{reduc,vent,heat,sec } i}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,sec } i}$ en $f_{\text{reduc,vent,overh,sec } i}$ is 1. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

De waarde van de vermenigvuldigingsfactor $m_{\text{heat,sec } i}$, $m_{\text{cool,sec } i}$ en $m_{\text{overh,sec } i}$ kan minimaal 1,0 bedragen. De waarde bij ontstentenis van $m_{\text{heat,sec } i}$ is 1,5. De waarde bij ontstentenis van $m_{\text{cool,sec } i}$ en $m_{\text{overh,sec } i}$ is 1,0. Voor het bepalen van gunstigere waarden wordt verwezen naar Bijlage B van deze tekst.

7.8.5 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie

De afgevoerde lucht van ventilatiesystemen met mechanische afvoer wordt soms gebruikt als warmtebron van een warmtepomp voor de bereiding van warm tapwater.

In dat geval is overventilatie een feit indien de hoeveelheid afvoerlucht, die voor de goede werking van de warmtepomp op een bepaald ogenblik nodig is, boven het hygiënisch ventilatiedebiet op dat ogenblik ligt.

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie van energiesector i worden gegeven door:

$$H_{V,\text{over,heat,sec } i} = H_{V,\text{over,cool,sec } i} = H_{V,\text{over,overh,sec } i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{over,sec } i} \quad [\text{W/K}]$$

met:

$\dot{V}_{\text{over,sec } i}$ het bijkomend debiet als gevolg van overventilatie in de energiesector i , in het geval van systemen met mechanische afvoer, waarbij een warmtepomp de afgevoerde lucht gebruikt als warmtebron voor de bereiding van warm tapwater, zoals hieronder bepaald, in m^3/h .

Gezien er momenteel nog geen operationele methodologie beschikbaar is die toelaat alle mogelijke opwekkingstoestellen voor de bereiding van warm tapwater op een coherente manier te beoordelen, wordt voor het opwekkingsrendement in hoofdstuk 10.3 met vaste waarden gerekend. Daarom wordt ook het effect van overventilatie nog niet in rekening gebracht, en geldt:

$$\dot{V}_{\text{over,sec } i} = 0$$

7.8.6 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door manueel openen van opengaande delen

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door opengaande delen van energiesector i worden gegeven door:

$$H_{V, \text{free, nat, overh, sec } i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{free, nat, overh, sec } i} \quad [\text{W/K}]$$

met:

$\dot{V}_{\text{free, nat, overh, sec } i}$ het maandelijks gecorrigeerd ventilatiedebiet om rekening te houden met de duur en de temperatuur gebruikt voor de bepaling van de oververhittingsindicator in het geval van ventilatie door het manueel openen van opengaande delen, zoals hieronder bepaald, in m^3/h .

Gecorrigeerd ventilatiedebiet voor het manueel openen van opengaande delen

$$\dot{V}_{\text{free, nat, overh, sec } i} = 45,3 \cdot A_{\text{wo, sec } i} \quad [\text{W/K}]$$

met:

$A_{\text{wo, sec } i}$ de totale netto oppervlakte van de opengaande delen van energiesector i , die deel uitmaken van de uitwendige schil, in contact met de buitenomgeving, in m^2 .

waar:

$$A_{\text{wo, sec } i} = \sum_j r_{\text{win, overh, } j} \cdot A_{\text{wo, } j} \quad [\text{m}^2]$$

met:

$A_{\text{wo, } j}$ de netto oppervlakte van de beschouwde opengaande delen van venster j , zoals hieronder bepaald, in m^2 ;

$r_{\text{win, overh, } j}$ een factor om het inbraakrisico in rekening te brengen, zoals hieronder bepaald (-).

Er dient gesommeerd te worden over alle vensters j van energiesector i . Deuren, schuiframen en schuifdeuren worden nooit in aanmerking genomen voor de bepaling van deze oppervlakte.

Netto oppervlakte $A_{\text{wo, } j}$ van de opengaande delen van venster

Enkel de oppervlakte van de beglazing A_{go} , van het vulpaneel A_{po} en van het ventilatierooster A_{ro} van de opengaande delen van het venster worden in aanmerking genomen voor de berekening van de netto oppervlakte van de opengaande delen $A_{\text{wo, } j}$ (deze oppervlaktes worden gemeten en berekend volgens specificaties vastgelegd door de minister):

$$A_{\text{wo, } j} = \sum_k (A_{\text{go, } k} + A_{\text{po, } k} + A_{\text{ro, } k}) \quad [\text{m}^2]$$

met:

- $A_{go,k}$ de beglaasde oppervlakte van het opengaand deel k, in m²;
- $A_{po,k}$ de oppervlakte van het ondoorschijnend vulpaneel van het opengaand deel k, in m²;
- $A_{ro,k}$ de oppervlakte van het ventilatierooster van het opengaand deel k, in m².

Er dient gesommeerd te worden over alle opengaande delen k van venster j.

Inbraakrisico

De bepaling van de factor om het inbraakrisico in rekening te brengen $r_{win,overh,j}$ gebeurt als volgt:

| Type opening | reëel inbraakrisico | gering inbraakrisico | geen inbraakrisico |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| element met enkel kipstand | 0 | 1/3 | 1/3 |
| element met draai- kipstand | 0 | 1/3 | 1 |
| element met enkel draaistand | 0 | 0 | 1 |

Als de opengaande elementen van éénzelfde venster tot verschillende types openingen behoren volgens bovenstaande categoriën, wordt het meest ongunstige geval beschouwd (laagste waarde voor $r_{win,overh,j}$) voor het geheel van elementen van het venster.

De minister legt nadere specificaties vast voor het bepalen van het inbraakrisico (reëel, gering of geen).

7.9 Maandelijks interne warmtewinsten

7.9.1 Principe

Interne warmtewinsten worden gevormd door alle warmte die in een energiesector geproduceerd wordt door interne bronnen, met uitzondering van het ruimteverwarmingssysteem: bv. de warmteafgifte door personen, verlichting en apparatuur. In het kader van de regelgeving wordt de waarde ervan op een forfaitaire manier vastgelegd. In aangrenzende onverwarmde ruimten worden de interne warmtewinsten gelijk gesteld aan nul.

7.9.2 Rekenregel

Bepaal de interne warmtewinsten in een energiesector i gedurende een bepaalde maand als:

$$Q_{i,seci,m} = (1,41 \cdot V_{EPR} + 78) \cdot \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} \cdot t_m \quad \text{Indien } V_{EPR} \leq 192 \text{ m}^3 \quad [\text{MJ}]$$

$$Q_{i,seci,m} = (0,67 \cdot V_{EPR} + 220) \cdot \frac{V_{seci}}{V_{EPR}} \cdot t_m \quad \text{indien } V_{EPR} > 192 \text{ m}^3 \quad [MJ]$$

met:

V_{EPR} het totaal volume van het 'EPW-volume', in m^3 , zie 6;

$V_{sec i}$ het volume van energiesector i , in m^3 ;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1.

7.10 Maandelijkse zonnewinsten

7.10.1 Principe

De zonnewinsten voor een bepaalde maand bestaan uit de som van 3 termen:

- zonnewinsten door de vensters,
- zonnewinsten door de ongeventileerde passieve zonne-energiesystemen,
- zonnewinsten ingevolge aangrenzende onverwarmde ruimten.

Met buiten- of binnenlucht geventileerde passieve zonne-energiesystemen dienen op basis van vooraf door de minister erkende regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag behandeld te worden en volgens bijlage F van NBN EN 13790.

7.10.2 Rekenregel

Bepaal de zonnewinsten in een energiesector i gedurende een bepaalde maand als:

$$Q_{s,heat,seci,m} = \sum_j Q_{s,heat,w,m,j} + \sum_k Q_{s,heat,ps,m,k} + \sum_l Q_{s,heat,seci,U,m,l} \quad (MJ)$$

met:

$Q_{s,heat,w,m,j}$ de zonnewinst door venster j gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens 7.10.3;

$Q_{s,heat,ps,m,k}$ de zonnewinst door ongeventileerd passief zonne-energiesysteem k gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens 7.10.4;

$Q_{s,heat,sec i,U,m,l}$ het deel van de zonnewinst van de aangrenzende onverwarmde ruimte l gedurende de beschouwde maand dat indirect de energiesector i ten goede komt, in MJ, bepaald volgens Bijlage A en Bijlage C van deze tekst.

Hierbij dient gesommeerd te worden over alle vensters j , alle niet-geventileerde passieve zonne-energiesystemen k en alle aangrenzende onverwarmde ruimten l van de energiesector i . Voor de behandeling van

aangrenzende onverwarmde ruimten wordt verwezen naar Bijlage A van deze tekst.

De index 'heat' (d.w.z. de waarde gebruikt voor de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming) wordt vervangen door de index 'cool' voor de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling en door de index 'overh' voor de bepaling van de oververhittingsindicator.

7.10.3 Zonnewinsten door een venster

7.10.3.1 Definities

Een venster is een scheidingsconstructie die (gedeeltelijk) transparant is. Het raamprofiel, de eventuele vulpanelen en eventuele roosters vormen het opake deel. Van glas voorziene deuren worden als vensters behandeld. De grootte van de zonnewinsten door een venster hangt af van de afscherming door gebouwvreemde en gebouwgebonden omgevingselementen, door vaste zonneweringen en door beweegbare zonneweringen. De afscherming door omgevingselementen wordt in rekening gebracht bij de berekening van de invallende bezonning; de afscherming door een zonnewering via aanpassing van de zonnetoetredingsfactor g .

7.10.3.2 Rekenregel

Bepaal de zonnewinsten door venster j als:

$$Q_{s,heat,w,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad} \quad [MJ]$$

met:

- 0,95 de reductiefactor voor vervuiling;
- $g_{m,j}$ de maandelijkse zonnetoetredingsfactor van venster j , bepaald volgens 7.10.3.3 (-);
- $A_{g,j}$ de beglaasde oppervlakte van venster j , in m^2 ;
- $I_{s,m,j,shad}$ de bezonning op venster j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwning van vaste obstakels, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C van deze tekst, in MJ/m^2 .

Indien de U-waarde van venster j bepaald wordt met de vereenvoudigde methode, neem dan steeds:

- indien $U_g \leq U_f$: $A_{g,j} = 0,7 A_{w,d,j}$
- indien $U_g > U_f$: $A_{g,j} = 0,8 A_{w,d,j}$

met:

$A_{w,d,j}$ de oppervlakte van de dagopening van venster j .

7.10.3.3 Maandelijks zonnetoetredingsfactor $g_{m,j}$ van een venster

7.10.3.3.1 Principe

De maandelijks zonnetoetredingsfactor van een venster ($g_{m,j}$) wordt bepaald door de zonnetoetredingsfactor van het transparante deel ervan en de aard van de zonnewering. Daarbij dient een onderscheid gemaakt tussen binnenzonnewering, buitenzonnewering en tussenzonnewering. Binnenzonnewering bevindt zich aan de binnenkant van het venster, buitenzonnewering aan de buitenkant en tussenzonnewering tussen de glasschijven, die samen het transparante deel vormen. Buitenzonneweringen kunnen in het vlak en buiten het vlak van het venster staan. Luiken, rolluiken, blinden en jaloezieën zijn voorbeelden van zonneweringen in het vlak. Markiezen, uitvalschermen en knikarmschermen zijn voorbeelden van zonneweringen buiten het vlak. Een zonnewering, die uitsluitend uit bouwkundige afschermingen bestaat, wordt behandeld als een gebouwgebonden omgevingselement. Verder kunnen zonneweringen vast, handbediend of automatisch zijn (belangrijk voor de bepaling van de gebruiksfactor $a_{c,m,j}$). Bij een vaste zonnewering is de positie onveranderlijk; handbediende en automatische zonneweringen kennen minstens twee standen. Automatische bediening vereist een automatische gestuurde activator (bv. motor) en minstens 1 zonnensensor per geveloriëntatie of een afwezigheidssensor die de zonnewering sluit bij afwezigheid. Voor een tussenzonnewering waarbij de tussenruimte met binnen- of buitenlucht geventileerd wordt, dient de zonnetoetredingsfactor bepaald te worden via de gelijkwaardigheidsaanvraag.

7.10.3.3.2 Rekenregel

Bepaal de gemiddelde zonnetoetredingsfactor van een venster als:

$$g = 0,9 \cdot (a_{c,m} \cdot F_c + (1 - a_{c,m})) \cdot g_{g,\perp} \quad [-]$$

met:

- 0,9 een vaste waarde voor de invalshoekcorrectie (-);
- F_c de reductiefactor voor zonnewering, bepaald volgens 7.10.3.4 (-);
- $a_{c,m}$ de maandelijks gebruiksfactor van de zonnewering, bepaald volgens 7.10.3.5 (-);
- $g_{g,\perp}$ de zonnetoetredingsfactor van de beglazing bij normale inval, bepaald volgens NBN EN 410 (-).

Indien een venster met meerdere beweegbare zonneweringssystemen (bv. binnen- en buitenzonnewering) uitgerust is, dient voor de verwarmingsberekeningen het systeem met de hoogste F_c waarde beschouwd te worden. Voor de bepaling van de oververhittingsindicator en van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling dient het systeem met de laagste F_c waarde beschouwd te worden.

7.10.3.4 Reductiefactor F_c voor zonnewering

7.10.3.4.1 Zonnewering in het vlak van het venster

De reductiefactor voor een zonnewering in het vlak van het venster wordt gegeven door de verhouding tussen de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van de combinatie van transparante deel en zonnewering en de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van enkel het transparante deel:

$$F_c = \frac{g_{g+C,\perp}}{g_{g,\perp}} \quad [-]$$

met:

$g_{g+C,\perp}$ de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van de combinatie transparant deel en zonnewering, bepaald volgens NBN EN 13363-1, NBN EN 13363-2 of ISO 15099. NBN EN 13363-1 mag enkel toegepast worden indien voldaan is aan alle voorwaarden die in de norm gesteld worden (-);

$g_{g,\perp}$ de zonnetoetredingsfactor bij normale inval voor het transparante deel van het venster, bepaald volgens de norm NBN EN 410 (-).

Indien $g_{g+C,\perp}$ niet opgegeven wordt, dienen de waarden bij ontstentenis van Tabel 3. gebruikt te worden. Deze waarden zijn onafhankelijk van de zonnetoetredingsfactor van het transparante deel en blijven constant over het jaar.

Tabel 3: Waarden bij ontstentenis voor de reductiefactor F_c voor zonnewering in het vlak van het venster

| Zonneweringssysteem | F_c |
|-----------------------------------|-------|
| Buitenzonnewering | 0,50 |
| Ongeventileerde tussenzonnewering | 0,60 |
| Binnenzonnewering | 0,90 |
| Alle andere gevallen | 1,00 |

7.10.3.4.2 Zonnewering niet in het vlak van het venster

Enkel zonneweringen met een (oppervlaktegemiddelde) zonnetransmissiefactor $\tau_{e,dir,h}$ (loodrechte inval, hemisferische transmissie) van minder dan 30% worden in beschouwing genomen. Zonneweringen die niet aan dit criterium voldoen worden genegeerd bij de bepaling van het E-peil.

De maandgemiddelde reductiefactor F_c voor zonnewering niet in het vlak van het venster wordt gegeven door de verhouding tussen de maandelijkse zonneinstraling op het door de zonnewering beschaduwde venster en de maandelijkse zonneinstraling op het onbeschaduwde venster:

$$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

met:

- $I_{s,m,j,shad,wC}$ de bezonning op venster j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwing van zowel de vaste obstakels als de zonnewering, in MJ/m², bepaald volgens Bijlage C van deze tekst. Dit vergt de bepaling van de verticale overstekhoek α_v . De zonnewering wordt daarbij als opaak behandeld;
- $I_{s,m,j,shad,woC}$ de bezonning op venster j voor de beschouwde maand enkel rekening houdend met de beschaduwing van vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens Bijlage C.

7.10.3.5 Maandelijks gebruiksfactor $a_{c,m}$

De maandelijks gebruiksfactor $a_{c,m}$ dient bepaald te worden per venster, in functie van het type bediening (manueel of automatisch) en in functie van de oriëntatie φ_j en de helling θ_j van de beglaasde oppervlakte j .

Stel bij een vaste zonnewering $a_{c,m}$ steeds gelijk aan 1.

Ontleen in geval van een mobiele zonnewering $a_{c,m}$ aan Tabel 4. De tabellen C1 en C2 zijn opgenomen in Bijlage C. De waarde varieert al naar gelang het gaat om de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming of ruimtekoeling, of van het risico op oververhitting.

Tabel 4: De gemiddelde gebruiksfactor $a_{c,m}$, afhankelijk van het type berekening

| | ruimteverwarming | ruimtekoeling | oververhitting |
|-------------|------------------|--------------------------|----------------|
| handbediend | 0,0 | 0,2 | Tabellen C1 |
| automatisch | 0,0 | MAX(0,0;Tabellen C2-0,1) | Tabellen C2 |

7.10.4 Zonnepwinsten door een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem

7.10.4.1 Definities

Een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem is een constructie die bestaat uit een transparant buitendeel en een opak binnendeel, waarbij in de (eventueel) aanwezige luchtspouw(en) geen stroming van buiten- of van binnenlucht optreedt. Voorbeelden zijn (massieve) wanden met voorzetbeglazing, al dan niet in combinatie met extra transparante isolatie.

7.10.4.2 Rekenregel

Bepaal de zonnepwinst van ongeventileerd passief zonne-energiesysteem k gedurende de beschouwde maand als:

$$Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} \cdot A_{ps,g,k} \cdot I_{s,m,k,shad} \quad (\text{MJ})$$

met:

$g_{eff,t,m,k}$ de effectieve zonnetoetredingsfactor van het systeem k , zoals hieronder bepaald (-);

$A_{ps,g,k}$ de transparante oppervlakte van het passief zonne-energiesysteem k , in m^2 ;

$I_{s,m,k,shad}$ de bezonning op het systeem k voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwning van vaste obstakels, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C.

Bepaal $g_{eff,t,m,k}$ met:

- voor voorzetconstructies met een niet verwaarloosbare transmissie voor zonne-energie, is de effectieve waarde evenredig met de absorptie van het opake deel:

$$g_{eff,t,m,k} = \alpha \cdot (g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}) \cdot \frac{U}{U_{te}}$$

- voor voorzetconstructies met een verwaarloosbare transmissie voor zonne-energie (bv. constructies waarin een absorber geïntegreerd is), wordt de waarde die op basis van metingen bepaald is, aangepast om rekening te houden met de thermische weerstand van de (ongeventileerde) luchtspouw tussen de voorzetconstructie en het opake deel:

$$g_{eff,t,m,k} = (R_{se} + R_t) \cdot (g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}) \cdot U$$

met:

$$U = 1 / (R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si})$$

$$U_{te} = 1 / (R_{se} + R_t + R_{al})$$

waarin:

| | |
|---------------|---|
| α | de absorptiecoëfficiënt van het opake deel (-); |
| $g_{t,h}$ | de zonnetoetredingsfactor van de voorzetconstructie bij diffuse, hemisferische instraling (-); |
| $c_{m,k}$ | een coëfficiënt ontleend aan Tabel 5 (-); |
| $g_{t,\perp}$ | de zonnetoetredingsfactor van de voorzetconstructie onder normale invalshoek (-); |
| U | de warmtedoorgangscoefficiënt van het constructiedeel, van binnen tot buiten, in $W/m^2.K$; |
| U_{te} | de externe warmtedoorgangscoefficiënt van het constructiedeel, vanaf het oppervlak dat grenst aan de voorzetconstructie tot de buitenomgeving, in $W/m^2.K$; |
| R_{se} | de externe thermische oppervlakteweerstand, in $m^2.K/W$; |
| R_t | de thermische weerstand van de voorzetconstructie, in $m^2.K/W$; |
| R_{si} | de interne thermische oppervlakteweerstand, in $m^2.K/W$; |
| R_{al} | de thermische weerstand van de (ongeventileerde) luchtlaag tussen het opake deel en de voorzetconstructie, in $m^2.K/W$; |
| R_i | de thermische weerstand van het opake bouwdeel achter de voorzetconstructie, in $m^2.K/W$. |

Tabel 5: coëfficiënten $c_{m,k}$ voor de berekening van de effectieve zonnetoetredingsfactor van transparante isolatie uitgaande van de gemeten waarden voor loodrechte en hemisferische inval (voor verticale muren)

| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Z | -0,105 | -0,067 | -0,023 | 0,042 | 0,073 | 0,089 | 0,094 | 0,062 | 0,005 | -0,054 | -0,093 | -0,105 |
| ZW/ZO | -0,034 | -0,027 | -0,010 | 0,002 | 0,022 | 0,037 | 0,036 | 0,013 | -0,015 | -0,025 | -0,034 | -0,026 |
| W/O | 0,054 | 0,033 | 0,016 | -0,012 | -0,005 | -0,002 | -0,012 | -0,007 | -0,001 | 0,024 | 0,049 | 0,052 |
| NW/NO | 0,002 | 0,008 | 0,016 | 0,030 | 0,018 | 0,013 | 0,013 | 0,024 | 0,033 | 0,014 | 0,004 | 0,000 |
| N | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,011 | 0,021 | 0,031 | 0,042 | 0,012 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

7.11 Jaarlijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming

Bepaal de jaarlijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van het 'EPW-volume' als:

$$Q_{\text{heat,net,a}} = \sum_{m=1}^{12} (Q_{\text{heat,net,m}}) \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{heat,net,m}}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van het 'EPW-volume', in MJ, zoals hieronder bepaald.

