

BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

[C – 2017/14308]

9 NOVEMBER 2017. — Ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

De Minister belast met energiebeleid,

Gelet op de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing, artikel 2.2.2, § 1;

Gelet op het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen, artikel 21bis, § 2, zesde lid, de paragrafen 7.3, 7.8.4, 7.8.6, 9.2.2.1, 9.3.1, 9.3.2.1, 9.3.2.2, 10.2.3.2, 10.2.3.3, 10.3.3.4.1, 10.3.3.4.2, 11.2.3.1.2, bijlage B, punt 3.1 en bijlage G, lid 3 van bijlage XII, en de paragrafen 5.6.2.1, 5.6.2.2, 5.6.3.3, 5.10, 6.3, 7.5.1, 9.3.1.2.2 en bijlage B, punt 1 van bijlage XIII, ingevoegd door het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 26 januari 2017 tot vaststelling van alle richtlijnen en criteria die nodig zijn voor het berekenen van de energieprestatie van de EPB-eenheden en houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de Ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing ;

Gezien de gendertest van de respectieve situatie van vrouwen en mannen, zoals bepaald in het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering houdende de uitvoering van de ordonnantie van 29 maart 2012 houdende de integratie van de genderdimensie in de beleidslijnen, uitgevoerd op 24 maart 2017;

Gelet op het advies van de Raad voor het Leefmilieu van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gegeven op 7 juni 2017;

Gelet op het advies 61.842/1/V van de Raad van State, gegeven op 14 augustus 2017, met toepassing van artikel 84, § 1, eerste lid, 2°, van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

Overwegende het ministerieel besluit van 6 mei 2014 houdende uitvoering van bijlagen V, IX en X van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen;

Overwegende dat dit besluit enkele wijzigingen en specificaties aanbrengt aan de berekeningsmethodes EPW en EPN zoals vastgelegd in de bijlage XII en XIII van het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007, deze bijlagen van toepassing zijnde vanaf 1 juli 2017;

Overwegende dat het noodzakelijk is dat deze wijzigingen op 1 juli 2017 in werking treden om van toepassing te zijn op hetzelfde ogenblik als de bijlagen XII en XIII;

Overwegende dat de toepassing van deze wijzigingen tot een meer gunstige behandeling van de aangever leidt,

Besluit :

HOOFDSTUK 1. — *Definitie*

Artikel 1. Voor de toepassing van dit besluit moet worden verstaan onder "Ministerieel besluit van 6 mei 2014" : het ministerieel besluit van 6 mei 2014 houdende uitvoering van bijlagen V, IX en X van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen, zoals gewijzigd door het ministerieel besluit van 21 december 2016.

HOOFDSTUK 2. — *Wijzigingen aan de bijlagen XII en XIII van het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen*

Art. 2. § 1. In bijlage XII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen worden de volgende wijzigingen aangebracht:

1° in punt 10.3.3.3.3, worden de woorden « zijn geen specifieke gegevens nodig. Het opwekkingsrendement en opslagrendement worden bepaald in functie van de algemene eigenschappen van het systeem. » Vervangen door de volgende leden:

“een gedetailleerde berekening van de productie- en opslagrendementen wordt uitgevoerd indien volgende gegevens, zoals gedefinieerd in het hierboven vernoemde Verordening, beschikbaar zijn:

— De energie-efficiëntie voor de verwarming van water η_{wh} , in %, of, indien niet beschikbaar, de energie-efficiëntieklasse voor de verwarming van water;

— opgegeven capaciteitsprofiel

— Indien van toepassing: de statische verliezen (van een opslagvat) S, in W

Deze gegevens mogen van één van de volgende bronnen komen:

— Een etiket zoals gedefinieerd in bijlage III van de Verordening 811/812;

— Een productfiche conform aan bijlage IV van de Verordening 811/812

— Een technische documentatie conform bijlage V van de Verordening 811/812

— De ‘te leveren informatie’ in de gevallen voorzien in de bijlage VI van de Verordening 811/812;

— Een technische documentatie of een andere informatiebron conform aan de eisen van artikel 4 en aan de bijlage II van de Verordening 813.

Voor de zonneboilers, is de energie-efficiëntie (of, in voorkomend geval, de energie-efficiëntieklasse) gelijk aan de energie-efficiëntie van het verwarmingstoestel voor de verwarming van water $\eta_{wh, nonsol}$, zoals gedefinieerd in de bijlage VIII van de toepasbare Verordening, de prestaties van de zonnecollectoren zijnde geëvalueerd volgens § 10.4. Echter, indien $\eta_{nw, nonsol}$ niet beschikbaar is, wordt de zonnecollector geëvalueerd volgens § 10.3.3.3 en 10.3.3.4.2, en dit zelfs indien die onderhevig is aan één van de voornoemde Verordeningen.

Voor de producten gecombineerd met een zonne-installatie, is de energie-efficiëntie (of, in voorkomend geval, de energie-efficiëntieklasse) die in rekening gebracht dient te worden, de energie-efficiëntie voor de verwarming van water alleen, zonder rekening te houden met de zonne-installatie, waarvan de prestaties geëvalueerd zijn volgens § 10.4.

Indien de energie-efficiëntie voor de verwarming van water η_{wh} niet gekend is, maar de efficiëntieklasse gekend is, dient voor de efficiëntie η_{wh} de minimale energie-efficiëntie genomen te worden van de energie-efficiëntieklasse voor het overeenstemmend opgegeven capaciteitsprofiel, zoals gedefinieerd in de afgevaardigde Verordening (EU) n°811/2013 en de afgevaardigde Verordening (EU) n°812/2013 en opgenomen in Tabel [30].

Indien zowel de energie-efficiëntie voor de verwarming van water, als de energie-efficiëntie klasse niet gekend zijn of indien het opgegeven capaciteitsprofiel niet gekend is, dienen 2 gevallen beschouwd te worden:

Geval 1

Voor de elektrische verwarming met weerstand, de elektrische warmtepompen en de ketels, worden de rekenwaarden voor η_{wh} genomen uit Tabel 37. Deze zijn van toepassing voor zowel productie-toestellen die enkel sanitair tapwater verwarmen, als voor de toestellen die zowel ruimteverwarming als sanitair warm watervoorziening verzekeren.