Bepaal de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming met:

$$Q_{\text{heat,net,m}} = \sum_i (Q_{\text{heat,net,seci,m}}) \quad (\text{MJ})$$

met:

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

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i in het 'EPW-volume'.

8 Oververhitting en koeling

8.1 Principe

In een koel klimaat zoals in België blijft bij een juiste combinatie van bouwkundige en bewoningsingrepen de kans op zomerse oververhitting in woongebouwen klein genoeg om het zonder actieve koeling te kunnen stellen. Het volstaat de oppervlakte van de vensters niet te groot te nemen, indien nodig buitenzonnewering te voorzien, de binnenwanden, plafonds en vloeren een voldoende hoge, toegankelijke thermische massa mee te geven en 's nachts extra te ventileren.

Komen er toch klachten, dan zijn die doorgaans kamergebonden. De zonnepwinsten per kamer, de interne warmtepwinsten, de toegankelijke thermische massa, de ventilatiemogelijkheden en de gewenste temperatuur (die bv. anders is in een badkamer dan in een slaapkamer) bepalen mee de kans op oververhitting in die kamer en de eventuele beslissing om toch actieve koeling te voorzien. Een evaluatie van het oververhittingsrisico zou bijgevolg op kamerniveau moeten gebeuren. In het kader van deze bijlage wordt een sterk vereenvoudigde methode gebruikt, die oververhitting per energiesector raamt en niet per ruimte.

De berekening gebeurt in 3 stappen.

In een 1^e stap wordt per energiesector een conventionele inschatting gemaakt van het risico op oververhitting. Als indicator voor het oververhittingsrisico worden de genormaliseerde overtollige warmtepwinsten beschouwd.

Het feit dat de oververhittingsindicator onder de toegelaten maximale waarde (dit is de grens van het aanvaardbare) blijft, biedt op zich echter nog helemaal geen absolute garantie dat er achteraf geen oververhittingsproblemen zullen optreden. Wanneer de indicator niet veel onder de maximale waarde ligt, blijft er een reëel gevaar bestaan. In geval er achteraf toch oververhittingsproblemen optreden, is de kans reëel dat er dan alsnog een installatie voor actieve koeling geplaatst wordt, met het geassocieerde energieverbruik van dien. Om tijdens het ontwerp en de bouw al op een evenwichtige manier met de invloed van dit energieverbruik op de energieprestatie van het gebouw rekening te kunnen houden, wordt het begrip fictieve koeling ingevoerd.

Op die manier wordt op conventionele wijze geanticiperd op een eventueel later koelverbruik.

In een 2^e stap wordt daarom in functie van de oververhittingsindicator een soort conventionele waarschijnlijkheid gedefinieerd dat er achteraf alsnog actieve koeling geplaatst wordt.

- Indien reeds van in het begin een koelinstallatie aanwezig is, wordt de koelbehoefte vanzelfsprekend volledig ingerekend. De waarschijnlijkheid op plaatsing bedraagt dan natuurlijk altijd 1, ongeacht de grootte van de oververhittingsindicator.
- Indien er tijdens de bouw geen actieve koeling voorzien wordt, wordt er een drempelwaarde voor de oververhittingsindicator beschouwd. Beneden deze drempel wordt het gevaar op oververhitting zo klein geacht dat de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van koeling achteraf gelijk genomen wordt aan nul. Tussen de drempelwaarde en de toegelaten maximale waarde wordt conventioneel een lineaire toename van de waarschijnlijkheid tussen 0 en 1 aangenomen.

In geval de conventionele waarschijnlijkheid verschillend is van nul, wordt in een 3^e stap de netto energiebehoefte voor koeling berekend aan de hand van de overtollige warmtewinsten boven de instelwaarde voor koeling, waarvoor bij conventie de rekenwaarde van 23°C wordt aangenomen. In geval het comfort verwezenlijkt wordt d.m.v. actieve koeling, zullen de bewoners minder gebruik maken van eventuele zonnewering of de mogelijkheden tot intensieve (nachtelijke) ventilatie. Deze voorzieningen worden daarom anders beoordeeld dan bij de evaluatie van het risico op oververhitting.

8.2 Bepaling van de oververhittingsindicator

De eis voor het risico op oververhitting moet behaald worden op niveau van het 'EPW-volume'. Onderstaande berekening van de oververhittingsindicator geldt per energiesector.

De berekening van de oververhittingsindicator voor het ganse 'EPW-volume' gebeurt op exact dezelfde wijze als voor een energiesector. Het volstaat om in onderstaande formules de index "seci" te vervangen door "EPR".

Stel de indicator voor oververhitting van energiesector i gelijk aan de jaarlijkse genormaliseerde overtollige warmtewinsten van energiesector i t.o.v. de insteltemperatuur voor koeling. Deze vormen de som van de overeenkomstige maandelijkse waarden:

$$I_{\text{overh,seci}} = Q_{\text{excessnom,seci,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{excessnom,seci,m}} \quad (\text{Kh})$$

met:

$$Q_{\text{excessnom,seci,m}} = \frac{(1 - \eta_{\text{util,overh,seci,m}}) \cdot Q_{\text{g,overh,seci,m}} \cdot 1000}{H_{\text{T,overh,seci}} + H_{\text{V,overh,seci,m}}} \cdot 3,6 \quad (\text{Kh})$$

waarin:

$$Q_{\text{g,overh,seci,m}} = Q_{\text{i,seci,m}} + Q_{\text{s,overh,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$\eta_{\text{util,overh,seci,m}} = a_m / (a_m + 1) \quad \text{voor } \gamma_{\text{overh,sec } i,m} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{\text{util,overh,seci,m}} = \frac{1 - (\gamma_{\text{overh,seci,m}})^{a_m}}{1 - (\gamma_{\text{overh,seci,m}})^{a_m + 1}} \text{ voor de overige gevallen (-)}$$

en:

$$\gamma_{\text{overh,seci,m}} = Q_{g,\text{overh,seci,m}} / Q_{L,\text{overh,seci,m}} \quad (-)$$

$$a_m = 1 + \frac{\tau_{\text{overh,seci,m}}}{54000} \quad (-)$$

$$Q_{L,\text{overh,seci,m}} = Q_{T,\text{overh,seci,m}} + Q_{V,\text{overh,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{T,\text{overh,seci,m}} = H_{T,\text{overh,seci}} \cdot (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{V,\text{overh,seci,m}} = H_{V,\text{overh,seci,m}} \cdot (23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\tau_{\text{overh,seci,m}} = \frac{C_{\text{seci}}}{H_{T,\text{overh,seci}} + H_{V,\text{overh,seci,m}}} \quad (\text{s})$$

met:

$\eta_{\text{util,overh,seci,m}}$ de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten van energiesector i , voor de evaluatie van het oververhittingsrisico (-);

$Q_{g,\text{overh,seci,m}}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;

$Q_{i,\text{seci,m}}$ de maandelijkse warmtewinst door interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.9.2;

$Q_{s,\text{overh,seci,m}}$ de maandelijkse warmtewinst door bezonning in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ, bepaald volgens 7.10;

$\gamma_{\text{overh,seci,m}}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico (-);

$Q_{L,\text{overh,seci,m}}$ de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door transmissie en ventilatie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;

a_m een numerieke parameter (-);

$Q_{T,\text{overh,seci,m}}$ de maandelijkse warmteverliezen door transmissie van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;

$Q_{V,\text{overh,seci,m}}$ de maandelijkse warmteverliezen door ventilatie van

| | |
|------------------------|--|
| | energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ; |
| $\theta_{e,m}$ | de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel 1; |
| $\Delta\theta_{e,m}$ | een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, gelijk te nemen aan 1°C; |
| $H_{T,overh,sec i}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door transmissie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, zoals hieronder bepaald; |
| $H_{v,overh,sec i,m}$ | de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door ventilatie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, bepaald volgens 7.8.2; |
| $\tau_{overh,sec i,m}$ | de maandelijkse tijdconstante van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in s; |
| $C_{sec i}$ | de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , in J/K, bepaald volgens 7.6; |
| t_m | de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1. |

$H_{T,overh,sec i}$ wordt bepaald volgens 7.7.2. Indien echter de invloed van bouwknopen op forfaitaire manier ingerekend worden (volgens optie C van bijlage VIII bij dit besluit), wordt deze forfaitaire toeslag buiten beschouwing gelaten bij de evaluatie van het oververhittingsrisico.

8.3 Conventionele waarschijnlijkheid op de plaatsing van actieve koeling

Bij de bepaling van de energieprestatie wordt als waarschijnlijkheid op de plaatsing van actieve koeling bij conventie de volgende waarde gehanteerd (zie 8.1 voor toelichting):

- 1) indien actieve koeling geplaatst is in energiesector i , geldt:

$$p_{cool,sec i} = 1 \quad [-]$$

- 2) indien geen actieve koeling geplaatst is in energiesector i , geldt:

$$p_{cool,sec i} = \max \left\{ 0, \min \left(\frac{I_{overh,sec i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}, 1 \right) \right\} \quad [-]$$

met:

$I_{overh,thresh}$ de drempelwaarde waarboven bij de bepaling van de

energieprestatie moet rekening gehouden worden met een risico op plaatsing achteraf van actieve koeling. Neem deze waarde gelijk aan 1000 Kh;

$I_{\text{overh,max}}$ de maximaal toegelaten waarde voor de indicator voor oververhitting, neem deze waarde gelijk aan 6500 Kh.

8.4 Koeling

Bepaal de netto energiebehoefte voor koeling per maand en per energiesector i als het product van de conventionele waarschijnlijkheid dat actieve koeling geplaatst wordt en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling:

$$Q_{\text{cool,net,seci,m}} = p_{\text{cool,seci}} \cdot Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

met:

$p_{\text{cool,sec } i}$ de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling, bepaald volgens 8.3 (-);

$Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m}$ de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling, in MJ, zoals hieronder bepaald.

Bepaal de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling, $Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m}$, als volgt:

- Indien $\lambda_{\text{cool,sec } i,m}$ groter of gelijk is aan 2,5:

$$Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}} = 0 \quad [\text{MJ}]$$

- Indien $\lambda_{\text{cool,sec } i,m}$ kleiner is als 2,5:

$$Q_{\text{cool,net,princ,seci,m}} = Q_{\text{g,coolseci,m}} - \eta_{\text{util,coolseci,m}} \cdot Q_{\text{L,coolseci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

met:

$$Q_{\text{g,cool,seci,m}} = Q_{\text{i,seci,m}} + Q_{\text{s,cool,seci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

$$\eta_{\text{util,coolseci,m}} = a_m / (1 + a_m) \quad \text{voor } \lambda_{\text{cool,sec } i,m} = 1 \quad [-]$$

$$\eta_{\text{util,coolseci,m}} = \frac{1 - (\lambda_{\text{cool,seci,m}})^{a_m}}{1 - (\lambda_{\text{cool,seci,m}})^{a_m + 1}} \quad \text{voor de overige gevallen} \quad [-]$$

en:

$$\lambda_{\text{cool,seci,m}} = Q_{\text{L,coolseci,m}} / Q_{\text{g,coolseci,m}} \quad [-]$$

$$a_m = 1 + \frac{\tau_{\text{cool,seci,m}}}{54000} \quad [-]$$

$$Q_{L,\text{cool,seci,m}} = Q_{T,\text{cool,seci,m}} + Q_{V,\text{cool,seci,m}} \quad [\text{MJ}]$$

$$Q_{T,\text{cool,seci,m}} = H_{T,\text{cool,seci}} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

$$Q_{V,\text{cool,seci,m}} = H_{V,\text{cool,seci,m}} \cdot [23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})] \cdot t_m \quad [\text{MJ}]$$

$$\tau_{\text{cool,seci,m}} = \frac{C_{\text{seci}}}{H_{T,\text{cool,seci}} + H_{V,\text{cool,seci,m}}} \quad [\text{s}]$$

| | |
|-------------------------------------|--|
| $\eta_{\text{util,cool,sec } i, m}$ | de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten van energiesector i , voor de bepaling van de koelbehoefte (-); |
| $Q_{g,\text{cool,sec } i, m}$ | de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ; |
| $Q_{i,\text{sec } i, m}$ | de maandelijkse warmtewinst door interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.9.2; |
| $Q_{s,\text{cool,sec } i, m}$ | de maandelijkse warmtewinst door bezonning in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ, bepaald volgens 7.10; |
| $\lambda_{\text{cool,sec } i, m}$ | de verhouding tussen de maandelijkse warmteverliezen en de maandelijkse warmtewinsten in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte (-); |
| $Q_{L,\text{cool,sec } i, m}$ | de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door transmissie en ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ; |
| a_m | een numerieke parameter (-); |
| $Q_{T,\text{cool,sec } i, m}$ | de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door transmissie voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ; |
| $Q_{V,\text{cool,sec } i, m}$ | de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ; |
| $\theta_{e,m}$ | de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel 1; |
| $\Delta\theta_{e,m}$ | een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C; |

| | |
|-----------------------|--|
| $H_{T,cool,sec i}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door transmissie voor de bepaling van de koelbehoefte, in W/K. Neem deze waarde gelijk aan $H_{T,overh,sec i}$ zoals bepaald in 8.2; |
| $H_{V,cool,sec i,m}$ | de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, in W/K, bepaald volgens 7.8; |
| $\tau_{cool,sec i,m}$ | de maandelijkse tijdconstante van energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in s; |
| $C_{sec i}$ | de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , in J/K, bepaald volgens 7.6; |
| 23 | de binnentemperatuur door deze bijlage opgelegd voor de bepaling van de koelbehoefte, in °C; |
| t_m | de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1. |

OPMERKING

De koelbehoefte in het Belgisch klimaat hangt sterk af van de actuele weersomstandigheden. De koelbehoefte van een gemiddeld meteorologisch jaar is niet gelijk aan de gemiddelde koelbehoefte over verschillende jaren omdat warme jaren relatief zwaarder doorwegen. Bij de berekeningen wordt met dit verschijnsel rekening gehouden door de temperaturen en bezonning wat hoger te nemen dan het langjarig gemiddelde.

9 Bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater

9.1 Vooraf

Met de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater worden de systemen voor warmteopslag, warmteverdeling, warmteafgifte en regeling bij ruimteverwarming en warm tapwater in de beoordeling betrokken. De bruto energiebehoefte stelt de energie voor, die door de warmteopwekkingsinstallaties aan het systeem van warmteverdeling (of warmteopslag) voor ruimteverwarming en aan het verdeelsysteem van warm tapwater wordt overgedragen.

Een installatie voor ruimteverwarming bestaat uit:

- Een warmteopwekkingsinstallatie. Bij centrale verwarming zijn dat (water)ketels, (warme lucht) generatoren, warmtepompen of WKK-installaties. Bij plaatselijke verwarming gebeurt de warmteopwekking in de systemen van warmteafgifte zelf;
- Eventueel een warmteopslagsysteem;
- Een systeem van warmteverdeling. Bij een hydraulische centrale verwarming zijn dat leidingen, bij luchtverwarming kanalen. Plaatselijke verwarming heeft geen systeem van warmteverdeling;
- Een systeem van warmteafgifte. Radiatoren, convectoren, vloerleidingen, plafondleidingen, muurleidingen of roosters bij centrale verwarming, kachels, stralers of convectoren bij plaatselijke verwarming;

- De regeling van elk van deze systemen.

De bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming omvat de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming en alle verliezen die bij de warmteopslag, de warmteverdeling, de warmteafgifte en de regeling van elk van deze systemen optreden. Deze verliezen worden via het systeemrendement ingerekend.

Indien in een energiesector meerdere waarden van een bepaald deelrendement van toepassing zouden zijn (bv. In Tabel 6), dan dient voor de ganse energiesector met de meest negatieve waarde gerekend te worden. (Desgewenst mag de energiesector natuurlijk wel opgesplitst worden in meerdere kleinere energiesectoren.)

Een installatie voor warm tapwater bestaat uit:

- Een warmteopwekkingsinstallatie, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen 2 types: installaties met ogenblikkelijke opwarming van het warm tapwater en installaties met warmteopslag. In beide gevallen kan het warmteopwekkingstoestel voor ruimteverwarming de warmte leveren ofwel hebben ruimteverwarming en warm tapwater elk een eigen warmteopwekkingstoestel;
- Een warmteverdeling.

De bruto energiebehoefte voor warm tapwater omvat de netto energiebehoefte voor warm tapwater en alle verliezen, die bij de verdeling ervan optreden. Deze verliezen worden via het systeemrendement ingerekend. Ingeval meer dan 1 warmteopwekkingsinstallatie voor de opwekking van warm tapwater instaat, wordt elk gekoppeld aan de tappunten die ze bedient.

9.2 Maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming

9.2.1 Principe

De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van een energiesector i wordt bekomen door de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming te delen door het maandgemiddeld systeemrendement voor ruimteverwarming. Dit maandgemiddeld systeemrendement stelt de verhouding voor tussen de nuttige warmte die het warmteafgiftesysteem maandelijks aan de energiesector afgeeft en de warmte die de bijbehorende warmteopwekkingsinstallatie maandelijks aan het systeem van warmteverdeling (en eventueel warmteopslag) overdraagt. Het verschil tussen beide wordt o.a. door volgende verliesstromen bepaald:

1. De niet gerecupereerde opslag- en verdeelverliezen;
2. Een bijkomende verliesstroom doorheen de uitwendige scheidingsconstructies achter, onder of boven het verwarmingselement;
3. Een bijkomende verliesstroom als gevolg van temperatuurstratificatie, waardoor op referentiehoogte de resulterende temperatuur lager ligt dan op plafondhoogte;
4. Een bijkomende verliesstroom door het feit dat in de wat lage, maar constante binnentemperatuur van 18°C nachtelijke temperatuurverlaging en gedifferentieerde dagtemperaturen verrekend zitten en de regeling niet zomaar in staat is de gewenste differentiatie te realiseren;

5. Een bijkomende verliesstroom doordat de gebouwgebruikers de instelwaarde minus de differentie als gewenste temperatuur zien.

De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt berekend als:

$$Q_{\text{heat,gross,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\eta_{\text{sys,heat,seci,m}}} \quad (\text{MJ})$$

met:

| | |
|----------------------------------|---|
| $Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ; |
| $Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.2; |
| $\eta_{\text{sys,heat,sec i,m}}$ | het maandgemiddeld systeemrendement voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.2 (-). |

9.2.2 Maandgemiddeld systeemrendement

9.2.2.1 Principe

Het boven gedefinieerd maandgemiddeld systeemrendement bestaat op zijn beurt uit een product van het maandgemiddeld afgifte-, het maandgemiddeld verdeel- en het maandgemiddeld opslagrendement:

$$\eta_{\text{sys,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{stor,heat,seci,m}} \quad (-)$$

met:

| | |
|------------------------------------|--|
| $\eta_{\text{em,heat,sec i,m}}$ | het maandgemiddeld afgifterendement van energiesector i , bepaald volgens 9.2.2.2 (-); |
| $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ | het maandgemiddeld verdeelrendement van energiesector i , bepaald volgens 9.2.2.3 (-); |
| $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$ | het maandgemiddeld opslagrendement van energiesector i , bepaald volgens 9.2.2.4 (-). |

Het maandgemiddeld afgifterendement stelt de verhouding voor tussen de nuttige warmte die de verwarmingselementen maandelijks aan de energiesector afgeven en de totale warmte die ze maandelijks afgeven. Hierin zitten zowel de onnuttige warmteverliezen van deze elementen als de verliezen door onvolmaakte regeling.

Het maandgemiddeld verdeelrendement stelt de verhouding voor tussen de warmte die de verwarmingselementen maandelijks aan de energiesector afgeven en de warmte die de warmteopwekkingsinstallatie(s) en/of opslagvat(en) maandelijks aan het systeem van warmteverdeling overdragen.

Ingeval van opslag van thermische energie in een buffervat stelt het maandgemiddeld opslagrendement de verhouding voor tussen de warmte die maandelijks aan het verdeelsysteem afgegeven wordt en de warmte die de

warmteopwekkingsinstallatie(s) maandelijks aan het (de) opslagvat(en) overdraagt (overdragen).

De methode voor de bepaling van het maandelijks gemiddeld systeemrendement voor een systeem "Combilus" wordt bepaald volgens vooraf door de minister erkende regels. Onder Combilus wordt een gemeenschappelijke (in de zin dat meerdere EP-volumes bediend worden door dezelfde combilus of als de combilus een collectieve wooneenheid bedient) circulatieleiding verstaan die zowel voor warm tapwater als voor ruimteverwarming dienst doet.

9.2.2.2 Afgifterendement

Neem als eenvoudige benadering de waarden van Tabel 6. Voor een detailberekening wordt verwezen naar Bijlage D van deze tekst.

Indien er in geval van centrale verwarming meer dan 1 afgiftesysteem in de energiesector aanwezig is, beschouw dan het systeem met het slechtste afgifterendement uit Tabel 6. Gebruik van Bijlage D van deze tekst is in dat geval niet meer mogelijk.

Indien er in een energiesector meerdere types plaatselijke verwarming aanwezig zouden zijn, is een verdere opdeling in energiesectoren verplicht, zodat er in elke energiesector slechts 1 type aanwezig blijft: zie ook 5.3.

Tabel 6: Rekenwaarden voor het afgifterendement

| <u>Centrale verwarming</u> | | |
|--|---|------------------------|
| regeling van de binnentemperatuur | regeling van de vertrektemperatuur van het kringwater of van de lucht | |
| | constante instelwaarde | variabele instelwaarde |
| temperatuurgestuurd per ruimte | 0,87 (1) | 0,89 (1) |
| andere | 0,85 (1) | 0,87 (1) |
| <u>Plaatselijke verwarming</u> | | |
| houtkachel | | 0,82 |
| kolenkachel | | 0,82 |
| oliekachel | | 0,87 |
| gaskachel | | 0,87 |
| elektrisch stralingstoestel of convector, zonder elektronische regeling (bv. met bimetaal) | | 0,90 |
| elektrisch stralingstoestel of convector, met elektronische regeling | | 0,96 |
| elektrische accumulatieverwarming, zonder buitenvoeler (bv. manueel in te stellen) | | 0,85 |

| | |
|---|------|
| elektrische accumulatieverwarming, met buitenvoeler | 0,92 |
| elektrische weerstandsverwarming ingebed in vloer, muur of plafond | 0,87 |
| <u>Gemeenschappelijke verwarming</u> | |
| Indien meerdere wooneenheden over een gemeenschappelijke warmteopwekkingsinstallatie beschikken dienen de bovenstaande waarden (voor centrale verwarming) als volgt verminderd te worden: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • indien er per wooneenheid een individuele warmtekostenafrekening gebeurt op basis van een individuele meting van het reële verbruik: vermenigvuldig de van toepassing zijnde bovenstaande waarde met de factor 0,95 | |
| <ul style="list-style-type: none"> • indien er geen dergelijke geïndividualiseerde reële warmtekostenafrekening gebeurt: vermenigvuldig de van toepassing zijnde bovenstaande waarde met de factor 0,85 | |

(1) Indien 1 of meerdere warmteafgifte-elementen in de energiesector (gedeeltelijk) voor beglazing opgesteld staan, wordt het rendement verlaagd met 0,08.

Bij centrale verwarmingssystemen dient een onderscheid gemaakt te worden al naar gelang de regeling van de vertrektemperatuur in het verdeelsysteem⁶:

- ofwel is de instelwaarde constant;
- ofwel verandert de instelwaarde automatisch, bv. samen met de buitentemperatuur.

Een regeling behoort tot de categorie 'temperatuurgestuurd per ruimte' indien in alle ruimten van de betreffende energiesector de warmteafgifte zo geregeld is dat de warmtetoevoer automatisch afgesloten wordt van zodra de instelwaarde van de binnentemperatuur bereikt is. Dit kan bv. door thermostatische kranen op alle afgifte-elementen en/of door een thermostaatregeling in elke ruimte. Eenvoudige afsluitkranen op radiatoren vallen niet in de categorie 'temperatuurgestuurd'.

9.2.2.3 Verdeelrendement

Neem als eenvoudige benadering voor het maandelijks verdeelrendement de constante waarden van Tabel 7. Voor een detailberekening wordt verwezen naar Bijlage E van deze tekst.

⁶ Een variabele instelwaarde kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden m.b.v. een glijdende keteltemperatuursregeling, of m.b.v. een driewegsmengkraan onmiddellijk na de ketel mits die voorzien is van een automatische regeling met variabel setpoint.

Tabel 7: Verdeelrendement

| Verwarmingsinstallatie | $\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ |
|---|------------------------------------|
| Plaatselijke verwarming | 1,00 |
| Centrale verwarming met warm water of lucht, gemeenschappelijke verwarming | |
| - Alle leidingen of kanalen binnen de isolatielaag van het beschermd volume | 1,00 |
| - Een deel van de leidingen of kanalen buiten de isolatielaag van het beschermd volume | 0,95 |

9.2.2.4 Opslagrendement

Neem als eenvoudige benadering voor het maandelijks opslagrendement de constante waarden van Tabel 8.

Tabel 8: Opslagrendement

| Opslag van warmte voor ruimteverwarming in een (of meerdere) buffervat(en) | $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$ |
|---|-----------------------------------|
| Niet aanwezig | 1,00 |
| Wel aanwezig | |
| - binnen het beschermd volume | 1,00 |
| - buiten het beschermd volume | 0,97 |

9.3 Maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater

9.3.1 Principe

De maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater wordt bekomen door de netto energiebehoefte te delen door het bijbehorend maandgemiddeld systeemrendement:

$$Q_{\text{water,bath i,gross,m}} = r_{\text{water,bath i,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,bath i,net,m}}}{\eta_{\text{sysbath i,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink i,gross,m}} = r_{\text{water,sink i,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,sink i,net,m}}}{\eta_{\text{sys,sink i,m}}} \quad (\text{MJ})$$

met:

| | |
|---|--|
| $Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , in MJ, bepaald volgens 7.3; |
| $Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , in MJ, bepaald volgens 7.3; |
| $\eta_{\text{sys,bath } i,m}$ | het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van douche of bad i , bepaald volgens 9.3.2.2 (-); |
| $\eta_{\text{sys,sink } i,m}$ | het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens 9.3.2.2 (-); |
| $r_{\text{water,bath } i,\text{gross}}$ | een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels (-); |
| $r_{\text{water,sink } i,\text{gross}}$ | een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels (-). |

De reductiefactoren $r_{\text{water,gross}}$ kunnen niet toegepast worden in geval het warm tapwater voor de douche, het bad of het aanrecht uit een circulatieleiding betrokken wordt. In dit geval dient beroep gedaan te worden op gelijkwaardigheid.

9.3.2 Systeemrendement voor warm tapwater

9.3.2.1 Principe

Het systeemrendement voor warm tapwater hangt af van de wijze van verdelen van het warm tapwater en van het aftappatroon. Bij elke afname wordt in de intussen afgekoelde tapleidingen koud water verdrongen door warm water. Ook na de initiële doorspoeling blijft het warme water afkoelen bij zijn doorgang doorheen de tapleidingen. Bij installaties met circulatieleiding is er warmteverlies, evenredig met de lengte van deze leiding. De circulatieleiding kan zowel betrekking hebben op 1 'EPW-volume' (bv. een eengezinswoning) als op meerdere EPB-eenheden (bv. de verschillende wooneenheden in een appartementsgebouw met gemeenschappelijke, centrale warm tapwater opwekking).

De methode voor de bepaling van het systeemrendement voor een systeem "Combilus" wordt bepaald volgens vooraf door de minister erkende regels.

9.3.2.2 Rekenregel

Bepaal het systeemrendement bij badkamers en keukens als:

- zonder circulatieleiding:

$$\eta_{\text{sys,bath } i,m} = \eta_{\text{tubingbath } i}$$

$$\eta_{\text{sys,sink } i,m} = \eta_{\text{tubingsink } i}$$

- met circulatieleiding:

$$\eta_{\text{sys,bath } i,m} = \eta_{\text{tubingbath } i} \cdot \eta_{\text{water,circ } k,m}$$

$$\eta_{\text{sys,sinki,m}} = \eta_{\text{tubingsinki}} \cdot \eta_{\text{water,circ k,m}}$$

met:

- $\eta_{\text{tubing,bath } i}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i , zoals hieronder bepaald (-);
- $\eta_{\text{tubing,sink } i}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht i , zoals hieronder bepaald (-);
- $\eta_{\text{water,circ k,m}}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van de circulatieleiding k , zoals hieronder bepaald (-).

Bepaal de bijdrage van de tapleidingen als:

$$\eta_{\text{tubingbath } i} = \frac{25}{25 + l_{\text{tubingbath } i} / r_{\text{water,bath } i,\text{net}}} \quad [-]$$

$$\eta_{\text{tubingsinki}} = \frac{9,5}{9,5 + l_{\text{tubingsinki}} / r_{\text{water,sinki,\text{net}}}} \quad [-]$$

met

- $l_{\text{tubing,bath } i}$ de lengte van de leidingen naar douche of bad i , in m.
Indien er geen circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het aansluitpunt van de betreffende warmteopwekker voor warm tapwater en het vloermidden van de betreffende badkamer. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden.
Indien er wel een circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het betreffende aftakpunt van de circulatieleiding en het vloermidden van de betreffende badkamer. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden;
- $r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels (-);
- $l_{\text{tubing,sink } i}$ de lengte van de leidingen naar keukenaanrecht i , in m.
Indien er geen circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen de betreffende warmteopwekker voor warm tapwater en het vloermidden van de betreffende keuken. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden.
Indien er wel een circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het betreffende aftakpunt van de circulatieleiding en het vloermidden van de betreffende keuken. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden;
- $r_{\text{water,sink } i,\text{net}}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht i d.m.v.

warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels (-).

Als waarden bij ontstentenis gelden:

$$l_{\text{tubing,bath } i} = 10 \quad [\text{m}]$$

$$l_{\text{tubing,sink } i} = 20 \quad [\text{m}]$$

Bepaal de bijdrage van de circulatieleiding k als:

$$\eta_{\text{water,circ } k,m} = \frac{Q_{\text{water out,circ } k,m}}{Q_{\text{water out,circ } k,m} + t_m \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,j}})}{R_{l,j}}} \quad (-)$$

met:

$$Q_{\text{water out,circ } k,m} = \sum_i \left(w_{\text{bath } i,\text{circ } k} \cdot \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubingbath } i}} + w_{\text{sink } i,\text{circ } k} \cdot \frac{Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubingsink } i}} \right) \quad (\text{MJ})$$

en:

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel 1;

$l_{\text{circ } k,j}$ de lengte van segment j van circulatieleiding k, in m;

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

- indien het leidingsegment binnen het beschermde volume ligt, geldt: $\theta_{\text{amb,m,j}} = 18$;

- indien het leidingsegment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{\text{amb,m,j}} = 11 + 0,4 \theta_{e,m}$;

- indien het leidingsegment buiten ligt, geldt: $\theta_{\text{amb,m,j}} = \theta_{e,m}$;

waarin:
 $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel 1;

$R_{l,j}$ de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, in mK/W, bepaald volgens bijlage E.3 van deze tekst;

$w_{\text{bath } i,\text{circ } k}$ een factor die inreken of douche of bad i bediend wordt door circulatieleiding k:

zo ja, stel $w_{\text{bath } i,\text{circ } k} = 1$;

zo nee, stel $w_{\text{bath } i,\text{circ } k} = 0$;

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens 7.3, in MJ;

$w_{\text{sink } i,\text{circ } k}$ een factor die inreken of keukenaanrecht i bediend wordt door de circulatieleiding:

zo ja, stel $w_{\text{sink } i,\text{circ } k} = 1$;

zo nee, stel $w_{\text{sink } i,\text{circ } k} = 0$;

$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens 7.3, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle segmenten j van circulatieleiding k en over alle douches, baden en keukenaanrechten i.

10 Eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en koeling

10.1 Vooraf

Met het eindenergieverbruik verschijnen de warmteopwekkingstoestellen in de beoordeling. Dat gebeurt in het algemeen via het opwekkingsrendement en bij warmtepompen via de seizoensprestatiefactor (SPF). In voorkomend geval wordt gelijktijdig rekening gehouden met de nuttige bijdrage van thermische zonne-energiesystemen. Voor koeling geldt een specifieke procedure.

Bij uitbreiding van een gebouw kunnen zich volgende gevallen voordoen:

- Indien de uitbreiding verwarmd wordt met nieuwe warmteopwekkingstoestellen die onafhankelijk van de bestaande toestellen werken, wordt onderstaande procedure onverminderd toegepast.
- Indien er nieuwe warmteopwekkingstoestellen geplaatst worden die in combinatie met de bestaande toestellen werken, dan dient onderstaande procedure toegepast te worden waarbij de bestaande toestellen buiten beschouwing blijven.

Indien er geen bijkomende toestellen geplaatst worden, maar enkel gebruik gemaakt wordt van bestaande toestellen, dan wordt onderstaande procedure toegepast op de bestaande toestellen. Als niet alle benodigde informatie beschikbaar is, kan men rekenen met een waarde bij ontstentenis.

10.2 Maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming

10.2.1 Principe

De energie nodig om een energiesector te verwarmen kan door 1 enkel opwekkingstoestel geleverd worden, of door een combinatie van parallel geschakelde toestellen. Omwille van dit laatste geval wordt het formalisme ingevoerd van een preferent en niet-preferent geschakeld toestel. In het (meest gebruikelijke) geval dat er geen parallel toestel is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%. Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor het niet-preferente toestel.

Dit principe is ook geldig voor warmtepompen met een ingebouwde elektrische weerstandsverwarming, waarbij de warmtepomp en de elektrische weerstandsverwarming als parallel geschakelde toestellen worden beschouwd. De minister kan bijkomende en/of afwijkende specificaties vastleggen voor de berekening van warmtepompen met een ingebouwde elektrische weerstandsverwarming.

10.2.2 Rekenregel

Het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, zonder de hulpenergie mee te tellen, wordt per maand en per energiesector gegeven door:

$$Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,sec i,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

- $f_{\text{heat,m,pref}}$ de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, zoals hieronder bepaald (-);
- $f_{\text{as,heat,seci,m}}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4 (-);
- $Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens 9.2, in MJ;
- $\eta_{\text{gen,heat,pref}}$ het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens 10.2.3 (-);
- $\eta_{\text{gen,heat,npref}}$ het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens 10.2.3 (-).

Voor de groepering van toestellen en de opdeling in preferente en niet-preferente warmteopwekkers gelden dezelfde regels als gespecificeerd in 7.1, 7.2.1 en 7.3.1 van bijlage VI bij dit besluit

Bepaal de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, als volgt :

- Indien er slechts 1 type toestel is, geldt: $f_{\text{heat,m,pref}} = 1$;
- Indien het preferente toestel een waterketel, warme lucht generator, elektrische weerstandsverwarming of warmtepomp is, ontleen dan de waarden voor $f_{\text{heat,m,pref}}$ aan Tabel 9. Voor de bepaling van het aandeel in het totaal geïnstalleerd vermogen gelden dezelfde regels als gespecificeerd in 7.3.1 van bijlage VI bij dit besluit;
- Indien het preferente toestel een gebouwgebonden WKK-installatie is, ontleen dan de waarde voor $f_{\text{heat,m,pref}}$ aan Tabel 10.

Tabel 9: Waarden van de maandelijkse fractie in functie van het aandeel van het preferente warmteopwekkingssysteem in het totaal geïnstalleerd vermogen - voor preferente opwekkers die geen gebouwgebonden WKK zijn

| Aandeel in het totaal geïnstalleerd vermogen van de preferente opwekker | J | F | M | A | M-S | O | N | D |
|--|---|---|---|---|-----|---|---|---|
| Waterketel, warme lucht generator of elektrische weerstandsverwarming als preferente opwekker | | | | | | | | |
| < 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|---|------|------|------|
| 0,2 - 0,3 | 0,44 | 0,46 | 0,55 | 0,72 | 1 | 0,89 | 0,54 | 0,42 |
| 0,3 - 0,4 | 0,68 | 0,74 | 0,88 | 1 | 1 | 1 | 0,87 | 0,67 |
| > 0,4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Warmtepomp als preferente opwekker | | | | | | | | |
| < 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,1 - 0,2 | 0,42 | 0,44 | 0,53 | 0,70 | 1 | 0,86 | 0,52 | 0,40 |
| 0,2 - 0,3 | 0,69 | 0,73 | 0,86 | 1 | 1 | 1 | 0,86 | 0,66 |
| 0,3 - 0,4 | 0,81 | 0,86 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,78 |
| 0,4 - 0,6 | 0,85 | 0,90 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,81 |
| 0,6 - 0,8 | 0,86 | 0,91 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,82 |
| > 0,8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Tabel 10: Waarden van de maandelijkse fractie
- preferente opwekker is gebouwgebonden WKK**

| | |
|---|---|
| Geval: $V_{stor,cogen} < V_{stor,30 \text{ min}}$: - $0 \leq x_m < 0,3$ - $0,3 \leq x_m < 0,9$ - $0,9 \leq x_m < 1,3$ - $1,3 \leq x_m < 8,9$ - $8,9 \leq x_m$ | 0 $\frac{2}{3} \cdot x_m - 0,2$ $0,43 \cdot x_m + 0,013$ $\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$ $\frac{1}{x_m}$ |
| Geval: $V_{stor,cogen} \geq V_{stor,30 \text{ min}}$: - $0 \leq x_m < 0,05$ - $0,05 \leq x_m < 0,35$ - $0,35 \leq x_m < 0,9$ | 0 $1,66 \cdot x_m - 0,083$ $0,36 \cdot x_m + 0,376$ |

| | |
|------------------------|--|
| - $0,9 \leq x_m < 8,9$ | $\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$ |
| - $8,9 \leq x_m$ | $\frac{1}{x_m}$ |

De symbolen in de tabel zijn als volgt gedefinieerd:

| | |
|-------------------|---|
| x_m | een hulpvariabele, zoals bepaald in bijlage A.5 van bijlage VI bij dit besluit (-); |
| $V_{stor,cogen}$ | de waterinhoud van het buffervat, dat dient voor opslag van de warmte die geleverd wordt door de WKK-installatie, in m ³ ; |
| $V_{stor,30 min}$ | de minimale waterinhoud van een buffervat om 30 minuten warmteproductie van de gebouwgebonden WKK-installatie op vol vermogen op te slaan, in m ³ , zoals bepaald in bijlage A.6 van bijlage VI bij dit besluit, in m ³ . |

10.2.3 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en bevochtiging

10.2.3.1 Principe

Het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de warmtelevering door de warmteopwekkingsinstallatie aan het systeem voor warmteverdeling en de energie nodig om die warmte te genereren. Elektrisch hulpenergieverbruik voor waterketels en warme lucht generatoren wordt ingerekend in 11.1.2. Het verbruik van een waakvlam wordt in voorkomend geval ingerekend in 11.1.3.

De bepaling van het opwekkingsrendement, vermeld in dit hoofdstuk, is ook van toepassing voor de warmteopwekking ten behoeve van bevochtiging, zie paragraaf 7.4.1 van bijlage VI bij dit besluit.

10.2.3.2 Opwekkingsrendement van verwarmingstoestellen die geen elektrische warmtepomp zijn

Ontleen het opwekkingsrendement aan Tabel 11. Voor de meeste toesteltypes wordt de waarde bij ontstentenis vermeld in de derde kolom van de tabel.

**Tabel 11 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming
(met uitzondering van elektrische warmtepompen)**

| Warmteopwekkingstoestel | Opwekkingsrendement | |
|------------------------------------|---|-------------------------|
| | $\eta_{gen,heat}$ | |
| | Detailberekening | Waarde bij ontstentenis |
| <u>Centrale verwarming</u> | | |
| - condenserende waterketel (1) (2) | $f_{NCV/GCV} [\eta_{30\%} + 0,003 (\theta_{30\%} - \theta_{ave,boiler})]$ | 0,73 |

| | | |
|---|----------------------------------|----------------|
| - niet-condenserende waterketel (1) (2) | $f_{\text{NCV/GCV}} \eta_{30\%}$ | 0,73 |
| - warme lucht generator (1) | $f_{\text{NCV/GCV}} \eta_{30\%}$ | 0,73 |
| - gebouwgebonden WKK | $\epsilon_{\text{cogen, th}}$ | - ⁷ |
| - externe warmtelevering | $\eta_{\text{heat, dh}}$ | - ⁸ |
| - elektrische weerstandsverwarming (1) | 1,00 | 1,00 |
| <u>Plaatselijke verwarming (3)</u> | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,77$ | |
| - kolenkachel | | |
| - houtkachel | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,77$ | |
| - oliekachel | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,80$ | |
| - gaskachel | $f_{\text{NCV/GCV}} 0,83$ | |
| - elektrische weerstandsverwarming | 1,00 | |
| <u>Speciale gevallen</u> | gelijkwaardigheid (4) | |

(1) Indien het toestel buiten het beschermd volume opgesteld is, dient het bekomen rendement verminderd te worden met 0,02.

(2) Indien de ketel uitgerust is met een regeling die de ketel permanent, dus ook gedurende periodes zonder warmtevraag, warm houdt⁹ (d.w.z.: tussen 2 branderbeurten kan de ketel niet onbeperkt afkoelen, uiteindelijk tot op omgevingstemperatuur), dient het bekomen rendement verminderd te worden met 0,05. Als men niet weet hoe de ketel precies wordt geregeld, wordt verondersteld dat een dergelijke regeling aanwezig is (en dat de ketel niet kan afkoelen).

(3) Indien de fabrikant voor het opwekkingsrendement van een plaatselijk verwarmingstoestel een waarde kan voorleggen die bepaald werd volgens vooraf door de minister erkende regels, mag in plaats van de waarde bij ontstentenis hierboven, deze waarde worden gebruikt.

⁷ Het thermisch omzettingsrendement van WKK wordt bepaald volgens bijlage A.2 van bijlage VI bij dit besluit. Aangezien voor WKK wordt gerekend met vaste rendementen in functie van het elektrisch vermogen, wordt hier geen waarde bij ontstentenis opgegeven. Eventueel is voor de bepaling van het elektrisch vermogen in bijlage A.2.1 van bijlage VI bij dit besluit een vereenvoudigde methode beschikbaar.