Tabel [37]: Rekenwaarden voor η_{wh} in %

| | | | |
|--|------------------------|---|------------------------|
| <i>Chauffage électrique par résistance</i> | 38 | <i>Elektrische weerstandsverwarming</i> | 38 |
| <i>Pompe à chaleur électrique</i> | 95 | <i>Elektrische warmtepomp</i> | 95 |
| <i>Chaudière</i> | 95. $\eta_{full, GCV}$ | <i>Ketel</i> | 95. $\eta_{full, GCV}$ |

Het symbool in de tabel is als volgt gedefinieerd:

$\eta_{full, GCV}$ Het rendement bij het nominaal thermisch vermogen uitgedrukt op de bovenste verbrandingswaarde, (-). Het wordt bepaald als de nuttige efficiëntie [00c6][009e]4 van de Europese Verordening (EU) n°813/2013. De waarde bij ontstentenis voor $\eta_{full, GCV}$ is 0.68;

Geval 2

Voor de WKK-installaties op de site, externe warmtelevering en gelijkwaardigheidsaanvragen, worden de productie- en opslagrendementen niet afzonderlijk maar samen geëvalueerd."

2° in punt 10.3.3.4.1 worden de volgende wijzigingen aangebracht:

a) Het opschrift van het titel wordt vervangen als volgt: "Systemen waarvan de energie-efficiëntie voor de verwarming is bepaald"

b) In tweede lid "Opwekkingsrendement" worden de woorden "en de productiesystemen voor sanitair warm tapwater niet onderhevig aan de voornoemde Verordeningen maar waarvoor de energie-efficiëntie voor de verwarming van water is bepaald" ingevoegd tussen de woorden "Verordening (EU) n°814/2013" en de woorden ", wordt het opwekkingsrendement";

c) Onder Eq. 256 worden de woorden « bepaald volgens § 10.3.3.3.1 of 10.3.3.3.2, in % » vervangen door de woorden "in %, bepaald volgens § 10.3.3.3.1 of 10.3.3.3.2 of 10.3.3.3.3";

3° in punt 10.3.3.4.2 worden de volgende wijzigingen aangebracht :

a) Het opschrift van de titel wordt vervangen als volgt: "Systemen waarvan de energie-efficiëntie voor de verwarming van water niet bepaald is";

b) In het eerste lid worden de woorden "Voor systemen die niet zijn onderworpen zijn aan de voornoemde verordeningen" vervangen door de woorden "Voor systemen die vallen onder geval 2 van § 10.3.3.3.3" en de woorden "in Tabel [38]" ingevoegd tussen de woorden "De onderstaande waarden" en de woorden "zijn van toepassing";

c) De woorden : "Andere toestellen dan verbrandingstoestellen Voor andere toestellen dan verbrandingstoestellen is het product van het opwekkingsrendement $\eta_{gen,water}$ en het opslagrendement $\eta_{stor,water}$ opgenomen in Tabel [31]." worden opgeheven;

d) Tabel 31 wordt vervangen door de volgende tabel:

"Tabel [38]: Rekenwaarden voor ($\eta_{gen,water}$)

| | <i>chauffage instantané (a)</i> | <i>avec stockage de chaleur (b)</i> | | <i>Ogenblikkelijke verwarming (a)</i> | <i>Met warmteopslag (b)</i> |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| <i>Cogénération sur site (1)</i> | $\epsilon_{cogen,th}$ | $\epsilon_{cogen,th} - 0,05$ | <i>WKK op de site (1)</i> | $\epsilon_{cogen,th}$ | $\epsilon_{cogen,th} - 0,05$ |
| <i>Fourniture de chaleur externe (1)</i> | $\eta_{water,dh}$ | $\eta_{water,dh} - 0,05$ | <i>Externe warmtelevering (1)</i> | $\eta_{water,dh}$ | $\eta_{water,dh} - 0,05$ |
| <i>Autres cas</i> | <i>Équivalence (2)</i> | | <i>Andere gevallen</i> | <i>gelijkwaardigheidsaanvraag (2)</i> | |

(a) 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 (indien in tussentijd geen nieuwe warmwatertapping plaatsvindt).

(b) 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) blijft hetzelfde product van opwekkingsrendement en opslagrendement van toepassing.";

e) De paragraaf “Verbrandingstoestellen” en de tabel 32 worden opgeheven.

§ 2. In punt 7.2.1 van bijlage XIII van hetzelfde besluit worden de woorden “dat vooraf door de minister erkend is” vervangen door de woorden “dat op de website van Leefmilieu Brussel ter beschikking wordt gesteld, dat de vereenvoudigde berekening van § 10.4.1.1 van EPW-bijlage implementeert”

HOOFDSTUK 3. — Specificaties voor de berekeningsmethodes vastgelegd in de bijlagen XII en XIII van het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Art. 3. De reductiefactoren voor warmteterugwinning uit de doucheafloop worden bepaald volgens de in bijlage 1 van het ministerieel besluit van 6 mei 2014 gespecificeerde regels.

Art. 4. De specificaties met betrekking tot de luchtdichtheidsmeting worden in bijlage 1 van dit besluit bepaald.

Art. 5. § 1. In de EPB-wooneenheden worden de reductiefactoren voor ventilatie voor vraaggestuurde systemen bepaald volgens de in bijlage 9 van het ministerieel besluit van 6 mei 2014 gespecificeerde regels.

§ 2. In de niet-residentiële EPB-eenheden worden de reductiefactoren voor ventilatie voor vraaggestuurde systemen bepaald volgens de in bijlage 5 van het ministerieel besluit van 6 mei 2014 gespecificeerde regels.

Art. 6. Het rendement voor een systeem genaamd “combilus” in het kader van de EPB-reglementering wordt berekend volgens de in bijlage 2 van dit besluit bepaalde specificaties.

Art. 7. In de EPB-wooneenheden worden de prestatiecoëfficiënt (COP_{test}) en de gemiddelde seizoensprestatiefactor (SPF) voor warmtepompen met directe warmtewisseling en warmtepompen die oppervlaktewater, een riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron gebruiken, berekend volgens de in bijlage 3 van dit besluit bepaalde specificaties.

Art. 8. In de EPB-wooneenheden wordt het elektrische vermogen van de ventilatoren in het kader van de EPB-reglementering in situ gemeten, volgens de in bijlage 4 van dit besluit bepaalde specificaties.

Art. 9. De rekenmethode voor de voorkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar wordt gedefinieerd in bijlage 5 van dit besluit.

Art. 10. In de EPB-wooneenheden wordt het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat berekend volgens de in bijlage 6 van dit besluit bepaalde specificaties.

Art. 11. De hulpvariabele L in de niet-residentiële EPB-eenheden kan door middel van gedetailleerde berekeningen bepaald worden. De specificaties en de erkenningsprocedure van het rekenprogramma voor verlichting zijn deze van artikel 6 van het ministerieel besluit van 6 mei 2014.

HOOFDSTUK 4. — Eindbepaling

Art. 12. Dit besluit heeft uitwerking met ingang van 1 juli 2017.

Brussel, 9 november 2017.