⁸ Het rendement van een externe warmtelevering wordt bepaald volgens door de minister erkende regels. Eventuele vereenvoudigde methodes en/of waarden bij ontstentenis maken deel uit van die regels.

⁹ Ongeacht of de keteltemperatuur constant blijft, of toch beperkt kan dalen tot een lager temperatuurniveau (maar niet helemaal tot op omgevingstemperatuur).

(4) Afwijkingen t.o.v. bovenstaande categorieën dienen o.b.v. gelijkwaardigheid behandeld te worden, als er geen vooraf door de minister erkende regels bestaan.

Als het systeem niet op basis van gelijkwaardigheid behandeld is, kan teruggevallen worden op een waarde bij ontstentenis van 0.73.

De symbolen in de tabel zijn als volgt gedefinieerd:

| | |
|----------------------------------|--|
| $f_{\text{NCV/GCV}}$ | is een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan Bijlage F van deze tekst; |
| $\eta_{30\%}$ | het deellastrendement bij een belasting van 30%. Bij luchtverwarmers waarvoor het rendement bij 30% belasting niet gemeten kan worden, mag de waarde bij 100% belasting gehanteerd worden; |
| $\theta_{30\%}$ | de ketelinlaattertemperatuur waarbij het 30% deellastrendement bepaald is, in °C; |
| $\theta_{\text{ave,boiler}}$ | de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, zoals hieronder bepaald, in °C; |
| $\varepsilon_{\text{cogen, th}}$ | het thermisch omzettingsrendement voor gebouwgebonden warmtekrachtkoppeling, zoals bepaald in bijlage A.2 van bijlage VI bij dit besluit; |
| $\eta_{\text{heat, dh}}$ | het rendement voor externe warmtelevering. Te bepalen volgens vooraf door de minister erkende regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag. |

Bepaal voor condenserende ketels de seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur met:

$$\theta_{\text{ave,boiler}} = 6,4 + 0,63 \cdot \theta_{\text{return,design}}$$

waarin:

$\theta_{\text{ave,boiler}}$ de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, in °C;

$\theta_{\text{return,design}}$ de ontwerpretourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem, in °C.

De waarde bij ontstentenis voor de ontwerpretourtemperatuur is 45°C voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- of plafondverwarming) en 70°C voor alle andere warmteafgiftesystemen. Als in één energiesector beide types systemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste ontwerpretourtemperatuur beschouwd worden¹⁰. Betere waarden kunnen

¹⁰ Het is steeds toegestaan de energiesector op te delen in verschillende kleinere energiesectoren en voor elke sector apart het van toepassing zijnde warmteafgiftesysteem te beschouwen.

ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister erkende regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

De methode voor de bepaling van het opwekkingsrendement voor een systeem "Combilus" wordt bepaald volgens vooraf door de minister erkende regels.

De minister kan nadere specificaties vastleggen om het rendement van de externe warmtelevering te berekenen.

10.2.3.3 Elektrische warmtepompen

Bij elektrische warmtepompen wordt het opwekkingsrendement gelijkgesteld aan de gemiddelde seizoensprestatiefactor (SPF). De gemiddelde seizoensprestatiefactor geeft de verhouding weer tussen de warmte die de warmtepomp in de loop van het verwarmingsseizoen aflevert en de energie die daartoe nodig is. De gemiddelde seizoensprestatiefactor hangt af van de gemiddelde temperatuur van de verdamper en de gemiddelde temperatuur van de condensor tijdens de beschouwde periode en van de energie, die nodig is om tijdens die periode de warmte aan de bron te onttrekken en de verdamper te ontdooien. De gemiddelde seizoensprestatiefactor verschilt naargelang de bron waaruit de warmtepomp warmte haalt:

- Bodem. De warmtepomp pompt een warmtetransporterend fluïdum (meestal een anti-vries oplossing, bv. een water-glycol mengsel) door een ingegraven verticale of een horizontale warmtewisselaar. De warmte die dit medium aan de bodem onttrekt, wordt afgestaan aan de verdamper. Alternatief kan het werkfluïdum van de warmtepomp direct in bodemleidingen circuleren en daar verdampen;
- Grondwater. Grondwater wordt opgepompt, staat zijn warmte af aan de verdamper en wordt terug de bodem ingepompt;
- Buitenlucht. De buitenlucht wordt met behulp van een ventilator over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- Afvoerlucht. De afvoerlucht van het ventilatiesysteem wordt over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af.

De minister kan bijkomende en/of afwijkende specificaties vastleggen voor COP_{test} en voor de bepaling van de SPF.

OPMERKING

Onder warmtepompen worden in deze tekst actieve machines verstaan die warmte opnemen vanuit een bron op lage temperatuur en die deze warmte afgeven op een hogere temperatuur voor ruimteverwarming, bevochtiging of de opwekking van warm tapwater. Een dergelijke temperatuursverhoging van de warmte gebeurt noodzakelijkerwijze met toevoeging van (een beperktere hoeveelheid) hoogwaardige energie.

Bij ventilatiesystemen is het ook mogelijk met passieve warmtewisselaars warmte uit de afvoerlucht aan de (koudere) toevoerlucht over te dragen. De warmteoverdracht gebeurt in dit geval op volledig natuurlijke wijze van hoge naar lage temperatuur zonder toevoeging van extra energie (afgezien van een kleine hoeveelheid extra hulpenergie, bv. wat extra verbruik door de ventilatoren om de extra drukval van de warmtewisselaar te overwinnen). Dergelijke toestellen bestaan in verschillende varianten (bv. kruis- of tegenstroom platenwarmtewisselaars, roterende warmtewielen, warmtepijpbatterijen, regeneratieve systemen, enz.) en worden hier aangeduid met de algemene term warmteterugwinapparaat. De

energetische evaluatie van warmteterugwinapparaten gebeurt bij de behandeling van de ventilatieverliezen in 7.4.

Wanneer warmtepompen toegepast worden op de ventilatielucht, worden ze vaak gecombineerd met warmteterugwinapparaten. Normaliter is dit energetisch gunstiger. Om dubbeltellingen te vermijden mag de prestatiecoëfficiënt van de warmtepomp die in dit hoofdstuk gebruikt wordt, enkel betrekking hebben op de warmtepomp zelf zonder het effect van het warmteterugwinapparaat mee te integreren, vermits dit laatste expliciet ingerekend wordt in het hoofdstuk ventilatie. De combinatie van de evaluatie van de warmtepomp in strikte zin in dit hoofdstuk, en van het warmteterugwinapparaat in het hoofdstuk ventilatie, geeft een correcte beoordeling van het gecombineerd systeem in zijn geheel bij de bepaling van het karakteristiek energieverbruik.

De waarde bij ontstentenis voor $\eta_{\text{gen,heat}}$ voor warmtepompen met lucht als warmtebron én als warmteafvoerend medium bedraagt 1,25. Voor alle andere types warmtepompen is de waarde bij ontstentenis voor $\eta_{\text{gen,heat}}$ gelijk aan 2. Men mag het opwekkingsrendement ook in detail berekenen volgens de onderstaande methode. Stel in dat geval het opwekkingsrendement van warmtepompen gelijk aan de gemiddelde seizoensprestatiefactor, SPF:

$$\eta_{\text{gen,heat}} = \text{SPF} \quad [-]$$

met:

$$\text{SPF} = f_{\theta,\text{heat}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot f_{\text{AHU}} \cdot \text{COP}_{\text{test}} \quad [-]$$

waarin:

$f_{\theta,\text{heat}}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of desgevallend warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor in de test volgens NBN EN 14511, in geval van warmtetransport met water (-);

$f_{\Delta\theta}$ een correctiefactor voor het verschil in temperatuursvariatie van enerzijds het warmteafgiftesysteem bij ontwerpomstandigheden (of desgevallend warmteopslag) en van anderzijds het water over de condensor onder testomstandigheden volgens NBN EN 14511, in geval van warmtetransport met water (-);

f_{pumps} een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper (-);

f_{AHU} een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens NBN EN 14511. f_{AHU} komt enkel tussen bij de warmtepompen op ventilatielucht (-);

COP_{test} de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp bepaald volgens NBN EN 14511 bij de volgende testomstandigheden (-):

Tabel 12: Testomstandigheden voor de bepaling van COP_{test}

| warmtebron | warmteafvoer | testomstandigheden |
|--|---|---------------------------|
| op basis van tabel 3 in NBN EN 14511-2 | | |
| buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | A2/A20 |
| buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht | alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | A2/A2 |
| alleen buitenlucht | alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | A2/A20 |
| alleen afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | A20/A20 |
| alleen afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | A20/A2 |
| alleen afgevoerde lucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | A2/A20 |
| | | |
| op basis van tabel 5 in NBN EN 14511-2 | | |
| bodem met behulp van een intermediair hydraulisch circuit | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | B0/A20 |
| bodem met behulp van een intermediair hydraulisch circuit | alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | B0/A2 |
| bodem met behulp van een intermediair hydraulisch circuit | alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | B0/A20 |
| | | |
| bodem door middel van grondwater | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | W10/A20 |
| bodem door middel van grondwater | alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | W10/A2 |

| | | |
|---|--|---------|
| bodem door middel van. grondwater | alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | W10/A20 |
| op basis van tabel 7 in NBN EN 14511-2 | | |
| bodem m.b.v. een intermediair hydraulisch circuit | water | B0/W35 |
| bodem d.m.v. grondwater | water | W10/W35 |
| op basis van tabel 12 in NBN EN 14511-2 | | |
| alleen buitenlucht eventueel in combinatie met afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | water | A2/W35 |
| alleen afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | water | A20/W35 |
| <p>waarin:</p> <p>A lucht als medium (air). Het cijfer erna is de droge bol inlaattemperatuur, in °C;</p> <p>B intermediaire vloeistof met een vriestemperatuur lager dan die van water (brine). Het cijfer erna is de inlaattemperatuur in de verdamper, in °C;</p> <p>W water als medium (water). Het cijfer erna is de inlaattemperatuur in de verdamper of de uitlaattemperatuur aan de condensor, in °C.</p> | | |

NOTA: sommige testomstandigheden komen overeen met de "standard rating conditions" in NBN EN 14511-2, andere met de "application rating conditions". De meeste testomstandigheden voor de directe opwarming van buitenlucht vormen een toevoeging: die specifieke combinaties of temperatuursomstandigheden komen niet als zodanig voor in de norm.

Correctiefactor $f_{\theta,heat}$

- Lucht als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\theta,heat} = 1$

- Water als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\theta,heat} = 1 + 0,01 \cdot (43 - \theta_{supplydesign})$

met:

$\theta_{\text{supply, design}}$ de vertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte in °C bij de ontwerpomstandigheden. Hierbij dient niet enkel rekening gehouden te worden met het afgiftesysteem, maar ook met de dimensionering van een eventueel buffervat (maximale opslagtemperatuur). Als waarde bij ontstentenis mag voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- en plafondverwarming) $\theta_{\text{supply, design}} = 55^\circ\text{C}$ genomen worden en voor alle andere warmteafgiftesystemen $\theta_{\text{supply, design}} = 90^\circ\text{C}$. Indien in één energiesector beide types systemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste vertrektemperatuur beschouwd te worden¹¹. Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister erkende regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Correctiefactor $f_{\Delta\theta}$

- Lucht als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\Delta\theta} = 1$
- Water als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \cdot (\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}})$

met:

$\Delta\theta_{\text{design}}$ het temperatuursverschil in °C tussen vertrek en retour van het afgiftesysteem (of desgevallend de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden en $\Delta\theta_{\text{test}}$ de temperatuurstoename van het water over de condensor in °C, bij het testen volgens de norm NBN EN 14511. Als waarde bij ontstentenis mag $f_{\Delta\theta} = 0,93$ genomen worden.

Correctiefactor f_{pumps}

- Geen pomp voor de warmtetoevoer naar de verdamper: $f_{\text{pumps}} = 1$ (d.w.z. lucht als warmtebron of directe verdamping in de bodem);
- Elektrisch vermogen van de pomp niet gekend: $f_{\text{pumps}} = 5/6$;
- Elektrisch vermogen van de pomp (P_{pumps} , in kW) wel gekend:

$$f_{\text{pumps}} = \frac{1}{1 + P_{\text{pumps}}/P_{\text{HP}}}$$

met P_{HP} het elektrisch vermogen (in kW) van de warmtepomp volgens de norm NBN EN 14511 bij dezelfde testomstandigheden als waarbij COP_{test} bepaald is.

Correctiefactor f_{AHU}

Deze factor komt enkel tussen wanneer de ventilatietoevoer en/of de ventilatieafvoer gebruikt worden.

¹¹ Het is steeds toegelaten de energiesector op te delen in verschillende kleinere energiesectoren en voor elke sector apart het van toepassing zijnde warmteafgiftesysteem te beschouwen.

- Afgevoerde ventilatielucht enige warmtebron (zonder voorafgaande menging met buitenlucht), toegevoerde ventilatielucht enig warmteafvoerend fluïdum (zonder recirculatie van ruimtelucht).

$$f_{AHU} = \frac{0,51 + 0,7 \cdot \min(\dot{V}_{supply}, \dot{V}_{extr}) / \dot{V}_{max}}{0,51 + 0,7 \cdot \dot{V}_{test} / \dot{V}_{max}}$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{AHU} = 0,51$

- Afgevoerde ventilatielucht enige warmtebron (zonder voorafgaande menging met buitenlucht), warmteafgifte niet alleen aan de toegevoerde ventilatielucht:

$$f_{AHU} = \frac{0,75 + 0,35 \cdot \dot{V}_{extr} / \dot{V}_{max}}{0,75 + 0,35 \cdot \dot{V}_{test} / \dot{V}_{max}}$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{AHU} = 0,75$

- Toegevoerde ventilatielucht enig warmteafvoerend fluïdum (zonder recirculatie van ruimtelucht), afgevoerde ventilatielucht niet de enige warmtebron:

$$f_{AHU} = \frac{0,75 + 0,35 \cdot \dot{V}_{supply} / \dot{V}_{max}}{0,75 + 0,35 \cdot \dot{V}_{test} / \dot{V}_{max}}$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{AHU} = 0,75$

- In alle andere gevallen: $f_{AHU}=1$;

Hierbij zijn:

| | |
|--------------------|---|
| \dot{V}_{max} | het maximaal luchtdebiet doorheen de installatie in m ³ /h, zoals opgegeven door de fabrikant. Geeft de fabrikant een bereik van debieten op, neem dan de grootste waarde; |
| \dot{V}_{test} | het luchtdebiet doorheen de installatie in m ³ /h bij de test volgens de norm NBN EN 14511; |
| \dot{V}_{extr} | het ontwerpafvoerdebiet doorheen de installatie, in m ³ /h; |
| \dot{V}_{supply} | het ontwerptoevoerdebiet doorheen de installatie, in m ³ /h. |

10.3 Maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater

10.3.1 Principe

De energie nodig om warm tapwater te produceren kan door één enkel opwekkingstoestel geleverd worden, of door een combinatie van parallel geschakelde toestellen. Voor de verschillende tappunten in de badkamer en de keuken kunnen eventueel verschillende toestellen (of combinatie van toestellen) gebruikt worden. Omwille van het geval met meerdere parallelle toestellen wordt, volledig analoog aan ruimteverwarming, het formalisme ingevoerd van een preferent en niet-preferent geschakeld toestel. In het

(meest gebruikelijke) geval dat er geen parallel toestel is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%. Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor het niet-preferente toestel.

Dit principe is ook geldig voor warmtepompen met een ingebouwde elektrische weerstandsverwarming, waarbij de warmtepomp en de elektrische weerstandsverwarming als parallel geschakelde toestellen worden beschouwd. De minister kan bijkomende en/of afwijkende specificaties vastleggen voor de berekening van warmtepompen met een ingebouwde elektrische weerstandsverwarming.

10.3.2 Rekenregel

Het eindenergieverbruik voor warm tapwater wordt per maand gegeven door:

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final,m,pref}} = \frac{f_{\text{water,bath } i,\text{m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,bath } i,\text{m}}) \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,\text{m,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,bath } i,\text{m,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{as,water,bath } i,\text{m}}) \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,\text{m,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final,m,pref}} = \frac{f_{\text{water,sink } i,\text{m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,sink } i,\text{m}}) \cdot Q_{\text{water,sink } i,\text{gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,\text{m,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,sink } i,\text{m,pref}}) \cdot (1 - f_{\text{as,water,sink } i,\text{m}}) \cdot Q_{\text{water,sink } i,\text{gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,\text{m,npref}}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{water,m,pref}}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater welke door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, met index 'bath i' of 'sink i' al naar gelang het geval (-):
 * indien er slechts 1 toestel is, geldt: $f_{\text{water,m,pref}} = 1$;
 * indien er meerdere parallelle warmteopwekkers zijn en deze toestellen ook voor ruimteverwarming instaan, ontleen dan de waarde aan Tabel 9 of aan Tabel 10, naargelang het geval;
 * indien er meerdere parallelle warmteopwekkers zijn en deze toestellen enkel voor de bereiding van warm tapwater instaan, stel dan $f_{\text{water,m,pref}}$ gelijk aan de verhouding tussen het geïnstalleerd vermogen van het preferente toestel en het totaal geïnstalleerd vermogen van de warmteopwekkers voor warm tapwater;

$f_{\text{as,m}}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4. Met indices 'water,bath i' en 'water,sink i' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche of bad i en keukenaanrecht i (-);

$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross,m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens 9.3.1, in MJ;

| | |
|--|---|
| $Q_{\text{water,sink } i,\text{gross,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ; |
| $\eta_{\text{gen,water,bath } i,\text{m,pref}}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.3 (-); |
| $\eta_{\text{gen,water,bath } i,\text{m,npref}}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.3 (-); |
| $\eta_{\text{gen,water,sink } i,\text{m,pref}}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.3 (-); |
| $\eta_{\text{gen,water,sink } i,\text{m,npref}}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.3 (-). |

10.3.3 Opwekkingsrendement voor warm tapwater

10.3.3.1 Principe

Het opwekkingsrendement van een warmteopwekkingsinstallatie voor warm tapwater wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de nuttige warmtelevering aan het water, gemeten aan het vertrekpunt van de warm tapwater leiding (al naar gelang het geval, vanaf het opwekkingstoestel of vanaf het opslagvat), en de energie nodig om die warmte te produceren, inbegrepen de opslagverliezen en mogelijke elektrische hulpenergie. Het verbruik van een waakvlam wordt in voorkomend geval ingerekend in 11.1.3.

10.3.3.2 Rekenwaarden

Neem de waarden van Tabel 13. De tabel is zowel geldig voor opwekkingstoestellen die alleen het tapwater verwarmen, als voor toestellen die zowel voor de ruimteverwarming als voor de warmtapwatervoorziening instaan.

Opwekkingsinstallaties die ogenblikkelijk opwarmen, genereren slechts warmte op de ogenblikken dat er warm water getapt wordt, zonder dat er ergens in de installatie op een of andere manier warmteopslag plaatsvindt. Zodra de warmwatertapping ophoudt, stopt in die installaties ook de warmteproductie volledig en koelt het hele systeem af tot op omgevingstemperatuur.

Opwekkingsinstallaties met warmteopslag houden een hoeveelheid warmte beschikbaar in een voorraadvat, ook op ogenblikken dat er geen warm water getapt wordt. De warmteopslag is zowel mogelijk in de vorm van het warme tapwater zelf, als in de vorm van ketelwater, waarbij het tapwater zelf via een doorstroomwarmtewisselaar pas opgewarmd wordt op de tapmomenten. Ook als de installatie niet permanent warmte beschikbaar houdt, maar onbelemmerd kan afkoelen gedurende bepaalde periodes (bv. 's nachts) blijven dezelfde opwekkingsrendementen van toepassing.

Het opwekkingsrendement van collectieve¹² systemen met een of meer verbrandingstoestellen met een gezamenlijk vermogen groter dan 70 kW of een opslagcapaciteit groter dan 300 liter wordt bepaald volgens 10.3.3.3.

¹² in de zin dat verschillende EP-volumes bediend worden door dit systeem of als het systeem een collectieve wooneenheid bedient.

Tabel 13: Rekenwaarden voor het opwekkingsrendement $\eta_{gen,water}$ voor de bereiding van warm tapwater

| | ogenblikkelijke opwarming | met warmteopslag |
|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| verbrandingstoestel (1) (2) | 0,50 | 0,45 |
| elektrische weerstandsverwarming | 0,75 | 0,70 |
| elektrische warmtepomp | 1,45 | 1,40 |
| gebouwbonden WKK (1) | $\epsilon_{cogen,th}$ | $\epsilon_{cogen,th} - 0,05$ |
| externe warmtelevering | $\eta_{water,dh}$ | $\eta_{water,dh} - 0,05$ |
| andere gevallen | gelijkwaardigheid (3) | |

(1) Deze cijfers zijn al de rendementen ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde.

(2) Het betreft hier de individuele verbrandingstoestellen of de gemeenschappelijke verbrandingstoestellen waarvan het vermogen niet groter is dan 70 kW en de opslagcapaciteit niet groter is dan 300 liter.

(3) Afwijkingen ten opzichte van bovenstaande categorieën moeten op basis van gelijkwaardigheid volgens vooraf door de minister erkende regels behandeld worden.