C. FREMAULT

 Bijlage 1 – Specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen

| | | |
|-------|--|---|
| 1. | VOORWOORD..... | 2 |
| 1.1 | Gebruik van het resultaat van een luchtdichtheidsmeting in het kader van de energieprestatieregelgeving..... | 2 |
| 1.2 | Basisdocumenten..... | 2 |
| 2. | ALGEMENE SPECIFICATIES..... | 3 |
| 3. | BIJKOMENDE SPECIFICATIES MET BETREKKING TOT DE METING..... | 3 |
| 3.1 | Te meten zone..... | 3 |
| 3.1.1 | <i>Algemene regel</i> | 3 |
| 3.1.2 | <i>Het op onder- of overdruk zetten van ruimten buiten de te meten zone</i> | 4 |
| 3.1.3 | <i>Bijzonder geval: meting met meerdere pressurisatieapparaten</i> ... | 5 |
| 3.2 | Type luchtdichtheidstest..... | 5 |
| 3.3 | Onderscheid tussen "grote gebouwen" en "kleine gebouwen"..... | 5 |
| 3.4 | Inhoud van het proefverslag..... | 5 |
| 3.5 | Gebruik van het resultaat van de luchtdichtheidstest in de EPB-regelgeving..... | 6 |
| 3.5.1 | <i>Bepaling van de testoppervlakte A_{test} van de gebouwschil</i> | 6 |
| 3.5.2 | <i>Te hanteren luchtlekdebiet bij 50 Pa \dot{V}_{50}</i> | 6 |
| 3.6 | Onafhankelijkheid van de uitvoerder..... | 7 |

Bijlage 1 – Specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen

1. Voorwoord

Deze bijlage legt de eisen vast die moeten worden nageleefd bij het meten van de luchtdichtheid van gebouwen bruikbaar in het kader van de EPB-regelgeving. Het richt zich enerzijds tot de *uitvoerder van metingen* (de persoon die verantwoordelijk is voor de luchtdichtheidstest en het proefverslag) en anderzijds tot de *aanvrager van de test* (de persoon die de test heeft besteld of zijn vertegenwoordiger: architect, verantwoordelijke voor de EPB aangifte, enz.).

In de STS-P 71-3 waarnaar wordt verwezen, wordt de rol van respectievelijk de uitvoerder van de meting en de aanvrager voor het uitvoeren van een luchtdichtheidstest, gepreciseerd.

1.1 Gebruik van het resultaat van een luchtdichtheidsmeting in het kader van de energieprestatieregelgeving

Wanneer, door de aanvrager van de test, het resultaat van de luchtdichtheidsmeting van een gebouw in rekening wordt gebracht bij de berekening van de energieprestaties ervan, kan een gunstiger peil van primair energieverbruik worden bereikt dan wanneer de berekening is gebaseerd op de luchtdichtheidswaarde bij ontstentenis. In de bepalingmethode van het peil van primair energieverbruik (§ 7.8.3 van de methode voor wooneenheden (EPW) en § 5.6.3 van de methode voor niet-residentiële eenheden (EPN)), is dit energieverbruik afhankelijk van het infiltratie- en exfiltratiedebiet, berekend op basis van het luchtlekdebiet bij 50 Pa, per oppervlakte-eenheid van de gebouwschil, $\dot{V}_{50,heat}$, hierna aangegeven als \dot{V}_{50} en uitgedrukt in $(m^3/h)/m^2$. Dit specifieke luchtlekdebiet, \dot{v}_{50} (kleine letter v), wordt bepaald op basis van het luchtlekdebiet bij 50 Pa van de buitenschil, \dot{V}_{50} (hoofdletter V) in m^3/h , gemeten door de uitvoerder van de metingen in overeenstemming met de norm NBN EN 13829:2001 en de STS-P 71-3 en onder naleving van de in dit document vermelde specificaties.

1.2 Basisdocumenten

De bepalingsmethodes voor het primair energieverbruik in het kader van de energieprestatieregelgeving, verwijzen naar de norm NBN EN 13829:2001 voor de meting van het luchtlekdebiet van de gebouwschil bij 50 Pa, \dot{V}_{50}

De eengemaakte technische specificaties STS-P 71-3 brengen een aantal verduidelijkingen aan met betrekking tot deze testnorm. Ze beschrijven verschillende opties die zich aandienen op bepaalde momenten tijdens de realisatie van een luchtdichtheidstest en dit in functie van de doelstelling van de luchtdichtheidstest.

De bijkomende specificaties in dit document beschrijven welke opties moeten gekozen worden in de context van de valorisatie van een luchtdichtheidstest in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Een gedegen voorkennis van de inhoud van zowel de norm NBN EN 13829:2001 als van de STS-P 71-3 is een onmisbare vereiste voor lectuur en begrip van dit document.

Op het ogenblik dat deze bijkomende specificaties van kracht worden, kunnen alleen nog metingen die conform zijn aan dit document worden gevaloriseerd om beter te doen dan de waarde bij ontstentenis. Er dient opgemerkt te worden dat de eengemaakte technische specificaties STS-P 71-3 waarnaar wordt verwezen, eisen opleggen met betrekking tot de meetapparatuur en

Bijlage 1 – Specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen

bevatten eveneens een informatieve bijlage waarin de onafhankelijkheid van de uitvoerder van de luchtdichtheidstest beschreven is.

2. Algemene specificaties

De hoger vermelde basisdocumenten bevatten specificaties met betrekking tot het uitvoeren van een luchtdichtheidstest. In het bijzonder voor een « standaard test » zoals gedefinieerd in de STS-P 71-3, worden volgende elementen gepreciseerd:

- Toestand van het gebouw op het ogenblik van de meting,
- Wijze van voorbereiding van het gebouw en behandeling van de bewuste openingen,
- Meetmodi en installatie van de apparaten,
- Specificaties met betrekking tot de modus operandi,
- Eisen met betrekking tot de meetapparatuur en rekenmiddelen,
- Eisen met betrekking tot het testrapport,
- Onafhankelijkheid van de uitvoerder voor het uitvoeren van een luchtdichtheidstest.

3. Bijkomende specificaties met betrekking tot de meting

Naast de algemene specificaties vermeld in §2, zijn de volgende bijkomende specificaties van toepassing.

3.1 Te meten zone

3.1.1 Algemene regel

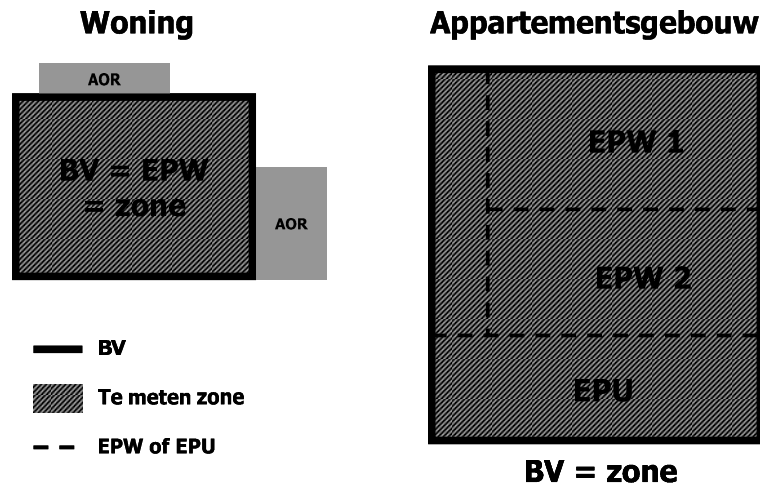
Eisen

De te meten zone moet worden bepaald, door de aanvrager van de test, in samenhang met de opdeling van het gebouw in het kader van de EPB-regelgeving. De te meten zone moet minstens het hele beschouwde EPW- of EPN-volume bevatten en mag geen ruimten bevatten die buiten het beschermd volume (BV) vallen, zoals aangrenzende onverwarmde ruimten.

Aanbevelingen

In de meeste gevallen kan de luchtdichtheidstest op het gehele beschermd volume (BV) worden uitgevoerd. De te meten zone kan dan ook verschillende EPW- of EPN-eenheden omvatten. (Figuur 1)

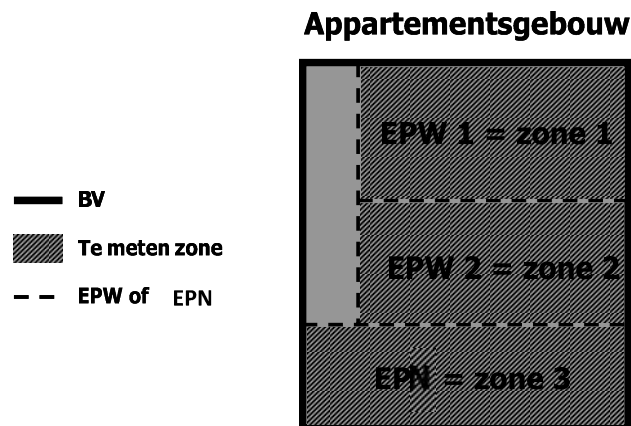
Bijlage 1 – Specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen



Figuur 1: Schets van de te meten zone (gearceerd) in overeenstemming met het beschermd volume (doorlopende lijn), voor een individuele woning of voor een appartementsgebouw

(AOR = aangrenzende onverwarmde ruimte)

In sommige gevallen kan de meting echter worden uitgevoerd op slechts een deel van het beschermd volume, maar altijd minstens op het bedoelde EPW- of EPN-eenheden (bv. een individueel appartement, Figuur 2).



Figuur 2: Schets van de te meten zone (gearceerd) in overeenstemming met individuele EPW- of EPN-eenheden (streeplijn)

3.1.2 Het op onder- of overdruk zetten van ruimten buiten de te meten zone

Eisen

Tijdens de luchtdichtheidsmeting is het verboden om ruimten die niet in de te meten zone gelegen zijn opzettelijk en rechtstreeks op onder- of overdruk te brengen¹. Dit verbod is van toepassing op alle ruimten buiten de te meten zone, of ze nu verwarmd zijn of niet, en of ze nu deel uitmaken van hetzelfde gebouw of van een aangrenzend gebouw.

¹ Dit verbod heeft dus geen betrekking op de eventuele onder- of overdruk die veroorzaakt wordt door de pressurisatieapparatuur in de te meten zone.

Bijlage 1 – Specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen

3.1.3 Bijzonder geval: meting met meerdere pressurisatieapparaten

Eisen

Het op onder- of overdruk brengen van de te meten zone kan met meerdere pressurisatieapparaten uitgevoerd worden. Tijdens de meting moeten alle apparaten tegelijkertijd de te meten zone op dezelfde onder- of overdruk brengen.

In het geval dat de te meten zone samengesteld is uit meerdere gescheiden delen, zonder binnendeur ertussen, is dit gelijktijdig op onder- of overdruk brengen verplicht en is er minstens één pressurisatieapparaat nodig in elk van die delen van de te meten zone².

Opmerking: Voor bv. een appartementsgebouw waarbij ieder appartement enkel via een deur rechtstreeks naar de buitenomgeving toegankelijk is, is het toegelaten om het hele appartementsgebouw als de te meten zone te beschouwen en de meting uit te voeren door ieder appartement op hetzelfde moment op onder- of overdruk te brengen met verschillende pressurisatieapparaten.

In alle gevallen wordt het totale luchtlekdebiet \dot{V}_{50} dan bepaald voor de volledige te meten zone. A_{test} moet bepaald worden op basis van de schiloppervlakken van de volledige te meten zone. De gelijktijdig gemeten delen moeten duidelijk en nauwkeurig beschreven worden in het testrapport door de verantwoordelijke van de proef.

3.2 Type luchtdichtheidstest

Opdat het resultaat zou kunnen gevaloriseerd worden in het kader van de energieprestatieregelgeving, moet de luchtdichtheidstest uitgevoerd worden volgens de specificaties met betrekking tot een « standaard test » zoals beschreven in de STS-P 71-3.

3.3 Onderscheid tussen "grote gebouwen" en "kleine gebouwen"

De STS_p 71-3 maakt een onderscheid tussen « grote gebouwen » enerzijds en « kleine gebouwen » anderzijds. Het onderscheid tussen de twee categorieën wordt in deze STS gemaakt aan de hand van een criterium in functie van het volume van de te meten zone. In functie van dit onderscheid, verschillen er bepaalde specificaties met betrekking tot de test.

In het kader van de energieprestatieregelgeving moet het volume van de te meten zone bepaald worden volgens de regels die van kracht zijn in de energieprestatieregelgeving betreffende de bepaling van het volume EPB-eenheden

3.4 Inhoud van het proefverslag

De STS-P 71-3 -P beschrijft de minimaal vereiste inhoud van een proefverslag.

Bijkomende eisen

Opdat het resultaat zou kunnen gevaloriseerd worden in het kader van de energieprestatieregelgeving, moet het proefverslag van de luchtdichtheid van het gebouw minstens de volgende verklaring bevatten:

² In veel gevallen is het ook mogelijk om elk van die delen als een te meten zone te definiëren en elk apart te meten.

Bijlage 1 – Specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen

"Bij de luchtdichtheidstest werden alle voorschriften in het kader van de EPB-regelgeving, zoals beschreven in het "Specificatiedocument, versie x van dd mm jjjj", gerespecteerd."