In de tabel zijn de symbolen als volgt gedefinieerd:

$\epsilon_{cogen,th}$ het thermisch omzettingsrendement voor gebouwbonden warmtekrachtkoppeling, zoals bepaald in bijlage A.2 van bijlage VI bij dit besluit;

$\eta_{water,dh}$ het in te zetten rendement voor externe warmtelevering voor de warmtapwaterbereiding.

De minister kan nadere specificaties vastleggen om het rendement van de externe warmtelevering te berekenen.

De methode voor de bepaling van het opwekkingsrendement voor een systeem "Combilus" wordt bepaald volgens vooraf door de minister erkende regels.

10.3.3.3 Het opwekkingsrendement voor warm tapwater voor collectieve opwekkingssystemen

Het opwekkingsrendement voor warm tapwater voor een of meer direct verwarmde (door middel van verbranding in het toestel zelf) opslagvaten voor warm tapwater bedraagt 0,50 (-).

Het opwekkingsrendement voor warm tapwater voor een of meer indirect verwarmde opslagvaten (met gebruik van een tussenmedium) voor warm tapwater of voor installaties zonder opslagvaten voor warm tapwater wordt bepaald volgens Tabel 14:

Tabel 14 : opwekkingsrendementen (op de bovenwaarde) voor collectieve installaties voor warm tapwater met indirect verwarmde opslagvat(en) voor warm tapwater of voor installaties zonder opslagvat(en)

| | installaties zonder opslagvat(en) | voor installaties met minimaal x mm isolatie rond het opslagvat of de opslagvaten voor warm tapwater | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--|-----------|-----------------------------|
| | | x = 20 mm | x = 10 mm | x = 0 mm (geen isolatie) |
| niet-condenserende ketel | 0,75 | 0,67 | 0,60 | 0,37 |
| condenserende ketel | 0,85 | 0,76 | 0,68 | 0,42 |

10.4 Maandelijks nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energie-systeem

Bepaal de maandelijks nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

- indien het zowel voor ruimteverwarming als voor warm tapwater dient: volgens 10.4.1.
- indien het enkel voor de bereiding van warm tapwater dient: volgens 10.4.2.
- indien er geen thermisch zonne-energiesysteem is dat bijdraagt tot de ruimteverwarming van energiesector i , is de waarde voor $f_{as,heat,sec\ i,m}$ gelijk aan nul.
- indien een beschouwde warm tapwaterstroom (van douche of bad i , respectievelijk van een aanrecht i) niet m.b.v. een thermisch zonne-energiesysteem voorverwarmd wordt, is de betreffende waarde voor $f_{as,water,bath\ i,m}$ respectievelijk $f_{as,water,sink\ i,m}$ gelijk aan nul.

10.4.1 Ruimteverwarming en warm tapwater

10.4.1.1 Eenvoudige benadering

Bepaal de maandelijkse nuttige energiebijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag) van een thermisch zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming en warm tapwater als¹³:

$$f_{as,heat,sec\ i,m} = f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sirk\ i,m} = \min\left(1, \eta_{as,sh+wh,m} \cdot Q_{as,m} / Q_{demand,as,sh+wh,m}\right) \quad (-)$$

met:

$$Q_{as,m} = \sum_j (A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j}) \quad (MJ)$$

$$Q_{demand,as,sh+wh,m} = Q_{demand,as,water,m} + \sum_i Q_{heat,gross,sec\ i,m} \quad (MJ)$$

$$Q_{demand,as,water,m} = \sum_i (Q_{water,bath\ i,gross,m} + Q_{water,sirk\ i,gross,m}) \quad (MJ)$$

waarin:

| | |
|-----------------------------|---|
| $\eta_{as,sh+wh,m}$ | het maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem (-); |
| $Q_{as,m}$ | de maandelijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ; |
| $Q_{demand,as,sh+wh,m}$ | de totale warmtevraag waaraan het zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ; |
| $A_{as,j}$ | de apertuuroppervlakte van de collectoren met oriëntatie j in het thermisch zonne-energiesysteem, in m ² ; |
| $I_{as,m,shad,j}$ | de bezonning op het collectorvlak met oriëntatie j voor de beschouwde maand, rekening houdend met beschaduwing, bepaald volgens Bijlage C, in MJ/m ² ; |
| $Q_{demand,as,water,m}$ | de maandelijkse warmtevraag voor de bereiding van warm tapwater waaraan het zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ; |
| $Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens 9.2.1, in MJ; |
| $Q_{water,bath\ i,gross,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens 9.3.1, in MJ; |

¹³ De Engelse term voor f is 'solar fraction', verder vertaald als zonne fractie. Ze kan theoretisch variëren tussen de waarden 0 (helemaal geen bijdrage van de zonne-energie) en 1 (volledige dekking door zonne-energie).

$Q_{\text{water, sink } i, \text{ gross, m}}$ de bruto maandelijkse energiebehoefte voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle oriëntaties j en over alle energiesectoren i waaraan het zonne-energiesysteem warmte voor ruimteverwarming levert, en over alle douches, baden en keukenaanrechten i waaraan het zonne-energiesysteem warmte voor de bereiding van warm tapwater levert.

Het constant maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem wordt berekend als:

$$\text{als } \sum_i Q_{\text{heat, gross, sec } i, \text{ m}} > 0$$

$$\eta_{\text{as, sh+wh, m}} = \min \left\{ 0,16 + 0,2 \cdot \frac{Q_{\text{demand, as, water, a}}}{Q_{\text{as, a}}} + 0,015 \frac{\sum_i Q_{\text{heat, gross, sec } i, \text{ m}}}{Q_{\text{as, m}}}; 0,8 \right\} \quad (-)$$

$$\text{als } \sum_i Q_{\text{heat, gross, sec } i, \text{ m}} = 0$$

$$\eta_{\text{as, sh+wh, m}} = \min \left\{ 0,16 + 0,2 \cdot \frac{Q_{\text{demand, as, water, a}}}{Q_{\text{as, a}}}; 0,8 \right\} \quad (-)$$

met:

$Q_{\text{demand, as, water, a}}$ de jaarlijkse warmtevraag voor de bereiding van warm tapwater van de installatie, in MJ (gelijk aan de som van de 12 maandelijkse bruto energiebehoeften voor de bereiding van warm tapwater, $Q_{\text{demand, as, water, m}}$, in MJ);

$Q_{\text{heat, gross, sec } i, \text{ m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.1, in MJ;

$Q_{\text{as, a}}$ de jaarlijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, in MJ (gelijk aan de som van de zonne-instraling van elk van de 12 maanden, in MJ).

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i waaraan het zonne-energiesysteem warmte voor ruimteverwarming levert.

10.4.1.2 Detailberekening

Zijn het ontwerp van het thermisch zonne-energiesysteem en de karakteristieken van elk van de onderdelen gekend, dan mag men de maandelijkse nuttige energiebijdrage (zonne fractie) bepalen met een daartoe geschikt rekenprogramma dat vooraf door de minister erkend is. De hulpenergie (bv. voor een circulatiepomp) dient daarbij vermenigvuldigd te worden met de primaire energie omrekenfactor voor elektriciteit en in mindering gebracht te worden bij de bepaling van de maandelijkse nuttige energiebijdrage.

10.4.2 Warm tapwater

10.4.2.1 Eenvoudige methode

Bepaal de maandelijkse nuttige bijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag van de installatie) van een thermisch zonne-energiesysteem dat enkel meehelpt voor de bereiding van warm tapwater als:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = \min\left(1; \eta_{as,water,m} \cdot Q_{as,m} / Q_{demand,as,water,m}\right) \quad (-)$$

met:

| | |
|-------------------------|--|
| $\eta_{as,water,m}$ | het maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem; |
| $Q_{as,m}$ | de maandelijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ, bepaald volgens 10.4.1.1; |
| $Q_{demand,as,water,m}$ | de totale maandelijkse warmtevraag voor de bereiding van warm tapwater van de installatie, in MJ, bepaald volgens 10.4.1.1. |

Het maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem wordt berekend als:

$$\eta_{as,water,m} = \min\left\{\max\left(0; 0,16 + 0,20 \cdot \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}}\right); 0,8\right\} \quad (-)$$

met:

| | |
|-------------------------|---|
| $Q_{demand,as,water,a}$ | de jaarlijkse warmtevraag voor de bereiding van warm tapwater waaraan het zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ (gelijk aan de som van de 12 maandelijkse bruto energiebehoeften voor de bereiding van warm tapwater, $Q_{demand,as,water,m}$ in MJ); |
| $Q_{as,a}$ | de jaarlijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, in MJ (gelijk aan de som van de zonne-instraling van elk van de 12 maanden, in MJ). |

10.4.2.2 Detailberekening

Zijn het ontwerp van het zonne-energiesysteem en de karakteristieken van elk van de onderdelen gekend, dan mag men de maandelijkse nuttige energiebijdrage (zonne fractie) ervan bepalen met een daartoe geschikt rekenprogramma dat vooraf door de minister erkend is. De hulpenergie (bv. voor een circulatiepomp) dient daarbij vermenigvuldigd te worden met de primaire energie omrekenfactor voor elektriciteit en in mindering gebracht te worden bij de bepaling van de maandelijkse nuttige energiebijdrage.

10.5 Equivalent maandelijks energieverbruik voor koeling

Indien er teveel overtollige warmtewinsten optreden, is het risico op oververhitting groot. Zelfs indien er bij de bouw geen actieve koeling geplaatst wordt, blijft de kans bestaan dat deze achteraf toch nog geïnstalleerd wordt. Daarom wordt er ook in die gevallen met een equivalent fictief koelverbruik rekening gehouden, zie hoofdstuk 8 .

Bepaal het equivalent maandelijks elektriciteitsverbruik voor koeling als:

$$Q_{\text{cool,final,seci,m}} = \frac{Q_{\text{cool,net,seci,m}}}{8,1} \quad (\text{kWh})$$

met:

$Q_{\text{cool,net,seci,m}}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , berekend volgens 8.4;

8.1 het product van het forfaitair systeemrendement (0,9), een forfaitaire EER van het koelsysteem (2,5) en de omrekenfactor van MJ naar kWh (3,6).

11 Maandelijks hulpenergieverbruik

11.1 Maandelijks energieverbruik voor de hulpfuncties

11.1.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt het conventioneel energieverbruik van de hulpfuncties bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in 13.5.

11.1.2 Rekenregel voor elektrisch hulpenergieverbruik voor ruimteverwarming

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik voor hulpfuncties als:

$$W_{\text{aux,heat,m}} = \sum_j \left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,a}}} \right) \cdot W_{\text{aux,heat,j}} \quad (\text{kWh})$$

met:

$$Q_{\text{heat,gross,seci,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,gross,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, berekend volgens 9.2;

$W_{\text{aux,heat},j}$ het elektriciteitsverbruik van de hulpfunctie, horend bij de installatie, in kWh, ontleend aan Tabel 15.

Er dient gesommeerd te worden over alle type toestellen j die het 'EPW-volume' bedienen, en telkens over alle energiesectoren i van het beschouwde 'EPW-volume' die door type toestel j bediend worden.

Het eventueel hulpenergieverbruik van plaatselijke verwarmingstoestellen is reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen en wordt dan ook niet meer opnieuw ingerekend.

Tabel 15 : Rekenwaarden voor het elektriciteitsverbruik van de hulpfuncties bij installaties voor ruimteverwarming

($V_{\text{sec } i}$: volume van energiesector i)

| Toestel/ component | Uitvoering | Hulpenergieverbruik $W_{\text{aux,heat},j}$ (kWh) |
|---|--|--|
| Circulatiepomp per wooneenheid | Zonder pompregeling | $0,70 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| | Met pompregeling | $0,35 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| Circulatiepomp voor meerdere wooneenheden | Bij gescheiden warm tapwatervoor- ziening: pomp enkel voor ruimteverwarming (enkel in werking gedurende stookseizoen) | $0,35 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| | Pomp dient ook voor warmtapwater- voorziening d.m.v. afleverset: ganse jaar in werking | $0,70 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| Andere pompen | Extra pomp bij gebruik van een buffervat voor ruimteverwarming | $0,10 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| | Extra pomp tussen warmteopwekkingstoestel en verzamel/verdeelleidingen | $0,10 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| | Extra pomp voor een warmtewisselaar in een luchtbehandelingskast | $0,10 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| Ketel/generator | Ingebouwde ventilator | $0,30 \sum V_{\text{sec } i}$ |
| Ketel/generator | Elektronica | $0,20 \sum V_{\text{sec } i}$ |

Er dient telkens gesommeerd te worden over het volume van alle energiesectoren i van het beschouwde 'EPW-volume' die door het type toestel bediend worden. In geval van een luchtbehandelingskast gaat het om alle energiesectoren waarin de verwarmde lucht toegevoerd wordt.

11.1.3 Rekenregel voor het energieverbruik van waakvlammen

Het maandelijks hulpenergieverbruik van de waakvlammen wordt voor elk van de 12 maanden van het jaar¹⁴ bekomen als het product van de duur van de maand met de som van de vermogens van alle waakvlammen:

$$Q_{\text{pilot,m}} = t_m \cdot \sum_j P_{\text{pilot,j}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

t_m de duur van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan Tabel 1;

$P_{\text{pilot,j}}$ een vaste rekenwaarde voor het vermogen van een waakvlam, nl. 80 W.

Er dient gesommeerd te worden over alle warmteopwekkingstoestellen j met een waakvlam, onafgezien of ze voor ruimteverwarming en/of voor tapwaterverwarming dienen. Enige uitzondering: toestellen voor plaatselijke verwarming. Bij deze toestellen is het verbruik van de waakvlam reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen.

Indien een toestel met waakvlam meerdere EPB-eenheden bedient, wordt het verbruik van die waakvlam aan elk van de EPB-eenheden aangerekend naar rato van het relatieve volume.

11.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren

11.2.1 Principe

Het maandelijks elektriciteitsverbruik van de ventilatoren in mechanische ventilatiesystemen en/of in luchtverwarmingssystemen wordt berekend op basis van een rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van de ventilatoren, volgens:

- 11.2.2 voor de ventilator(en) die enkel dient(en) voor hygiënische ventilatie;
- 11.2.3 voor de ventilator(en) die voor luchtverwarming dient(en) (al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie).

Het totaal maandelijks elektriciteitsverbruik is de som van beiden:

$$W_{\text{aux,fans,m}} = W_{\text{aux,fans,vent,m}} + W_{\text{aux,fans,heat,m}} \quad (\text{kWh})$$

¹⁴ Er wordt bij conventie aangenomen dat de waakvlam in alle gevallen alle 12 maanden van het jaar aan blijft.

11.2.2 Ventilatoren die enkel voor hygiënische ventilatie dienen

11.2.2.1 Rekenregel

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik van de ventilatoren als:

$$W_{\text{aux,fans,vent,m}} = t_m \cdot \left(\sum_j \Phi_{\text{fans,vent,j}} \right) / 3,6 \quad (\text{kWh})$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel 1;

$\Phi_{\text{fans,vent,j}}$ de rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch vermogen van ventilator j, bepaald volgens 11.2.2.2, in W.

Er dient gesommeerd te worden over alle ventilatoren j die bijdragen tot de hygiënische ventilatie van het 'EPW-volume' (toevoer en/of afvoer en/of recirculatie) en die niet tevens voor luchtverwarming dienen (deze laatste worden beschouwd in 11.2.3). In geval voor het gemiddeld elektrisch vermogen de waarde bij ontstentenis gebruikt wordt, geldt deze onmiddellijk voor de som van alle ventilatoren in een ventilatiezone en is er dus geen somming binnen die ventilatiezone meer nodig.

11.2.2.2 Bepaling van de rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch ventilatorvermogen (voor hygiënische ventilatie)

De rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch ventilatorvermogen voor hygiënische ventilatie wordt naar keuze volgens 1 van de volgende 3 methoden bepaald:

- gebruik van een waarde bij ontstentenis (11.2.2.2.1);
- gebruik van een rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde vermogen (11.2.2.2.2);
- gebruik van het vermogen bij een representatief werkingspunt (11.2.2.2.3).

In geval van meerdere ventilatoren in eenzelfde ventilatiezone kan de 1^e methode niet gecombineerd worden met de 2^e en 3^e methode. De 2^e en 3^e methode mogen wel samen gebruikt worden.

Indien een ventilator ook instaat voor toevoer of afvoer in ruimten buiten het beschouwde 'EPW-volume' wordt, ingeval van de 2^e of 3^e methode, van de hieronder bepaalde totale rekenwaarde voor het gemiddeld vermogen enkel die fractie beschouwd die overeenkomt met de verhouding van het nominaal toe- of afvoerdebiet in de ruimten binnen het

beschouwde 'EPW-volume' en het totaal nominaal debiet van de ventilator(en)¹⁵.

11.2.2.2.1 Rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen

Neem als rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen die een mechanisch geventileerde ventilatiezone bedienen de waarden van Tabel 16.

Tabel 16 : Rekenwaarden bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen van de ventilatoren voor hygiënische ventilatie ($V_{sec\ i}$: volume van de energiesector i)

| Installatie | Type ventilator | Vermogen $\Phi_{fans,vent}$ (W) |
|--|------------------------|------------------------------------|
| MECHANISCHE TOEVOER OF MECHANISCHE AFVOER | wisselstroomventilator | $0,125 \sum V_{sec\ i}$ |
| | gelijkstroomventilator | $0,085 \sum V_{sec\ i}$ |
| Mechanische toevoer en mechanische afvoer | wisselstroomventilator | $0,235 \sum V_{sec\ i}$ |
| | gelijkstroomventilator | $0,150 \sum V_{sec\ i}$ |
| Mechanische afvoer met gebruik van de afvoerlucht als warmtebron voor een warmtepomp | wisselstroomventilator | $0,145 \sum V_{sec\ i}$ |
| | gelijkstroomventilator | $0,100 \sum V_{sec\ i}$ |
| Mechanische toevoer en mechanische afvoer met gebruik van de afvoerlucht als warmtebron voor een warmtepomp | wisselstroomventilator | $0,270 \sum V_{sec\ i}$ |
| | gelijkstroomventilator | $0,185 \sum V_{sec\ i}$ |

Er dient telkens gesommeerd te worden over het volume van alle energiesectoren i van de beschouwde ventilatiezone.

11.2.2.2.2 Rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde elektrisch vermogen

Bepaal de rekenwaarde voor het gemiddelde elektrisch vermogen op 1 van de volgende 2 manieren:

- de helft van het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor, in W;

¹⁵ Indien de ventilator ook niet-residentiële bestemmingen bedient, dient het ontwerpdebiet beschouwd te worden i.p.v. het nominaal debiet.

- de helft van het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor-ventilator combinatie, in W.

Voor de definitie van het maximaal elektrisch vermogen wordt verwezen naar hoofdstuk 2 van deze bijlage.

11.2.2.2.3 *Het gemiddeld elektrisch vermogen bij een representatief werkingspunt*

Beschouw bij conventie als representatief werkingspunt voor het tijdsgemiddeld gebruik van de ventilator een werkingspunt dat reëel gerealiseerd kan worden (i.f.v. de ventilatorstanden) en met:

- een debiet dat ten minste 65% bedraagt van het nominale¹⁶ debiet dat door de ventilator geleverd moet worden
- een drukverschil dat ten minste 50% bedraagt van het totale drukverschil over de ventilator bij nominale stand. Dit vergt dus een drukmeting bij nominale stand in de afgewerkte installatie. (Tenzij anders aangegeven op de standenschakelaar, wordt de maximale stand als nominale stand beschouwd.)

Neem als rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch vermogen het opgenomen vermogen bij dit werkingspunt, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur, in W.

11.2.3 Ventilatoren die voor luchtverwarming dienen (al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie)

11.2.3.1 **Rekenregel**

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik van deze ventilatoren als:

$$W_{\text{aux,fans,heat,m}} = t_m \cdot \sum_j (f_{\text{heat,m,j}} \cdot \Phi_{\text{fans,heat,j}} + f_{\text{vent,m,j}} \cdot \Phi_{\text{fans,vent,j}}) / 3,6 \quad (\text{kWh})$$

met:

| | |
|-----------------------------|--|
| t_m | de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1; |
| $f_{\text{heat,m,j}}$ | de maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilator j voor ruimteverwarming moet instaan, zoals hieronder bepaald (-); |
| $\Phi_{\text{fans,heat,j}}$ | de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van ventilator j in verwarmingsmodus, bepaald volgens 11.2.3.2, in W; |

¹⁶ In geval van niet-residentiële bestemming: beschouw het ontwerpdebiet.

$f_{vent,m,j}$ de maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilator j enkel voor ventilatie moet instaan, zoals hieronder bepaald (-);

$\Phi_{fans,vent,j}$ de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van ventilator j in ventilatiemodus, bepaald volgens 11.2.2.2, in W.

Er dient gesommeerd te worden over alle ventilatoren j die (mede) voor luchtverwarming dienen.

De maandelijkse fractie van de tijd dat ventilator j in verwarmingsmodus draait wordt gegeven door:

$$f_{heat,m,j} = \min \left[1; \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} / (1000 \cdot P_{nom,j} \cdot t_m) \right]$$

met:

$Q_{heat,gross,sec i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens 9.2.1, in MJ;

$P_{nom,j}$ het nominaal vermogen van de warme lucht opwekkingseenheid¹⁷, in kW;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i die door ventilator j van luchtverwarming voorzien worden.

Indien ventilator j ook ruimten buiten het beschouwde 'EPW-volume' verwarmt, wordt de teller (d.i. de maandelijkse bruto energiebehoefte) vermenigvuldigd met de verhouding van het totale volume verwarmd m.b.v. ventilator j tot het volume van de energiesectoren i binnen het beschouwde 'EPW-volume' die verwarmd worden m.b.v. ventilator j.

De maandelijkse fractie van de tijd dat ventilator j in ventilatiemodus draait wordt gegeven door:

- indien ventilator j enkel voor verwarming dient en niet instaat voor hygiënische ventilatie:
- $f_{vent,m,j} = 0$
indien ventilator j niet enkel voor verwarming dient maar ook instaat voor hygiënische ventilatie:

¹⁷ Indien 1 ventilator meerdere warme lucht opwekkingstoestellen zou bedienen, dient voor $P_{nom,j}$ de som van het nominaal vermogen van alle toestellen genomen te worden.

$$f_{\text{vent},m,j} = 1 - f_{\text{heat},m,j}$$

11.2.3.2 Bepaling van de rekenwaarde voor het elektrisch ventilatorvermogen (voor ruimteverwarming)

De rekenwaarde voor het elektrisch ventilatorvermogen voor ruimteverwarming wordt naar keuze volgens 1 van de volgende 2 methoden bepaald:

- gebruik van een waarde bij ontstentenis (11.2.3.2.1);
- gebruik van een rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde vermogen (11.2.3.2.2).

In geval van meerdere ventilatoren voor luchtverwarming binnen eenzelfde energiesector kunnen de 2 methoden niet gecombineerd worden.

Indien een ventilator ook instaat voor de verwarming van ruimten buiten het beschouwde 'EPW-volume', wordt, ingeval gerekend wordt o.b.v. het geïnstalleerd elektrisch vermogen, van de hieronder bepaalde rekenwaarde voor het vermogen enkel die fractie beschouwd die overeenkomt met de verhouding van het ontwerp maximaal debiet in de ruimten binnen het beschouwde 'EPW-volume' tot het totaal ontwerp maximaal debiet van de ventilator(en).

11.2.3.2.1 Rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen

Neem als rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen die voor luchtverwarming ingezet worden de waarden van

Tabel 17.

Tabel 17 : Rekenwaarden bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen van de ventilatoren voor ruimteverwarming

($V_{\text{sec } i}$: volume van de energiesector i)

| Installatie | Soort ventilatorregeling | Vermogen $\Phi_{\text{fans,heat}}$ (W) |
|-----------------|------------------------------------|---|
| LUCHTVERWARMING | Geen of niet-automatische regeling | 0,780 $\Sigma V_{\text{sec } i}$ |
| | Automatische regeling | 0,525 $\Sigma V_{\text{sec } i}$ |

Er dient gesommeerd te worden over het volume van alle energiesectoren i van het 'EPW-volume' die met lucht verwarmd worden.

11.2.3.2.2 Rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde elektrisch vermogen

Bepaal de rekenwaarde voor het gemiddelde elektrisch vermogen op 1 van de volgende 2 manieren:

- het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor, in W;
- het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor-ventilator combinatie, in W.

Voor de definitie van het maximaal elektrisch vermogen wordt verwezen naar hoofdstuk 2 van deze bijlage.

11.3 Maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht

Het maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht wordt gegeven door:

| | | |
|--|--|-------|
| $W_{\text{precool,m}} = W_{\text{soil/water,m}} + W_{\text{evap,m}}$ | | [kWh] |
| met: | | |
| $W_{\text{soil/water,m}}$ | het maandelijks elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar, zoals bepaald in 11.3.1, in kWh ; | |
| $W_{\text{evap,m}}$ | het maandelijks elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling, zoals bepaald in 11.3.2, in kWh. | |

Voor andere technologieën dient $W_{\text{precool,m}}$ bepaald te worden volgens vooraf door de minister erkende regels.

11.3.1 Elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar met onderstaande formule.

| | | |
|--|---|-------|
| $W_{\text{soil/water,m}} = 0,278 \cdot t_m \cdot w_{\text{soil/water,m}} \cdot \left(\frac{\dot{V}_w}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}} \cdot 500 \cdot \left(\frac{\dot{V}_w}{3600 \cdot n_{\text{tube}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{tube}}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{\text{hygcoolseci}}}{3600} \right)$ | | [kWh] |
| met: | | |
| t_m | de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1; | |

| | |
|--------------------------|---|
| $W_{soil/water,m}$ | een maandelijkse factor die de werkingstijd van de aarde-water warmtewisselaar inrekent, bepaald volgens bijlage B.3 van deze tekst (-); |
| \dot{V}_w | het waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar, in m ³ /h; |
| f | een frictiefactor: - als $Re < 2300$: $f = \frac{64}{Re}$ - in alle andere gevallen : $f = (1,58 \cdot \ln Re - 3,28)^{-2}$ met Re het Reynolds getal bepaald volgens bijlage B.3 van deze tekst (-); |
| D_{tube} | binnendiameter van de grondbuis, in m; |
| L_{tube} | lengte van de grondbuis, in m; |
| n_{tube} | het aantal buizen in parallel (-); |
| $\dot{V}_{hygcool,seci}$ | het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i, voor de de koelberekeningen, zoals bepaald in 7.8.4, in m ³ /h. |

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

11.3.2 Elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling met onderstaande formule.

| | | |
|--|---|-------|
| $W_{evap,m} = 0,278 \cdot t_m \cdot 250 \cdot w_{evap,m} \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{hygcool,seci}}{3600}$ | | [kWh] |
| met : | | |
| t_m | de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel 1; | |
| $w_{evap,m}$ | een maandelijkse factor die de werkingstijd van de verdampingskoeling inrekent, bepaald volgens bijlage B.3.3 van deze tekst (-); | |
| $\dot{V}_{hygcool,seci}$ | het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i, voor de de koelberekeningen, zoals bepaald in 7.8.4, in m ³ /h. | |

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van de ventilatiezone z die aangesloten zijn op het systeem voor verdampingskoeling.

12 Maandelijkse elektriciteitsproductie van perceelsgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen en warmtekrachtkoppeling

12.1 Fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

12.1.1 Principe

De maandelijkse elektriciteitsproductie door een perceelsgebonden fotovoltaïsch zonne-energiesysteem wordt bepaald door de op het systeem invallende maandelijkse bezonning te vermenigvuldigen met het omzettingsrendement. Behoudens de bepaling van de opbrengst, is de rekenmethode vergelijkbaar met deze voor thermische zonne-energiesystemen. Wel is de impact van schaduwwerking groter. Van zodra verschillende delen van het PV-veld verschillende oriëntaties, hellingshoeken of beschaduwing hebben, dienen ze als verschillende systemen berekend te worden.

Als het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem gemeenschappelijk is aan een of meerdere EPB-eenheden (residentieel en/of niet-residentieel) en/of delen in het gebouw die geen afzonderlijke EPB-eenheid vormen (al dan niet verwarmd), dan wordt de opbrengst verdeeld over de verschillende volumes, die gezamenlijk aangesloten zijn op deze installatie, naar rato van hun volume V_{EPR} of V_{EPNR} ten opzichte van het totale volume van de gebouwdelen die de opbrengst van het gemeenschappelijk fotovoltaïsch zonne-energiesysteem delen.

Alleen fotovoltaïsche zonne-energiesystemen die na datum van de startverklaring volledig geplaatst zijn op het perceel waarop de beschouwde EPB-eenheid zich bevindt, worden beschouwd. Andere systemen worden niet beschouwd.

12.1.2 Rekenregel

De maandelijkse elektriciteitsproductie, in kWh, wordt voor fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i berekend als:

$$W_{pv,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot c_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad (\text{kWh})$$

met:

$P_{pv,i}$ het piekvermogen van fotovoltaïsch systeem i , in W, bij een bezonningsstroom van 1000 W/m^2 , bepaald volgens de norm NBN EN 60904-1;

$RF_{pv,i}$ reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem, bepaald volgens

Tabel 18 (-);

$c_{pv,i}$ de correctiefactor voor schaduwwerking, berekend volgens 12.1.3;

$I_{s,m,i,shad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ/m², bepaald volgens Bijlage C.

Tabel 18 : Reductiefactor RF_{pv} van het PV-systeem

| |
|------------------|
| $RF_{pv} = 0,75$ |
|------------------|

12.1.3 Correctiefactor voor beschaduwing

Bepaal de correctiefactor voor beschaduwing als:

$$c_{pvi} = \max\left(0; 1,26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0,26\right)$$

met:

$I_{s,m,i,shad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing van de vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens Bijlage C;

$I_{s,m,i,horshad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, enkel rekening houdend met de beschaduwing van de horizon, in MJ/m², bepaald volgens Bijlage C. De andere obstakels (equivalente verticale en zijdelingse overstekken) worden bij deze berekening dus niet in beschouwing genomen.

In tegenstelling tot de regel die voor vensters en thermische zonne-energiesystemen geldt, kan niet gerekend worden met de waarden bij ontstentenis F_s zoals gegeven in Bijlage C. Detailingave van de beschaduwing is steeds verplicht voor fotovoltaïsche zonne-energiesystemen.

(Indien er afgezien van de horizon geen extra obstakels zijn die voor beschaduwing zorgen, dan is $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$, is $c_{pvi} = 1$ en is er dus geen vermindering van de opbrengst.)

12.2 Warmtekrachtkoppeling

12.2.1 Principe

In een WKK-installatie wordt gelijktijdig warmte en elektriciteit geproduceerd. Het eindenergieverbruik (d.w.z. het brandstofverbruik) van de WKK-installatie wordt berekend in 10.2.2 en 10.3.2.

In dit hoofdstuk wordt de elektriciteitsproductie door de WKK-installatie bepaald. In paragraaf 13.8 wordt dit omgerekend naar de uitgespaarde hoeveelheid primaire energie.

12.2.2 Elektriciteitsproductie

Bepaal de hoeveelheid elektriciteit die door gebouwgebonden WKK-installatie i geproduceerd wordt als:

$$W_{\text{cogen},i,m} = \frac{\epsilon_{\text{cogen},\text{elec}}}{3.6} \cdot Q_{\text{cogen},\text{final},i,m} \quad (\text{kWh})$$

met:

$\epsilon_{\text{cogen},\text{elec}}$ het elektrisch omzettingsrendement van de WKK-installatie, zoals bepaald in bijlage A.2 van bijlage VI bij dit besluit (-);

$Q_{\text{cogen},\text{final},i,m}$ het maandelijks eindenergieverbruik van WKK-installatie i , zoals hieronder bepaald, in MJ.

Bepaal het maandelijks eindenergieverbruik van WKK-installatie i , overeenkomend met de hoeveelheid warmte die de installatie nuttig aan het gebouw kan leveren, als:

$$\begin{aligned} Q_{\text{cogen},\text{final},i,m} = & \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as},\text{heat},\text{sec } i,m}) \cdot Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec } i,m} / \eta_{\text{gen},\text{heat},\text{cogen}} \\ & + \sum_i f_{\text{water},\text{bath } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{bath } i,m}) \cdot Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{gross},m} / \eta_{\text{gen},\text{water},\text{bath } i,m,\text{cogen}} \\ & + \sum_i f_{\text{water},\text{sink } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{sink } i,m}) \cdot Q_{\text{water},\text{sink } i,\text{gross},m} / \eta_{\text{gen},\text{water},\text{sink } i,m,\text{cogen}} \end{aligned} \quad (\text{MJ})$$

met:

$f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ het aandeel van de WKK-installatie in de warmtelevering van energiesector i , bepaald volgens 10.2.2 (-);

$f_{\text{as},m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4. Met indices 'heat, sec i ' voor de warmtebehoefte van energiesector i en 'water,bath i ' en 'water,sink i ' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche of bad i en keukenaanrecht i (-);

$Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec } i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.1, in MJ;

$\eta_{\text{gen},\text{heat},\text{cogen}}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de WKK-installatie, bepaald volgens 10.2.3 (-);

| | |
|--|--|
| $f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}}$ | het aandeel van de WKK-installatie in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2; |
| $Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ; |
| $\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{cogen}}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de WKK-installatie voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.3 (-); |
| $f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}}$ | het aandeel van de WKK-installatie in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2; |
| $Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ; |
| $\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{cogen}}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de WKK-installatie voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.3 (-). |

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van het 'EPW-volume' die verwarmd worden met WKK-installatie i , en over alle douches, baden en keukenaanrechten i van het 'EPW-volume' waaraan WKK-installatie i warmte voor de bereiding van warm tapwater levert.

13 Primair energieverbruik

13.1 Vooraf

De stap van eindenergieverbruik naar primair energieverbruik introduceert de omrekenfactoren voor primaire energie in de energiebalans. Alle deeltermen worden vervolgens opgeteld om het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik te bekomen. Voor elektriciteit geproduceerd door gebouwgebonden fotonvoltaïsche of door gebouwgebonden WKK-installaties wordt een bonus ingerekend overeenkomend met de besparing aan brandstof in elektrische centrales.

13.2 Het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik

Bepaal het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' als:

$$E_{\text{charannprimencons}} = \sum_{m=1}^{12} (E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{water},m} + E_{p,\text{aux},m} + E_{p,\text{cool},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m}) \quad (\text{MJ})$$

met:

$E_{p,\text{heat},m}$ het maandelijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens 13.3;

- $E_{p,water,m}$ het maandelijks primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens 13.4;
- $E_{p,aux,m}$ het maandelijks primair hulpenergieverbruik, in MJ, bepaald volgens 13.5;
- $E_{p,cool,m}$ het equivalent maandelijks primair energieverbruik voor koeling, in MJ, bepaald volgens 13.6;
- $E_{p,pv,m}$ de maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens 13.7;
- $E_{p,cogen,m}$ de maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden WKK, in MJ, bepaald volgens 13.8.

13.3 Het primair energieverbruik voor ruimteverwarming

Bepaal het maandelijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' voor ruimteverwarming als:

$$E_{p,heat,m} = \sum_i (f_p \cdot Q_{heat,final,seci,m,pref} + f_p \cdot Q_{heat,final,seci,m,npref}) \quad (MJ)$$

met:

- f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit (-);
- $Q_{heat,final,sec i,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens 10.2.2, in MJ;
- $Q_{heat,final,sec i,m,npref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens 10.2.2, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i in het 'EPW-volume'.

13.4 Het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Bepaal het maandelijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' voor de bereiding van warm tapwater als:

$$E_{p,water,m} = \sum_i (f_p \cdot Q_{water,bath i,final,m,pref} + f_p \cdot Q_{water,bath i,final,m,npref}) + \sum_i (f_p \cdot Q_{water,sink i,final,m,pref} + f_p \cdot Q_{water,sink i,final,m,npref}) \quad (MJ)$$

met:

| | |
|-----------------------------------|--|
| f_p | de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit (-); |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ; |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ; |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ; |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,npref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ. |

Er dient gesommeerd te worden over alle douches en baden i van het 'EPW-volume' en over alle keukenaanrechten i van het 'EPW-volume'.

13.5 Het primair hulpenergieverbruik

Bereken het maandelijks primair hulpenergieverbruik als:

$$E_{p,aux,m} = f_p \cdot 3,6 \cdot (W_{aux,fans,m} + W_{aux,heat,m} + W_{precool,m}) + f_p \cdot Q_{pilot,m} \quad (MJ)$$

met:

| | |
|------------------|--|
| f_p | de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de betreffende energiedrager, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit (-); |
| $W_{aux,fans,m}$ | het maandelijks elektriciteitsverbruik voor ventilatoren, bepaald volgens 11.2.1, in kWh; |
| $W_{aux,heat,m}$ | het maandelijks elektriciteitsverbruik voor hulpfuncties voor ruimteverwarming, bepaald volgens 11.1.2, in kWh; |
| $W_{precool,m}$ | het maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht, bepaald volgens 11.3, in kWh; |
| $Q_{pilot,m}$ | het maandelijks energieverbruik van de waakvlammen van de opwekkingstoestellen die bijdragen tot de verwarming van het 'EPW-volume' en tot de opwekking van warm tapwater voor het 'EPW-volume' bepaald volgens 11.1.3, in MJ. |

13.6 Het equivalent primair energieverbruik voor koeling

Bepaal het maandelijks equivalent primair energieverbruik voor koeling als:

$$E_{p,cool,m} = \sum_i (f_p \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec,i,m}) \quad (MJ)$$

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit (-);

$Q_{cool,final,sec,i,m}$ het maandelijks equivalent eindenergieverbruik voor koeling, bepaald volgens 10.5, in kWh.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i .

13.7 De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen als:

$$E_{p,pv,m} = \sum_i (f_p \cdot 3,6 \cdot W_{pv,m,i}) \quad (MJ)$$

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit;

$W_{pv,m,i}$ de maandelijkse elektriciteitsproductie van het gebouwgebonden fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i , bepaald volgens 12.1.2, in kWh.

Er dient gesommeerd te worden over alle gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen i .

13.8 De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden warmtekrachtkoppeling

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van gebouwgebonden WKK-installatie(s) als:

$$E_{p,cogen,m} = \sum_i f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,i,m} \quad (MJ)$$

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor zelfgeproduceerde elektriciteit d.m.v. WKK, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit (-);

$W_{cogen,i,m}$ de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit die door gebouwgebonden WKK-installatie i geproduceerd wordt, bepaald volgens 12.2.2, in kWh.

Er dient gesommeerd te worden over alle gebouwgebonden
WKK-installaties i.

14 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte en/of gebruikte hernieuwbare energie per m² bruikbare vloeroppervlakte in het 'EPW-volume'

14.1 Inleiding

Hieronder wordt de rekenmethode uiteengezet om de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte en/of gebruikte hernieuwbare energie in het 'EPW-volume', te berekenen.

De volgende energietechnologieën komen in aanmerking bij de berekening van de hoeveelheid opgewekte en/of gebruikte hernieuwbare energie:

- warmtepompen;
- gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen;
- energie uit biomassa (verwarming);
- thermische zonne-energie (verwarming en sanitair warm water);
- externe warmtelevering die voor minstens 45% uit hernieuwbare energiebronnen wordt geproduceerd.

14.2 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie

De jaarlijkse hoeveelheid opgewekte en/of gebruikte hernieuwbare energie van het 'EPW-volume' wordt als volgt bepaald:

$$q_{RE} = \frac{(Q_{RE,HP} + E_{RE,PV} + Q_{RE,bio} + Q_{RE,as} + Q_{RE,dh})}{A_{usable}} \quad (\text{kWh/m}^2),$$

waarin:

- $Q_{RE,HP}$ de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte hernieuwbare energie door warmtepompen, bepaald volgens 14.3, in kWh;
- $E_{RE,PV}$ de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, bepaald volgens 14.4, in kWh;
- $Q_{RE,bio}$ de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door biomassa, bepaald volgens 14.5, in kWh;
- $Q_{RE,as}$ de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door thermische zonne-energiesystemen, bepaald volgens 14.6, in kWh;
- $Q_{RE,dh}$ de jaarlijkse hoeveelheid energie die in het 'EPW-volume' gebruikt wordt via externe warmtelevering (de externe warmtelevering moet daarbij voor minstens 45% uit hernieuwbare energiebronnen worden geproduceerd), bepaald volgens 14.7, in kWh;
- A_{usable} de bruikbare vloeroppervlakte van het 'EPW-volume', gedefinieerd in de hoofdtekst van dit besluit, in m².

14.3 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte hernieuwbare energie door warmtepompen

De jaarlijkse hoeveelheid gebruikte hernieuwbare energie in het 'EPW-volume' door warmtepompen wordt als volgt bepaald:

$$Q_{RE,HP} = \left(1 - \frac{1}{SPF}\right) \cdot \sum_{m=1}^{12} \left[\sum_i \frac{(1 - f_{as,heat,seci,m}) \cdot f_{heat,m,pref} \cdot W_{HP,heat,seci,pref} \cdot Q_{heat,gross,seci,m}}{3,6} + \sum_i \frac{(1 - f_{as,heat,seci,m}) \cdot (1 - f_{heat,m,pref}) \cdot W_{HP,heat,seci,npref} \cdot Q_{heat,gross,seci,m}}{3,6} \right] \text{ (kWh)}$$

waarin:

$W_{HP,heat,sec i}$ een weegfactor die bepaalt of een warmtepomp, vermeld in artikel 9.1.12/2,4°, instaat voor de warmtelevering aan energiesector i van het 'EPW-volume', al dan niet via preferente en niet-preferente warmtelevering (indices 'pref' en 'npref'):

indien ja: $W_{HP,heat,sec i} = 1$ (-);

indien nee: $W_{HP,heat,sec i} = 0$ (-);

$f_{as,heat,sec i,m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door een thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4 (-);

$f_{heat,m,pref}$ de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, bepaald volgens 10.2.2;

$Q_{heat,gross,sec i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.1, in MJ;

SPF de gemiddelde seizoensprestatiefactor van de warmtepomp, bepaald volgens 10.2.3.3 voor elektrische warmtepompen of via gelijkwaardigheid voor andere types warmtepompen (-).

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van het 'EPW-volume'.