De juiste waarden van het versienummer (x) en de datum (dd mm jjjj) dienen vermeld te worden.

3.5 Gebruik van het resultaat van de luchtdichtheidstest in de EPB-regelgeving

3.5.1 Bepaling van de testoppervlakte A_{test} van de gebouwschil

De testoppervlakte van de gebouwschil A_{test} (m^2) is in het kader van de EPB-regelgeving nodig voor de berekening van het luchtlekdebiet per oppervlakte-eenheid van de gebouwschil, \dot{V}_{50} ($(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}^2$), op basis van het luchtlekdebiet bij 50 Pa bepaald door meting, \dot{V}_{50} (m^3/h).

De waarde A_{test} moet worden bepaald volgens de definitie in de EPB-regelgeving.

Voor de bepaling van A_{test} moeten dezelfde conventies worden gebruikt als voor de bepaling van de warmteverliesoppervlakte bij de bepaling van het primair energieverbruik:

- Als de te meten zone overeenkomt met een PER- of PEN-eenheid beschouwd in de EPB-regelgeving, moet A_{test} gelijk zijn aan $A_{T,E}$ van de betrokken EPW- of EPN-eenheid ;
- Als de te meten zone overeenkomt met een geheel van EPW- of EPN-eenheden, beschouwd in de EPB-regelgeving, moet A_{test} gelijk zijn aan de som van de $A_{T,E}$ -oppervlakken elk van de betreffende EPW- of EPN-eenheden;
- In de andere gevallen moet A_{test} worden berekend op basis van de begrenzing van de te meten zone en volgens de conventies gebruikt in De berekening van het primair energieverbruik.

Opmerking: deze testoppervlakte van de gebouwschil is verschillend van de oppervlakte van de gebouwschil (A_E) bepaald in § XX van de NBN EN ISO 9972:2015, op basis van de binnenafmetingen van de voltooide gebouwschil. - Zie de STS 71-3 -P met betrekking tot dit aspect.

3.5.2 Te hanteren luchtlekdebiet bij 50 Pa \dot{V}_{50}

In de context van de energieprestatierregelgeving, moet de waarde \dot{V}_{50} worden gehanteerd. Deze waarde stemt overeen met het gemiddelde van de luchtlekdebieten die werden gemeten in de beide meetmodi (over- en onderdruk). Deze gemiddelde waarde is één van de gegevens die in een proefverslag, zoals beschreven in §3.4, moet aanwezig zijn.

In bepaalde specifieke gevallen, voorziet de STS-P 71-3 de mogelijkheid om een test waarbij slechts één meting in één van beide meetmodi geldige resultaten geeft, toch als conform te beschouwen. In dat geval voorziet de STS-P 71-3 een conventionele methode om de gemiddelde waarde van de twee meetmodi te berekenen. Er wordt gebruik gemaakt van een correctiefactor om het resultaat van de meetmodus waarin geen geldig resultaat werd bekomen, vast te leggen. In het kader van de energieprestatierregelgeving is men in dergelijke gevallen verplicht deze conventionele methode (inclusief de correctiefactor) toe te passen om de waarde \dot{V}_{50} te bepalen.

Bijlage 1 - Specificaties voor de meting van de luchtdichtheid van gebouwen

3.6 Onafhankelijkheid van de uitvoerder

§1. De luchtdichtheidsmetingen zijn uitgevoerd en de testrapporten zijn opgemaakt op een objectieve wijze door een onafhankelijke uitvoerder.

§2. Men begrijpt onder « onafhankelijke uitvoerder »: de persoon verantwoordelijk voor de meting en het testrapport die zich niet in één van de volgende gevallen bevindt:

1. Hij beschikt over een reëel of persoonlijk recht op het geteste gebouw of een gedeelte ervan;

2. Hij is betrokken, onder welke titel ook, in het kader van een vastgoedtransactie dat betrekking heeft met het geteste gebouw of een gedeelte ervan;

3. Hij heeft deelgenomen aan het ontwerp, het opstellen van de documenten van het EPB-procedure of de uitvoering van de werken aan het geteste gebouw als bouwaannemer, als onderaannemer van deze aannemer of leverancier van materialen of werktuigen, of als architect, EPB-adviseur, schrijver van een haalbaarheidsstudie of lid van een studiebureau;

4. Hij is in een samenwerkingsverband, zoals een band van ondergeschiktheid, aandeelhoudersrelatie, met de personen bedoeld in de punten 1, 2 en 3.

§3. De uitvoerder voegt aan zijn testrapport een verklaring op eer toe, dat zijn onafhankelijkheid bevestigd.

§4. De uitvoerder houdt voor de administratie die het testrapport ontvangt, alle bewijsmateriaal of documenten in zijn bezit ter beschikking, die toelaten om de geldigheid van het rapport te onderzoeken.

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Brussel, 9 november 2017

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
C. FREMAULT

 Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

| | |
|---|----|
| VOORWOORD | 2 |
| 1 BEPALING BRUTO ENERGIEBEHOEFTE..... | 2 |
| 1.1 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming | 2 |
| 1.2 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater | 3 |
| 1.3 Maandelijks rendement van een combilus | 5 |
| 1.3.1 <i>De combilus wordt het hele jaar door gebruikt</i> | 5 |
| 1.3.2 <i>De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt</i> | 8 |
| 2 BEPALING EINDENERGIEVERBRUIK..... | 9 |
| 2.1 Het maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming | 9 |
| 2.2 Het maandelijks eindenergieverbruik voor de bereiding van warm tapwater | 9 |
| 2.2.1 <i>De combilus wordt het hele jaar door gebruikt</i> | 10 |
| 2.2.2 <i>De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt</i> | 11 |
| 2.3 Het opwekkingsrendement voor energiesectoren en tappunten die bediend worden door een combilus | 12 |
| 2.4 Het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater | 13 |
| 3 LIJST VAN VERGELIJKINGEN..... | 14 |

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

Voorwoord

Onder een combilus wordt hier een gemeenschappelijke¹ circulatieleiding verstaan die zowel voor warm tapwater als voor ruimteverwarming dienst doet. De warmte voor het warm tapwater per EPB-eenheid wordt afgegeven aan een warmwatertank (satellieboiler) of een doorstroomwarmtewisselaar. De doorstroomwarmtewisselaar wordt verder in dit document de 'afleverset' genoemd.

In deze bijlage wordt beschreven hoe in het geval van een combilus de bruto energiebehoefte en het eindenergieverbruik van de bediende energiesectoren (ruimteverwarming) en tappunten (warm tapwater) moeten bepaald worden. Dit gebeurt voor twee situaties:

- de combilus wordt het hele jaar door gebruikt: voor ruimteverwarming en warm tapwater tijdens de wintermaanden en voor warm tapwater tijdens de zomermaanden;
- de warmwatertanken van de EPB-eenheden (satellietboilers) bevatten elektrische weerstanden en de combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt voor ruimteverwarming en warm tapwater. Tijdens de zomermaanden, als er geen netto energiebehoefte voor ruimteverwarming is, worden de elektrische weerstanden in de warmwatertanken gebruikt voor de opwekking van warm tapwater. Voor deze situatie wordt ook uitgelegd hoe het primair energieverbruik voor warm tapwater moet worden bepaald.

De combilus is in bedrijf als de circulatiepomp is ingeschakeld. Aangezien de combilus wordt toegepast voor verschillende EPB-eenheden, wordt gesteld dat het systeem continu in bedrijf is (ofwel het hele jaar door, ofwel enkel tijdens de wintermaanden) en mag niet uitgegaan worden van een bedrijfswijze waarbij het systeem dagelijks enkele uren buiten bedrijf is.

In de huidige tekst wordt met 'wintermaanden', de maanden tijdens dewelke er een bruto behoefte is voor ruimteverwarming bedoeld en wordt met 'zomermaanden', de maanden tijdens dewelke er geen bruto behoefte is voor ruimteverwarming bedoeld.

1 Bepaling bruto energiebehoefte

1.1 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming

De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt bepaald zoals beschreven in § 9.2.1 van bijlage EPW, waarbij echter het maandelijks systeemrendement wordt bepaald als het product van het afgifterendement, het verdeelrendement, het opslagrendement en het rendement van de combilus:

¹ In de zin dat meerdere EPB-eenheden bediend worden door dezelfde combilus of als het systeem een collectieve wooneenheid bedient.

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

$$\text{Eq. 21} \quad \eta_{\text{sys,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{combi k,m}} \quad (-)$$

met:

$\eta_{\text{em,heat,sec i,m}}$ het maandgemiddeld afgifterendement van energiesector i , (-), waarbij de waarden voor de categorie 'centrale verwarming' uit § 9.2.2.2 van bijlage EPW beschouwd worden, voor het geval er een individuele warmtekostenafrekening per EPB-eenheid gebeurt op basis van een individuele meting van het reële verbruik. Indien geen individuele warmtekostenafrekening per EPB-eenheid gebeurt op basis van een individuele meting van het reële verbruik, moet de bekomen waarde voor de categorie 'centrale verwarming' met een reductiefactor 0,9 worden vermenigvuldigd. De vermenigvuldigingsfactoren voor gemeenschappelijke verwarming worden in het geval van een combilus niet toegepast;

$\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$ het maandgemiddeld verdeelrendement van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.2.3 van bijlage EPW, (-). Enkel de leidingen voor ruimteverwarming, te rekenen vanaf het aftakpunt van de combilus, moeten hierbij beschouwd worden;

$\eta_{\text{EPstor,heat,sec i,m}}$ het maandgemiddeld opslagrendement van energiesector i , op het niveau van de EPB-eenheid. Dit wordt bepaald zoals $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$ in § 9.2.2.4 van bijlage EPW waarbij enkel opslagvaten voor ruimteverwarming die na de combilus opgesteld staan, beschouwd moeten worden, (-);

$\eta_{\text{combi k,m}}$ het maandelijks rendement van combilus k , bepaald volgens § 1.3 van deze tekst, (-).

1.2 De maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater

De maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater wordt bepaald zoals beschreven in § 9.3.1 van bijlage EPW, waarbij echter de systeemrendementen als volgt gedefinieerd worden:

- Indien het opwekkingsrendement van de combilus (zie § 2.3) wordt bepaald op basis van § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, geldt:

$$\text{Eq. 22} \quad \eta_{\text{sys,bath i,m}} = \eta_{\text{tubing,bath i}} \cdot \eta_{\text{combik,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,bath i,m}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 23} \quad \eta_{\text{sys,sink i,m}} = \eta_{\text{tubing,sink i}} \cdot \eta_{\text{combik,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,sink i,m}} \quad (-)$$

- Indien het opwekkingsrendement van de combilus (zie § 2.3) niet wordt bepaald op basis van § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, geldt:

$$\text{Eq. 2} \quad \eta_{\text{sys,bath i,m}} = \eta_{\text{tubing,bath i}} \cdot \eta_{\text{combi k,m}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 3} \quad \eta_{\text{sys,sink i,m}} = \eta_{\text{tubing,sink i}} \cdot \eta_{\text{combi k,m}} \quad (-)$$

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

met:

| | |
|--|---|
| $\eta_{\text{tubing,bath } i}$ | de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i , zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $\eta_{\text{tubing,sink } i}$ | de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht i , zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $\eta_{\text{EPstor,water,bath } i,m}$ | het maandelijks opslagrendement van douche of bad i op niveau van de EPB-eenheid, zoals hieronder bepaald (-); |
| $\eta_{\text{EPstor,water,sink } i,m}$ | het maandelijks opslagrendement van keukenaanrecht i op niveau van de EPB-eenheid, zoals hieronder bepaald (-); |
| $\eta_{\text{combi } k,m}$ | het maandelijks rendement van combilus k , bepaald volgens § 1.3 van deze tekst, (-). |

Bepaal het maandelijks opslagrendement op niveau van de EPB-eenheid, $\eta_{\text{EPstor,water,m}}$ met de index 'bath i ' of 'sink i ' al naar gelang het geval, als volgt:

- Indien zich tussen de combilus en bad of keukenaanrecht i geen warmwatertank bevindt, geldt:

$$\text{Eq. 24} \quad \eta_{\text{EPstor,water,m}} = 1,00 \quad (-)$$

- Indien zich tussen de combilus en bad of keukenaanrecht i wel een warmwatertank bevindt en het opwekkingsrendement van de combilus (zie § 2.3) wordt bepaald op basis van § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, geldt:

$$\text{Eq. 25} \quad \eta_{\text{EPstor,water,m}} = \frac{\sum_{\text{bath } j} \frac{Q_{\text{water,bath } j,\text{net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath } j}} + \sum_{\text{sink } k} \frac{Q_{\text{water,sink } k,\text{net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink } k}}}{\left(\sum_{\text{bath } j} \frac{Q_{\text{water,bath } j,\text{net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath } j}} + \sum_{\text{sink } k} \frac{Q_{\text{water,sink } k,\text{net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink } k}} + Q_{\text{loss,stor,water,m}} \right)} \quad (-)$$

waarin:

| | |
|---|--|
| $Q_{\text{water,bath } i,\text{net,m}}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , bepaald volgens § 7.3 van bijlage EPW, in MJ; |
| $\eta_{\text{tubing,bath } i}$ | de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i , bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $Q_{\text{water,sink } i,\text{net,m}}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens § 7.3 van bijlage EPW, in MJ; |
| $\eta_{\text{tubing,sink } i}$ | de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht i , bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $Q_{\text{loss,stor,water,m}}$ | de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, in MJ. |