14.4 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

De jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie in het 'EPW-volume' door gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen wordt als volgt bepaald:

$$E_{RE,PV} = \sum_{m=1}^{12} \frac{E_{p,PV,m}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

waarin:

$E_{p,PV,m}$ de maandelijkse elektriciteitsproductie van gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op het gebouw, berekend volgens 13.7, in MJ.

14.5 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door biomassa

De jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie in het 'EPW-volume' door biomassa wordt als volgt bepaald:

$$Q_{RE,bio} = \sum_{m=1}^{12} \left(\sum_i f_p \cdot w_{bio,heat,seci,pref} \cdot \frac{Q_{heat,final,seci,m,pref}}{3,6} + \sum_i f_p \cdot w_{bio,heat,seci,npref} \cdot \frac{Q_{heat,final,seci,m,npref}}{3,6} \right) (\text{kWh})$$

waarin:

$w_{bio,heat,sec i}$ een weegfactor die bepaalt of een biomassakachel of -ketel of een gebouwgebonden WKK-installatie op biomassa, , vermeld in artikel 9.1.12/2,3°, instaat voor ruimteverwarming van energiesector i van het 'EPW-volume', al dan niet via preferente en niet-preferente warmtelevering (indices 'pref' en 'npref'):
indien ja: $w_{bio,heat,sec i} = 1$ (-);
indien nee: $w_{bio,heat,sec i} = 0$ (-);

$Q_{heat,final,sec i,m,pref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, zoals bepaald in 10.2.2, in MJ;

$Q_{heat,final,sec i,m,npref}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, zoals bepaald in 10.2.2, in MJ;

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit (-).

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van het 'EPW-volume'.

14.6 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie door thermische zonne-energiesystemen

De jaarlijkse hoeveelheid opgewekte hernieuwbare energie in het 'EPW-volume' door een thermisch zonne-energiesysteem wordt als volgt bepaald:

$$Q_{RE,as} = \sum_{m=1}^{12} \left(\sum_i \frac{f_{as,heat,seci,m} \cdot Q_{heat,gross,seci,m}}{3,6} + \sum_i \frac{f_{as,water,bathi,m} \cdot Q_{water,bathi,gross,m}}{3,6} + \sum_i \frac{f_{as,water,sinki,m} \cdot Q_{water,sinki,gross,m}}{3,6} \right) \text{ (kWh)}$$

waarin:

| | |
|----------------------------|--|
| $Q_{heat,gross,sec i,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.1, in MJ; |
| $Q_{water,bath i,gross,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ; |
| $Q_{water,sink i,gross,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ; |
| $f_{as,m}$ | het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door een thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4. Met index 'heat,sec i ' voor ruimteverwarming van energiesector i en indices 'water,bath i ' en 'water,sink i ' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche/bad i en keukenaanrecht i (-). |

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i en alle douches, baden en keukenaanrechten i van het 'EPW-volume'.

14.7 Berekening van de jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie via externe warmtelevering

De jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie die in het 'EPW-volume' gebruikt wordt via externe warmtelevering, wordt bepaald als:

$$Q_{RE,dh} = \sum_{m=1}^{12} \left(\sum_i f_p \cdot w_{dh,heat,seci,pref} \cdot \frac{Q_{heat,final,seci,m,pref}}{3,6} + \sum_i f_p \cdot w_{dh,heat,seci,npref} \cdot \frac{Q_{heat,final,seci,m,npref}}{3,6} + \sum_i f_p \cdot w_{dh,water,bathi,pref} \cdot \frac{Q_{water,bathi,final,m,pref}}{3,6} + \sum_i f_p \cdot w_{dh,water,bathi,npref} \cdot \frac{Q_{water,bathi,final,m,npref}}{3,6} + \sum_i f_p \cdot w_{dh,water,sinki,pref} \cdot \frac{Q_{water,sinki,final,m,pref}}{3,6} + \sum_i f_p \cdot w_{dh,water,sinki,npref} \cdot \frac{Q_{water,sinki,final,m,npref}}{3,6} \right)$$

(kWh)

waarin:

| | |
|-----------------------------------|---|
| W_{dh} | een weegfactor die bepaalt of een externe warmtelevering, vermeld in artikel 9.1.12/2,5°, instaat voor de ruimteverwarming van energiesector i van het 'EPW-volume' (index 'heat,sec i ') of de bereiding van warm tapwater voor douche/bad i respectievelijk keukenaanrecht i , indices ('water,bath i ' en 'water,sink i '), al dan niet via preferente en niet-preferente warmtelevering (indices 'pref' en 'npref'): indien ja: $W_{dh} = 1$ (-); indien nee: $W_{dh} = 0$ (-); |
| $Q_{heat,final,sec\ i,m,pref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferentopwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van hulpenergie, bepaald volgens 10.2.2, in MJ; |
| $Q_{heat,final,sec\ i,m,npref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferentopwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van hulpenergie, bepaald volgens 10.2.2, in MJ; |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,pref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ; |
| $Q_{water,bath\ i,final,m,npref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ; |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,pref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ; |
| $Q_{water,sink\ i,final,m,npref}$ | het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ; |
| f_p | de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de beschouwde warmte- of koudeleverancier, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit (-). |

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i en alle douches, baden en keukenaanrechten i van het 'EPW-volume'.

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.

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 doorzoning 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.

Mogelijkheid 2

- Deze mogelijkheid is enkel van toepassing indien de AOR maar aan 1 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 eventueel bijkomende regels opgeven 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 zonnepwinsten van de aangrenzende energiesector (zie 7.10.2) zijn gelijk aan de fractie $(1-b)$ van de geabsorbeerde zonnepwinsten in de AOR. Zowel de reductiefactor b als de zonnepwinsten 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 doorzinning 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. opaak dak). De invallende bezinning op het AOR-BV venster wordt verminderd met het product $0,95 \times FF \times gg$ van de tegenoverliggende transparante buitenwand. De directe doorzinning van de AOR wordt in mindering gebracht van de totale binnenkomende zonnepwinsten van de AOR om de in de AOR geabsorbeerde zonnepwinsten 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 IX bij dit besluit. Deze leggen minimale ontwerpdebieten op. Hieronder wordt voor residentiële gedeelten met 'geëist debiet' het minimale ontwerpdebiet in bijlage IX bij dit besluit bedoeld. Telkens er hieronder sprake is van 'geëiste buitenluchttoevoerdebietsen' wordt het minimale ontwerptoevoerdebiet 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 X 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 het 'EPW-volume' 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-volume' in energiesectoren zoals vastgelegd in 5.3, kan 1 energiesector zich niet over meerdere ventilatiezones uitstrekken, aangezien een energiesector met hetzelfde type ventilatiesysteem moet uitgerust zijn. Wel kan 1 ventilatiesector uit verschillende energiesectoren bestaan, bv. omdat verschillende delen verschillende warmteafgiftesystemen hebben (bv. een woning met 1 enkel ventilatiesysteem, maar met radiatoren op de 1^e verdieping en vloerverwarming op het gelijkvloers).

De minister kan nadere specificaties vastleggen met betrekking tot de meting van de debieten die gebruikt worden in de gedetailleerde berekening van de m en r_{preh} factoren.

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

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

$$m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$$

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 $m_{zone\ z} = 1,5$

B.1.1 Natuurlijke ventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ 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 $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als:

$$m_{zonez} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{nat, supply, zonez} + r_{nat, exh, zonez} + r_{leak, stack, zonez}}{r_{nat, supply, zonez, def} + r_{nat, exh, zonez, def} + r_{leak, stack, zonez, def}} \right)$$

met:

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

Correctiefactor $r_{nat, supply, zone\ z}$

Natuurlijke toevoeropeningen die getest zijn conform de norm NBN EN 13141-1 kunnen in een bepaalde klasse ingedeeld worden volgens Tabel 19.

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

Koppel de correctiefactor $r_{nat, supply, zone\ z}$ van ventilatiezone z bij conventie aan de indeling in klassen zoals aangegeven in Tabel 20. De regelbare toevoeropening (RTO) met de hoogste correctiefactor bepaalt de waarde voor de ganse ventilatiezone. De waarde bij ontstentenis is 0.20.

Tabel 19 : Klassering van de zelfregelendheid i.f.v. het drukverschil

| Drukverschil P (Pa) | Debiet als functie van het nominaal debiet bij 2 Pa (q_N) | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|
| | Klasse P ₀ | Klasse P ₁ | Klasse P ₂ | Klasse P ₃ | Klasse P ₄ |
| $0 \text{ Pa} \leq P < 2 \text{ Pa}$ | | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ en $\leq 1,20q_N$ | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ en $\leq 1,20q_N$ | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ en $\leq 1,20q_N$ | $\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ 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 P ₁ | $\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,8q_N$ | $\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,8q_N$ | $\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,5q_N$ | $\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,2q_N$ |
| 5 Pa - 10 Pa | | $\geq 0,70q_N$ en $\leq 2,3q_N$ | $\geq 0,70q_N$ en $\leq 2,0q_N$ | $\geq 0,70q_N$ en $\leq 1,5q_N$ | $\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,2q_N$ |
| 10 Pa - 25 Pa | | $\geq 0,50q_N$ en $\leq 3,0q_N$ | $\geq 0,50q_N$ en $\leq 2,0q_N$ | $\geq 0,50q_N$ en $\leq 1,5q_N$ | $\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,2q_N$ |
| 25 Pa - 50 Pa | | $\geq 0,30q_N$ en $\leq 3,0q_N$ | $\geq 0,30q_N$ en $\leq 2,0q_N$ | $\geq 0,30q_N$ en $\leq 1,5q_N$ | $\geq 0,30q_N$ 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 20 : Correctiefactor $f_{nat.supply,zone z}$

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

Correctiefactor $f_{nat.exh,zone z}$

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 erkende regels.

Correctiefactor $r_{\text{leak,stack,zone } z}$

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

$$r_{\text{leak,stack,zone } z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{\text{leak,stack,zone } z,k}}{\dot{V}_{\text{req,exh,zone } z}}$$

met:

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

$$m_{zonez} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{mech.supply,zonez} + r_{nat.exh,zonez} + r_{leak,stack,zonez}}{r_{mech.supply,zonez,def} + r_{nat.exh,zonez,def} + r_{leak,stack,zonez,def}} \right)$$

met:

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

Correctiefactor $r_{mech.supply, zone z}$

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

$$r_{mech.supply zone z} = r_{adj.mech.apply zone z} + \frac{\sum \dot{V}_{leak, supply duct, zone z, l}}{\dot{V}_{req, mech. supply zone z}}$$

met:

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

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

Bepaal 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:

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

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:

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

- 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:

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

waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{meas, mech. supply, rmj}$, in m³/h) moeten gesommeerd worden over alle toevoerruimten j van ventilatiezone z. $\dot{V}_{req, mech. supply, zone z}$ is het geëiste totaal mechanisch toevoerdebiet in de ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m³/h.

- zoniet:

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

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:

$$\sum_k \dot{V}_{leak, supplyduct, zone z, k} = 0,18 \cdot \dot{V}_{req, mech. supply, zone z}$$

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

$$m_{zonez} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{nat.supply,zonez} + r_{mech.extr,zonez}}{r_{nat.supply,zonez,def} + r_{mech.extr,zonez,def}} \right)$$

met:

$r_{nat.supply,zone\ z}$ een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.1 (-);

$r_{mech.extr,zone\ z}$ 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 (-);

$r_{nat.supply,zone\ z,def}$ de waarde bij ontstentenis voor $r_{nat.supply,zone\ z}$, zoals bepaald in B.1.1 (-);

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

Correctiefactor $r_{mech.extr,zone\ z}$

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

$$r_{mechextr,zonez} = r_{adj,mechextr,zonez} + \frac{\sum \dot{V}_{leak,extr,duct,zonez,m}}{\dot{V}_{req,mechextr,zonez}}$$

met:

$r_{adj, mech. extr, zone z}$ een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald (-);

$\dot{V}_{leak, extr. duct, zone z, m}$ de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone z, in m³/h, zoals hieronder bepaald;

$\dot{V}_{req, mech. extr, zone z}$ het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m³/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:

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

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:

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

- 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:

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

waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{meas, mech. extr, rm j}$, in m³/h) moeten gesommeerd worden over alle afvoerruimten j van ventilatiezone z. $\dot{V}_{req, mech. extr, zone z}$ 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 m^3/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:

$$\sum_1 \dot{V}_{\text{leak,extrduct,zone},l} = 0,18 \cdot \dot{V}_{\text{req,mech.extr,zone } z}$$

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:

$$m_{\text{zone } z} = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{r_{\text{allmech,zone } z}}{r_{\text{allmech,zone } z,\text{def}}}$$

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 (-);

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

Correctiefactor $r_{all\ mech,zone\ z}$

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

$$r_{all\ mech,zone\ z} = \frac{\max(\dot{V}_{calc,mch,supply,zone\ z}; \dot{V}_{calc,mch,extr,zone\ z})}{\max(\dot{V}_{req,mch,supply,zone\ z}; \dot{V}_{req,mch,extr,zone\ z})}$$

waarin:

$$\dot{V}_{calc,mch,supply,zone\ z} = r_{adj,mch,supply,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mch,supply,zone\ z} + \sum_l \dot{V}_{leak,supplyduct,zone\ z,l}$$

$$\dot{V}_{calc,mch,extr,zone\ z} = r_{adj,mch,extr,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mch,extr,zone\ z} + \sum_m \dot{V}_{leak,extrduct,zone\ z,m}$$

met:

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

$\dot{V}_{leak,supplyduct,zone\ z,l}$ de lekverliezen van het toevoerkanaalnet l bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone z , in m^3/h , zoals bepaald in B.1.2;

$\dot{V}_{req,mch,supply,zone\ z}$ het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone z , als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebiets van de individuele ruimten, in m^3/h ;

$r_{adj,mch,extr,zone\ z}$ een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.3 (-);

$\dot{V}_{leak,extrduct,zone\ z,m}$ de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone z , in m^3/h , zoals bepaald in B.1.3;

$\dot{V}_{req,mch,extr,zone\ z}$ het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z , als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m^3/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:

$$r_{preh,heat,sec\ i} = r_{preh,heat,zone\ z}$$

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

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

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 aanvoer kanaal dient behandeld te worden door vooraf door de minister erkende 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 10.3.3.2.

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 optreden¹⁸.

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:

¹⁸ 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.

$$r_{\text{preh,heat,zonez}} = \frac{\sum_p \left\{ \dot{V}_{\text{in,p}} - e_{\text{heat,hr,p}} \cdot \min(\dot{V}_{\text{in,p}}; \dot{V}_{\text{out,p}}) \right\} + \max \left\{ 0; \sum_p (\dot{V}_{\text{out,p}} - \dot{V}_{\text{in,p}}) \right\}}{\max \left(\sum_p \dot{V}_{\text{in,p}}; \sum_p \dot{V}_{\text{out,p}} \right)}$$

met:

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

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

$\dot{V}_{\text{in,p}}$ het ingaand luchtdebiet op plaats p, in m³/h, bepaald zoals hieronder beschreven;

$\dot{V}_{\text{out,p}}$ het uitgaand luchtdebiet op plaats p, in m³/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:

$$\dot{V}_{\text{in,p}} = \dot{V}_{\text{supply setpoint,nom,p}}$$

waarbij de instelwaarde van het debiet op plaats p bij nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in m³/h;

- in alle andere gevallen geldt:

$$\dot{V}_{\text{in,p}} = \dot{V}_{\text{mechsupply,p}} + \dot{V}_{\text{leak,supplyduct,p}}$$

Voor de bepaling van de lekverliezen van het toevoerkanaalnet ($\dot{V}_{\text{leak, supplyduct,p}}$, in m³/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

toevoerdebiëten bij de nominale ventilatorstand effectief gemeten in alle ruimten die via plaats p van buitenlucht voorzien worden, dan gebruikt men voor $\dot{V}_{\text{mech sup ply,p}}$ de som van deze meetwaarden. In het andere geval wordt $\dot{V}_{\text{mech sup ply,p}}$ gelijk gesteld aan de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebiëten per ruimte. Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, wordt voor de bepaling van de reductiefactor geen rekening gehouden met de debiëten van de andere EPB-eenheden.

Bepaal het afvoerdebit 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:

$$\dot{V}_{\text{out,p}} = \dot{V}_{\text{extr,setpoint,nom,p}}$$

waarbij de instelwaarde van het debiet op plaats p bij nominale

- ventilatorstand beschouwd wordt, in m³/h;
- in alle andere gevallen geldt:

$$\dot{V}_{\text{out,p}} = \dot{V}_{\text{mech extr,p}} + \dot{V}_{\text{leak,extrduct,p}}$$

Voor de bepaling van de lekverliezen van het afvoerkanaalnet ($\dot{V}_{\text{leak,extrduct,p}}$, in m³/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 afvoerdebiëten bij nominale ventilatorstand effectief gemeten in alle ruimten van waaruit via plaats p naar buiten afgezogen wordt, dan gebruikt men voor $\dot{V}_{\text{mech extr,p}}$ de som van deze meetwaarden. In het andere geval wordt $\dot{V}_{\text{mech extr,p}}$ gelijk gesteld aan de som van de geëiste afvoerdebiëten naar buiten. Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, wordt voor de bepaling van de reductiefactor geen rekening gehouden met de debiëten 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:

$$r_{\text{preh,coolzonez}} = r_{\text{preh,overhzonez}} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in,p}} - e_{\text{cool,hr,p}} \cdot \min(\dot{V}_{\text{in,p}}; \dot{V}_{\text{out,p}}) \} + \max \left\{ 0; \sum_p (\dot{V}_{\text{out,p}} - \dot{V}_{\text{in,p}}) \right\}}{\max \left(\sum_p \dot{V}_{\text{in,p}}; \sum_p \dot{V}_{\text{out,p}} \right)}$$

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:

$$e_{\text{cool,hr,p}} = 0$$

- 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:

$$e_{\text{cool,hr,p}} = 0,5 \times e_{\text{heat,hr,p}}$$

- in alle andere gevallen geldt:

$$e_{\text{cool,hr,p}} = e_{\text{heat,hr,p}}$$

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:

$$r_{\text{precool,seci,m}} = r_{\text{precool,zone z,m}}$$

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

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

Met :

- $e_{\text{precool,m}}$ de maandelijkse effectiviteit van het betreffende verkoelsysteem, 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 erkende regels.

B.3.2 Aarde-water warmtewisselaar

Bodemwarmtewisselaars worden gebruikt om ventilatielucht te koelen of te verwarmen (voorverwarming/verkoeling). 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 lucht batterij zijn gekoppeld. Het water dat door een pomp door de buizen wordt gecirculeerd, zal de lucht verwarmen of koelen.

B.3.2.1 Effectiviteit $e_{\text{precool,m}}$ van het verkoelsysteem

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

| | | |
|--|--|-----|
| $e_{precool,m} = 0,7 \cdot w_{soil/water,m}$ | | [-] |
| met: | | |
| $w_{soil/water,m}$ | Een maandelijkse factor die de werkingstijd van de aarde-water warmtewisselaar inrekent, (-) Als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ stel $w_{soil/water,m} = 0$ Als $0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ stel $w_{soil/water,m} = 0,5$ Als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2$ stel $w_{soil/water,m} = 1$ | |
| 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:

$$\theta_{precool,ref,max,m} = \frac{1}{1 - \frac{0,34 \sum \dot{V}_{hygcool,seci}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{wt} - 1}} \left(\frac{e_{wt} \theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0,34 \sum \dot{V}_{hygcool,seci}}{1160 \dot{V}_w} (\theta_{e,m} + \Lambda \theta_{e,m}) \right)$$

[°C]

met:

$\dot{V}_{hygcool,seci}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector *i*, voor de de koelberekeningen, zoals bepaald in 7.8.4, in m³/h;

\dot{V}_w het waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar, in m³/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 $\theta_{soil,m}$ wordt er onderscheid gemaakt tussen horizontale en verticale grondbuizen.

- Horizontale grondbuizen: ontleen de maandgemiddelde
- bodemtemperatuur aan Tabel 21;
 - Vertikale grondbuizen: bepaal de maandgemiddelde bodemtemperatuur met onderstaande formule:

| | | |
|--|---|------|
| $\theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot (L_{soil/water} - 4)}{L_{soil/water}}$ | | [°C] |
| met: | | |
| $\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$ $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4m,m}$ $\theta_{soil,5m,m}$ | De maandgemiddelde bodemtemperatuur op respectievelijk 1, 2, 3, 4 en 5 m diepte, ontleend aan Tabel 21; | |
| $L_{soil/water}$ | de maximale diepte van de grondbuis, in m. | |

Tabel 21: Gemiddelde bodemtemperaturen voor de bepaling van $\theta_{soil,m}$

| | 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:

$$e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \dot{V}_w}} \quad [-]$$

met :

α_{wt} de warmtedoorgangscoefficiënt van de buizen in de aarde-water warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, in W/m^2K ;

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

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

De warmtedoorgangscoefficiënt van de buizen α_{wt} wordt gegeven door:

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

Met:

α_i de inwendige convectiecoëfficiënt van stroming in de buis van de warmtewisselaar voor verkoeling, zoals hieronder bepaald, in W/m^2K ;

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 ;

λ_{tube} de thermische geleidbaarheid van de buis, in W/mK ;

λ_{soil} de thermische geleidbaarheid van de grond, gelijk te nemen aan 2, in W/mK .