- Indien zich tussen de combilus en bad of keukenaanrecht i wel een warmwatertank bevindt en het opwekkingsrendement van de combilus (zie § 2.3) wordt niet bepaald op basis van § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, geldt:

$$\text{Eq. 26} \quad \eta_{\text{EPstor,water,m}} = 0,90 \quad (-)$$

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

1.3 Maandelijks rendement van een combilus

Het maandelijks rendement van een combilus wordt bepaald volgens:

- § 1.3.1 van deze tekst, als de combilus het hele jaar door wordt gebruikt;
- § 1.3.2 van deze tekst, als de combilus enkel tijdens de wintermaanden wordt gebruikt en de warm tapwatervoorziening tijdens de zomermaanden wordt voorzien door elektrische weerstanden in de opslagvaten van de EPB-eenheden (satellietboilers).

1.3.1 De combilus wordt het hele jaar door gebruikt

Bepaal het maandelijks rendement van de combilus k als:

$$\text{Eq. 18} \quad \eta_{\text{combi } k, m} = \frac{Q_{\text{out, combi } k, m}}{Q_{\text{out, combi } k, m} + f_{\text{ctrl, combi } k} \cdot Q_{\text{loss, combi } k, m}} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 19} \quad Q_{\text{loss, combi } k, m} = t_m \cdot \left(f_{\text{insul, combi } k} \cdot \sum_j \frac{l_{\text{combi } k, j}}{R_{1, j}} \cdot [\max(60^\circ; \theta_{\text{combi } k, m}) - \theta_{\text{amb, m, j}}] + \sum_n H_{\text{hx, n}} \cdot [\max(60^\circ; \theta_{\text{combi } k, m}) - \theta_{\text{amb, m, n}}] \right) \quad (\text{MJ})$$

en:

$$\text{Eq. 27} \quad Q_{\text{out, combi } k, m} = \sum_i \frac{Q_{\text{water, bath } i, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing, bath } i} \cdot \eta_{\text{EPstor, water, bath } i, m}} + \sum_i \frac{Q_{\text{water, sink } i, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing, sink } i} \cdot \eta_{\text{EPstor, water, sink } i, m}} + \sum_i \frac{Q_{\text{water, other } i, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing, other } i} \cdot \eta_{\text{EPstor, water, other } i, m}} + \sum_i \frac{Q_{\text{heat, net, seci}, m}}{\eta_{\text{em, heat, seci}, m} \eta_{\text{distr, heat, seci}, m} \eta_{\text{EPstor, heat, seci}, m}} + \sum_i Q_{\text{water, ncalc, res, unit } 1, \text{gross}, m} + \sum_m Q_{\text{water, ncalc, nres, bath } m, \text{gross}, m} + \sum_n Q_{\text{water, ncalc, nres, sink } n, \text{gross}, m} \quad (\text{MJ})$$

en met:

$f_{\text{ctrl, combi } k}$ correctiefactor die rekening houdt met de sturing en de eventuele aanwezigheid van lokale opslag van warm tapwater in combilus k, bepaald volgens Tabel [1], (-);

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1] van bijlage EPW;

$f_{\text{insul, combi } k}$ correctiefactor om rekening te houden met de impact van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van combilus k, bepaald zoals $f_{\text{insul, circ } k}$ in § 9.3.2.2 van bijlage EPW waarbij de index "circ k" wordt vervangen door "combi k" en het woord "circulatieleiding" door het woord "combilus", (-);

$l_{\text{combi } k, j}$ de lengte van segment j van combilus k en de leiding tussen het gemeenschappelijke warmteopwekkingstoestel en de combilus k, in m;

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

| | |
|--------------------------------|---|
| $R_{l,j}$ | de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j , in m.K/W, bepaald volgens § E.3 van bijlage EPW; |
| $\theta_{combi\ k,m}$ | de maandgemiddelde watertemperatuur in combilus k nodig voor ruimteverwarming, in °C, gelijk genomen aan de gemiddelde watertemperatuur in een afgiftekering, bepaald volgens D.2 van bijlage EPW; |
| $\theta_{amb,m}$ | de maandgemiddelde omgevingstemperatuur, met indices 'j' en 'n' voor respectievelijk leidingsegment j en afleverset n , in °C: - indien het leidingsegment of de afleverset binnen het beschermde volume ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = 18$ - indien het leidingsegment of de afleverset in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = 11 + 0,4 \theta_{e,m}$ - indien het leidingsegment of de afleverset buiten ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = \theta_{e,m}$ waarin: |
| $\theta_{e,m}$ | de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1] van bijlage EPW; |
| $H_{hx,n}$ | de warmteoverdrachtscoëfficiënt van afleverset n , in W/K, bepaald zoals hieronder beschreven; |
| $Q_{water,bath\ i,net,m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , bepaald volgens § 7.3 van bijlage EPW voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, in MJ; |
| $\eta_{EPstor,water,bath\ i}$ | het opslagrendement van douche of bad i , (-), op niveau van een EPB-eenheid, bepaald volgens § 1.2; |
| $\eta_{tubing,bath\ i}$ | de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i , bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $Q_{water,sink\ i,net,m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens § 7.3 van bijlage EPW voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, in MJ; |
| $\eta_{EPstor,water,sink\ i}$ | het opslagrendement van keukenaanrecht i , (-), op niveau van een EPB-eenheid, bepaald volgens § 1.2 |
| $\eta_{tubing,sink\ i}$ | de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht i , bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $Q_{water,other\ i,net,m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i voor warm tapwater, bepaald volgens § 5.10 van bijlage EPN, in MJ; |
| $\eta_{EPstor,water,other\ i}$ | het opslagrendement van ander tappunt i voor warm tapwater, (-), op niveau van de EPN-eenheid. Deze factor wordt gelijkgesteld aan 0,9 indien er zich een opslagvat tussen de combilus en ander tappunt i voor warm tapwater bevindt. In alle andere gevallen is de factor gelijk aan 1,0; |
| $\eta_{tubing,other\ i}$ | de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar ander tappunt i voor warm water, bepaald volgens § 6.5 van bijlage EPN, (-); |
| $Q_{heat,net,sec\ i,m}$ | de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 7.2 van bijlage EPW, in MJ; |