De inwendige convectiecoëfficiënt wordt gegeven door:

| | |
|--|------------|
| Voor water : | |
| $\alpha_i = 0,58 \cdot \frac{Nu}{D_{tube}}$ | $[W/m^2K]$ |
| Voor een oplossing water/glycol (alle types) | |

| | |
|---|--|
| $\alpha_i = 0,43 \cdot \frac{Nu}{D_{\text{tube}}}$ | |
| met: | |
| $Nu = (Nu_{\text{lam}}^5 + Nu_{\text{turb}}^5)^{1/5}$ | |
| en | |
| $Nu_{\text{lam}} = \left[3,66^3 + 1,61^3 \cdot \left(\frac{Re \cdot Pr \cdot D_{\text{tube}}}{L_{\text{tube}}} \right) \right]^{1/3}$ | |
| $Nu_{\text{turb}} = \frac{f_{\text{turb}} \cdot (Re - 1000) \cdot Pr}{2 \cdot \left(1 + 12,7 \cdot \sqrt{\frac{f_{\text{turb}}}{2}} \cdot (Pr^{2/3} - 1) \right)}$ | |
| $f_{\text{turb}} = (1,58 \cdot \ln Re - 3,28)^{-2}$ | |
| Voor Water : | |
| $Re = 996200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{\text{tube}} \cdot D_{\text{tube}}}$ | |
| Pr = 7 | |
| Voor een oplossing water/glycol (alle types) | |
| $Re = 624200 \cdot \frac{4}{3600 \cdot \pi} \cdot \frac{\dot{V}_w}{n_{\text{tube}} \cdot D_{\text{tube}}}$ | |
| Pr = 12,5 | |

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

$$t_{\text{soil}} = \frac{p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}}}{2} \quad \text{als } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} < 0,5$$

$$t_{\text{soil}} = 0,25 \quad \text{als } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} \geq 0,5$$

met:

p_{tube} de afstand tussen de parallelle buizen, in m;

D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m.

De warmtewisselende oppervlakte A_{wt} wordt gegeven door:

| | | |
|---|--------------------------------------|-------------------|
| $A_{\text{wt}} = \pi \cdot D_{\text{tube}} \cdot L_{\text{tube}} \cdot n_{\text{tube}}$ | | [m ²] |
| met: | | |
| D_{tube} | De binnendiameter van de buis, in m; | |
| L_{tube} | de lengte van de buis, in m; | |
| n_{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:

| | | |
|---|--|------|
| $e_{\text{precool},m} = 0,8 \cdot w_{\text{evap},m}$ | | [-] |
| met: | | |
| $w_{\text{evap},m}$ | Een factor die de werkingstijd van de verdampingskoeling inreken, (-) Als $Q_{\text{cool,net},m} \leq 0$ stel $w_{\text{evap},m} = 0$ Als $Q_{\text{cool,net},m} > 0$ stel $w_{\text{evap},m} = 1$ | |
| waar: | | |
| $Q_{\text{cool,net},m} = \sum Q_{\text{cool,net,seci},m}$ | | [MJ] |
| met: | | |

| | |
|-----------------------|--|
| $Q_{cool,net,seci,m}$ | 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

$$\theta_{precool,ref,max,m}$$

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 $\theta_{precool,ref,max,m}$ wordt gelijk gesteld aan de maandgemiddelde natteboltemperatuur ontleend aan Tabel 22.

Tabel 22: Maandgemiddelde natteboltemperatuur

| Tnattebol | Jan | Feb | Maa | Apr | Mei | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dec |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| °C | 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 fotovoltaïsche installaties. Voor de gebruiker is enkel C.2 van belang waarin gedefinieerd wordt hoe beschaduwing gekarakteriseerd wordt.

De helling θ_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° , voor een verticaal vlak 90° .

De oriëntatie ϕ_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

Algemeen

Een zonontvangend vlak j kan door gebouwvreemde omgevingselementen, belemmeringen genoemd, en door gebouwgebonden elementen, horizontale of zijdelingse overstekken genoemd, beschaduwd 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.

Geometrie van een belemmering

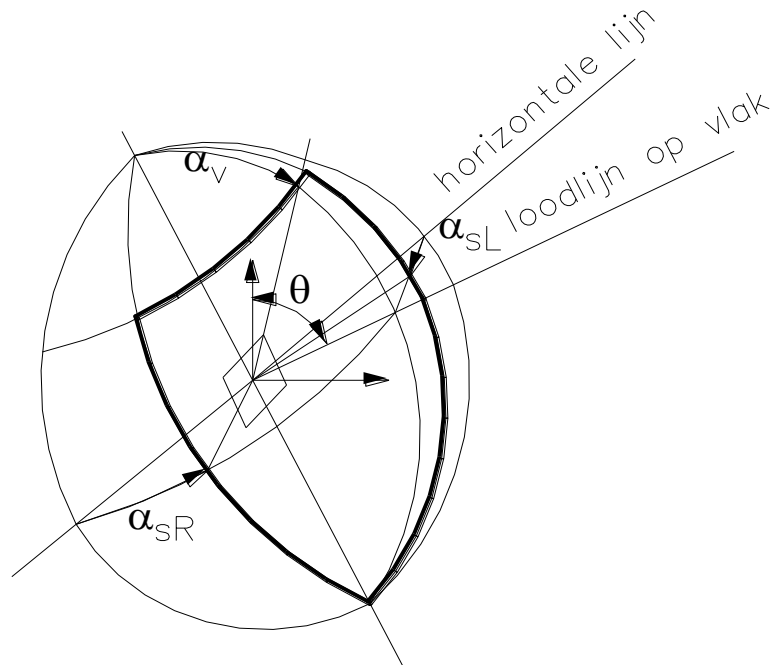
Belemmeringen worden geschematiseerd tot één enkel verticaal belemmeringsvlak. De horizonhoek α_h is de hoek tussen het horizontaal vlak en de verbindinglijn van het middelpunt van het zonontvangend vlak met de bovenrand van het belemmeringsvlak.

Geometrie van overstekken

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

Toelichting: de overstekgrenzen vormen een rechthoek op een zogenaamde visiofoto 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.



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°
 - linker overstekhoek α_{sL} , rechter overstekhoek α_{sR} en verticale overstekhoek α_v : 0°
- voor de koelbehoefte en oververhitting:
 - horizonhoek: 15°
 - linker overstekhoek α_{sL} , rechter overstekhoek α_{sR} en verticale overstekhoek α_v : 0°

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

Totale bezonning

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

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

met:

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

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

Directe bezonning

De berekening van de maandelijkse directe bezonning gebeurt m.b.v. een karakteristieke dag voor de maand. Dit is de 15^e 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:

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

met:

- $I_{s,\text{tot},m,\text{hor}}$ de maandelijkse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel in MJ/m^2 , zie Tabel 1 ;
- $I_{s,\text{dif},m,\text{hor}}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel in MJ/m^2 , zie Tabel 1;
- $Q_{s,\text{dir},\text{char},j}$ de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak j voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{dag})$;
- $Q_{s,\text{dir},\text{char},\text{hor}}$ de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{dag})$;
- 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:

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

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

met:

| | |
|----------------|--|
| $q_{s,dir,n}$ | de directe bezonning op een vlak loodrecht op de zonnerichting voor de karakteristieke dag van maand, in W/m^2 , zoals hieronder berekend; |
| ω | de uurhoek (middernacht 180° , om 6 h 90° , 's middags 0° , om 18 h -90°); |
| $\Delta\omega$ | de stap in uurhoek, in $^\circ$ (1 uur= 15°); |
| ω_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 $^\circ$; |
| ω_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 $^\circ$; |
| ω_3 | de uurhoek 's morgens waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ groter wordt dan nul, in $^\circ$; |
| ω_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° .

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

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

met:

| | |
|-------|--|
| d | het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie Tabel 1; |
| m | de wegfactor, in 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:

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

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

$$T_L = 3,372 + 0,053(\pi\beta/180) - 0,296\cos(30m) \quad (-)$$

met:

β 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:

$$\beta = \max[0, 90 - b \cos[\cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega + \sin \varphi \cdot \sin \delta]] \quad (^{\circ})$$

met:

φ de breedteligging, voor Ukkel $+50,8^{\circ}$

δ de declinatiehoek voor elk van de karakteristieke dagen, in $^{\circ}$, gelijk aan

$$\delta = b \sin \left[-\sin(23,45) \cdot \cos \left(\frac{360}{365} \cdot (d+10) \right) \right] \quad (^{\circ})$$

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:

$$\begin{aligned} \cos \chi_{s,j} = & 0,775 [\sin \delta \cdot \cos \theta_j + \cos \delta \cdot \sin \theta_j \cdot \cos \varphi_j \cdot \cos \omega] \\ & - 0,632 [\sin \delta \cdot \sin \theta_j \cdot \cos \varphi_j - \cos \delta \cdot \cos \theta_j \cdot \cos \omega] \\ & + \cos \delta \cdot \sin \theta_j \cdot \sin \varphi_j \cdot \sin \omega \end{aligned}$$

$$\chi_{s,hor} = 90 - \beta$$

Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd vlak als:

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

met:

$I_{s,dif,m,hor}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m^2 , zie Tabel 1;

C_m een correctiefactor voor het anisotroop karakter van de diffuse straling, zie onderstaande tabel.

| |
|---------------------------|
| Oriëntatie ($^{\circ}$) |
|---------------------------|

| | | 0 (Z) | 22,5 | 45 | 67,5 | 90 (O/W) | 112,5 | 135 | 157,5 | 180 (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 wordt in een 2^e stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een onbeschadwd vlak als:

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

met:

$I_{s,tot,m,hor}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschadwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel 1.

C.4 Maandelijkse bezonning op een beschadwd vlak

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

Totale bezonning

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

$$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$

(MJ/m²)

met:

- $I_{s,dir,m,j,shad}$ de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak j , in MJ/m²;
- $I_{s,dif,m,j,shad}$ de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak j , in MJ /m²;
- $I_{s,refl,m,j,shad}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j , in MJ /m².

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

Directe bezonning

Bepaal de maandelijke 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 ω_1 en ω_2 , waarvoor de zonnehoogte β kleiner is dan de belemmeringshoek α_h , wordt de directe bezonning nul gesteld;
- Doe voor de overige uurhoeken een bolcoördinatentransformatie voor de azimutaal hoek van de zon γ_s en de zonnehoogte β naar een assenstelsel waarvoor de belemmeringen zijn gedefinieerd. Dit resulteert in de getransformeerde hoeken γ_s' en β' ;
- Indien het punt (γ_s' , β') buiten de vlakhemel valt wordt de directe bezonning op nul gesteld. Zoniet wordt de directe bezonning gelijk gesteld aan de onbeschaduwde waarde.

De azimutaal hoek van de zon γ_s wordt gegeven door:

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

Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijke diffuse bezonning op het beschaduwde vlak als:

$$I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} \cdot \left(\frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) \cdot c_m \cdot c_n \quad (\text{MJ/m}^2)$$

$$c_n = \frac{\left(\frac{180 - \theta_j}{90} \cdot (1 - \sin \alpha_h) - (1 - \cos \alpha_v) \right) \cdot (180 - \alpha_{sL} - \alpha_{sR})}{2 \cdot (180 - \theta_j)}$$

met

$I_{s,dif,m,hor}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor Ukkel, in MJ/m², zie Tabel 1.

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

Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een willekeurig vlak als:

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

met:

$I_{s,tot,m,hor}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak te Ukkel, in MJ/m², 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:

$$I_{s,m,j,shad} = F_{s,m,j,env\ obst} \cdot I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

met:

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

$I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ bezonning van het venster j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing door obstakels die vastzitten aan het gebouw, zoals hieronder bepaald, in MJ/m².

Bezonning $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$

De bezonning $I_{s,m,j,shad,obst\ from\ build}$ van het venster j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing door obstakels die vastzitten aan het gebouw, wordt berekend volgens C.4.1.

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

$$I_{s,m,j,shad,obstfrom\ build} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad}$$

Beschaduwingsfactor

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

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

met:

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

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.

Beschaduwingsfactor

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

De waarden worden gegeven voor een horizonhoek van 60° , hoek vanaf dewelke de gedetailleerde manier van inrekenen van de beschaduwingsfactor gewijzigd is.

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabel eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens wordt in een 2^e stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

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

Tabellen C0 : Beschaduwingsfactor - Horizonhoek van 60°

| Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid) | | | | | |
|--|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 wordt in een 2^e 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 $\phi = 150^\circ$ | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = 180^\circ$ (Noord) | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -150^\circ$ | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost) | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -120^\circ$ | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -90^\circ$ (Oost) | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -60^\circ$ | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | 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 | 0,36 | 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 θ | | | | |
| | 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 | 0,03 | 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 θ | | | | |
| | 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 $\phi = -150^\circ$ | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost) | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -120^\circ$ | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -90^\circ$ (Oost) | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -60^\circ$ | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost) | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -30^\circ$ | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | Horizontaal | | | | Vertikaal |
| | 0° | 30° | 45° | 60° | 90° |
| 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 θ | | | | |
| | 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 | 0,39 | 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 θ | | | | |
| | 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 | 0,22 | 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 θ | | | | |
| | 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 $\phi = -150^\circ$ | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost) | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -120^\circ$ | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -90^\circ$ (Oost) | | | | | |
|--|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -60^\circ$ | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost) | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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 $\phi = -30^\circ$ | | | | | |
|---|------------------|------|------|------|-----------|
| Maand | Helling θ | | | | |
| | 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:

$$t_{\text{heat,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\left[29 \cdot (H_{T,\text{heat,seci}} + 0,27 \cdot V_{\text{seci}}) + 10 \cdot V_{\text{seci}} \right] \cdot (18 - \theta_{e,m}) / 29} \quad (\text{Ms})$$

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

$$t_{\text{heat,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{29 \cdot (H_{T,\text{heat,seci}} + 0,27 \cdot V_{\text{seci}}) + 10 \cdot V_{\text{seci}}} \quad (\text{Ms})$$

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 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:

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

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

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

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

waarin:

$\theta_{c,sec i,\theta_{eb}}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering bij basis buitentemperatuur, zoals hieronder bepaald, in $^\circ\text{C}$;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel 1, in $^\circ\text{C}$.

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

$$\theta_{c,sec i,\theta_{eb}} = 0,5 (\theta_{design,supply,sec i} + \theta_{design,return,sec i})$$

met:

$\theta_{design,supply,sec i}$ de ontwerpvertrektemperatuur van het water in de afgiftekering van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in $^\circ\text{C}$;

$\theta_{design,return,sec i}$ de ontwerpreturntemperatuur van het water in de afgiftekering van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in $^\circ\text{C}$.

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 erkende 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:

$$\Delta Q_{\text{rad,seci,m}} = t_{\text{heat,seci,m}} \cdot \sum_j \{U_j \cdot A_{\text{rad,j}} \cdot \max(0; w \cdot \theta_{\text{c,seci,m}} + (1-w) \cdot \theta_{\text{e,m}} - 18)\} \quad (\text{MJ})$$

met:

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

$\theta_{\text{e,m}}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel 1, in °C;

$t_{\text{heat,sec i,m}}$ 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/m²K;

$A_{\text{rad,j}}$ de geprojecteerde radiatoroppervlakte van radiator j, in m².

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

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

$$\eta_{\text{em,heat,seci,m}} = \eta \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{Q_{\text{heat,net,seci,m}} + \Delta Q_{\text{rad,seci,m}}}$$

(-)

met:

η de vermenigvuldiger uit Tabel 23. Deze vermenigvuldiger houdt rekening met extra regelingsverliezen en de verliezen als gevolg van temperatuurstratificatie (-);

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

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

Tabel 23 : Vermenigvuldiger η

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

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

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 maandelijks 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 m²;

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

- in geval van vloeren op volle grond:

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

met:

$U_{f,j}$ de U-waarde van de vloer gerekend vanaf de binnenomgeving tot aan het scheidingsvlak met de grond, in W/m²K.

- in geval van vloeren boven een kelder of kruipkelder:

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

waarbij $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ en $U_{x,j}$ berekend worden volgens nadere specificaties vastgelegd door de minister, in W/(m²K).

- in geval van vloeren in contact met de buitenlucht:

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

met $U_{f,j}$, de warmtedoorgangscoefficiënt van de vloer van binnenomgeving tot buitenlucht, berekend volgens nadere specificaties vastgelegd door de minister, in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.

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 ($\eta_{\text{em,heat,seci,m}}$) gelijk aan:

$$\eta_{\text{em,heat,seci,m}} = \eta \cdot \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{Q_{\text{heat,net,seci,m}} + \Delta Q_{\text{fl,h,seci,m}}} \quad (-)$$

met:

η de vermenigvuldiger uit ;

$Q_{\text{heat,net,seci,m}}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens [7.2](#);

$\Delta Q_{\text{fl,h,seci,m}}$ 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 ($\Delta Q_{\text{wall,h,seci,m}}$) als

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

met:

$\theta_{\text{c,seci,m}}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens D.2, in $^{\circ}\text{C}$;

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

$A_{\text{wall,j}}$ de oppervlakte van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j , achter het vlak met de muurverwarming, in m^2 ;

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

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

met:

$U_{\text{wall},j}$ 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 afgifterendement voor energiesector i ($\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$) gelijk aan:

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

met:

η de vermenigvuldiger uit (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ 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:

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

met:

$$\eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} = \frac{Q_{\text{out,heat,netw } n,m}}{Q_{\text{in,heat,netw } n,m}} \quad (-)$$

waarin:

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

en

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

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 (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ 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:

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

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 bijlage D.1, zowel voor water- als voor luchtverwarmingssystemen) van de energiesectoren i die door het netwerk bediend worden;

$\theta_{\text{c,netw } n,m}$ 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 $\theta_{\text{c,sec } i,m}$, bepaald volgens bijlage 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:

$$\theta_{\text{c,sec } i} = 8 + 0,6 \theta_{\text{design,supply,sec } i}$$
 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 ontwerp temperatuur dienen gedetailleerde berekeningen van het ontwerp van het afgiftesysteem (voor elke verwarmde ruimte van energiesector i) deel uit te maken van de EPB-aangifte.

- $\theta_{amb,m,j}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van segment j van het warmteverdelingsnet, in °C:
- indien het segment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{amb,m,j} = 11 + 0,4 \theta_{e,m}$;
- indien het segment buiten ligt, geldt: $\theta_{amb,m,j} = \theta_{e,m}$;
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 bijlage 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 E.3.1 genomen te worden, waarbij de factor 0,6 vervangen wordt door 1; er moet bovendien rekening gehouden worden met het koudebrugeffect 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.

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

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.

E.3.1 Ronde leidingen en kanalen

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

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

met:

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

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 warmteovergangswaerstand 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:

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

met:

- $\lambda_{\text{insul},j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j , in $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;
- $d_{\text{insul},j}$ de dikte van de warmte-isolatie rond het kanaal, in m ;
- H_j de hoogte van het geïsoleerd kanaal (buitenafmeting), in m ;
- B_j de breedte van het geïsoleerd kanaal (buitenafmeting), in 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 warmteovergangswaerstand 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:

$$R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E \quad (\text{mK/W})$$

met:

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

en

$$R_E = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_E} \cdot \text{arcosh} \left(\frac{2 \cdot H_{E,j}}{D_{e,j}} \right) \quad (\text{mK/W})$$

waarin:

$\lambda_{\text{insul},j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j , in $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;

$D_{e,j}$ de buitendiameter van de geïsoleerde leiding, in m ;

$D_{i,j}$ de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in m ;

λ_E de warmtegeleidingscoëfficiënt van de omgevende bodem. Neem als waarde: $\lambda_E = 2 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;

$H_{E,j}$ 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 Verhouding van de onderste tot de bovenste
verbrandingswaarde van verschillende brandstoffen**

| Brandstof | $f_{\text{NCV/GCV}}$ |
|---------------------------|--|
| aardgas | 0,90 |
| gasolie | 0,94 |
| propaan/butaan/LPG | 0,92 |
| kolen | 0,96 |
| hout | 0,93 |
| houtpellets/houtbriketten | 0,91 |
| andere brandstoffen (1) | gelijkwaardigheid |

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

Bijlage G Bepaling van het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat

Bepaal het thermisch rendement η_{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 bijkomende 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:
 - o Voor één of meerdere debieten naar keuze. Het toepassingsbereik van het eindresultaat hangt wel af van het debiet van de proef (zie hoofdtekst).
 - o 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.

| Categorie van warmteterugwinapparaat (zie definities in NBN EN 308) | I II 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 m³/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:

$$\eta_{test} = \frac{(\eta_{t,sup} + \eta_{t,eha})}{2}$$

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:

$$\eta_{t,sup} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad \text{en} \quad \eta_{t,eha} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}}$$

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

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

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 Vlaamse Regering tot wijziging van het Energiebesluit van 19 november 2010, wat betreft de certificering van aannemers en installateurs, de berekening voor de onrendabele toppen, gebouwgebonden fotovoltaïsche installaties en de implementatie van de Epicoolstudie.

Brussel,

De minister-president van de Vlaamse Regering,

Kris PEETERS

De Vlaamse minister van Energie, Wonen, Steden en Sociale Economie,

Freya VAN DEN BOSSCHE