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

| | |
|--|--|
| $\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ | het maandelijks afgiffterendement van energiesector i , waarbij de waarden voor de categorie 'centrale verwarming' uit 9.2.2.2 van bijlage EPW beschouwd worden, voor het geval er een individuele warmtekostenafrekening per EPB-eenheid gebeurt op basis van een individuele meting van het reële verbruik. Indien geen individuele warmtekostenafrekening gebeurt op basis van een individuele meting van het reële verbruik, moet de bekomen waarde voor de categorie 'centrale verwarming' met een reductiefactor 0,9 worden vermenigvuldigd. De vermenigvuldingsfactoren voor gemeenschappelijke verwarming worden in het geval van een combilus niet toegepast; |
| $\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ | het maandelijks verdeelrendement van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.2.3 van bijlage EPW, (-). Enkel de leidingen voor ruimteverwarming, te rekenen vanaf het aftakpunt van de combilus, moeten hierbij beschouwd worden; |
| $\eta_{EPstor,heat,sec\ i,m}$ | het maandelijks opslagrendement van energiesector i op het niveau van de EPB-eenheid, bepaald volgens § 1.1, (-); |
| $Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, in MJ; |
| $Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van bad of douche m die zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, in MJ; |
| $Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross,m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht n dat zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, in MJ. |

Voor de bepaling van $Q_{loss,combi\ k}$ moet gesommeerd worden over alle segmenten j van combilus k en van de leiding tussen het gemeenschappelijke warmteopwekkingstoestel en de combilus k en over alle afleversets n van combilus k .

Voor de bepaling van $Q_{out,combi\ k,m}$ moet gesommeerd worden over:

- alle douches, baden, keukenaanrechten en energiesectoren i , gelegen in EPW- of EPN-eenheden en bediend door combilus k ;
- alle andere tappunten i voor warm tapwater, gelegen in EPN-eenheden en bediend door combilus k ;
- alle wooneenheden l , die geen EPW-eenheid zijn en bediend worden door combilus k ;
- alle douches en baden m en keukenaanrechten n , die zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevinden, geen deel uitmaken van een EPN-eenheid en bediend worden door combilus k .

Bij de berekening van de verliezen van de combilus wordt rekening gehouden met een minimale watertemperatuur van 60°C in de combilus. Innovatieve systemen die op een intelligente manier een lagere gemiddelde watertemperatuur in de combilus garanderen, kunnen behandeld worden via een gelijkwaardigheidsaanvraag. Dit geldt niet voor systemen met een eenvoudige thermostaatregeling of voor de systemen met debietssturing die vermeld zijn in Tabel [1].

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

De correctiefactor $f_{ctrl,combi\ k}$ wordt bepaald in functie van het type combilus, volgens Tabel [1].

Tabel [1]: Waarde van de correctiefactor $f_{ctrl,combi\ k}$ in functie van het type combilus

| Type combilus | $f_{ctrl,combi\ k}$ (-) |
|--|-------------------------|
| Zonder lokale opslag van warm tapwater en zonder debietssturing | 1 |
| Zonder lokale opslag van warm tapwater en met centrale debietssturing ter hoogte van de opwekker | 0,9 |
| Zonder lokale opslag van warm tapwater en met lokale debietssturing ter hoogte van elk onderstation | 0,8 |
| Met lokale opslag van warm tapwater en zonder debietssturing | 1,05 |
| Met lokale opslag van warm tapwater en met debietssturing, centraal ter hoogte van de opwekker of lokaal ter hoogte van elk onderstation | 0,9 |
| Andere gevallen (dit is tevens de waarde bij ontstentenis) | 1,05 |

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt H_{hx} van een afleverset op volgende manier:

- beschouw een balk/octaëder of cilinder die het buitenoppervlak van de isolatie rond de afleverset volledig omhult. Bereken de oppervlakte van het omhullende lichaam, A_{hx} , in m^2 ;
- bepaal de kleinste afstand tussen het binnen- en buitenoppervlak van de omhullende isolatie rond de warmtewisselaar, $d_{hx,insul}$, in m. Aansluitingen van leidingen worden bij de bepaling hiervan buiten beschouwing gelaten.
- bepaal de warmtegeleidbaarheid van het isolatiemateriaal, $\lambda_{hx,insul}$, in $W/(m.K)$, bij de gemiddelde werkingstemperatuur;
- bereken de eendimensionale warmteweerstand van de warmtewisselaar als volgt:

$$\text{Eq. 7} \quad R_{hx} = 0,10 + \frac{d_{hx,insul}}{\lambda_{hx,insul}} \quad (m^2 \cdot K/W)$$

- bereken de warmteoverdrachtscoëfficiënt als volgt:

$$\text{Eq. 8} \quad H_{hx} = \frac{A_{hx}}{R_{hx}} \quad (W/K)$$

- als waarde bij ontstentenis voor de eendimensionale warmteweerstand R_{hx} mag de waarde $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ gebruikt worden.

1.3.2 De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt

Voor de situatie waarbij de warmwatertanken van de EPB-eenheden (satellietboilers) elektrische weerstanden bevatten en de combilus enkel tijdens de wintermaanden wordt gebruikt, wordt het maandelijks rendement van de combilus k als volgt bepaald:

- als $Q_{heat,net,sec\ i,m} = 0$ dan $\eta_{combi\ k,m} = 1$;

 Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

- als $Q_{\text{heat,net,sec } i, m} > 0$ dan wordt $\eta_{\text{combi } k, m}$ bepaald volgens § 1.3.1 van deze tekst.

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

2 Bepaling eindenergieverbruik

2.1 Het maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming

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

$$\text{Eq. 9} \quad Q_{\text{heat,final,sec } i, m, \text{pref}} = \frac{f_{\text{heat, m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, heat, sec } i, m}) \cdot Q_{\text{heat, gross, sec } i, m}}{\eta_{\text{gen, combi } k, m, \text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 10} \quad Q_{\text{heat,final,sec } i, m, \text{npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{heat, m, npref } j} \cdot (1 - f_{\text{as, heat, sec } i, m}) \cdot Q_{\text{heat, gross, sec } i, m}}{\eta_{\text{gen, combi } k, m, \text{npref } j}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

| | |
|---|---|
| $f_{\text{heat, m, pref}}$ | de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, zoals bepaald in § 10.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $f_{\text{heat, m, npref } j}$ | de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de niet-preferent warmteopwekker(s) j wordt geleverd, zoals bepaald in § 10.2.2 van bijlage EPW, (-); |
| $f_{\text{as, heat, sec } i, m}$ | het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4.1 van bijlage EPW, (-); |
| $Q_{\text{heat, gross, sec } i, m}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.1 van bijlage EPW, in MJ; |
| $\eta_{\text{gen, combi } k, m, \text{pref}}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) die combilus k van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3 van deze tekst, (-); |
| $\eta_{\text{gen, combi } k, m, \text{npref } j}$ | het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) j die combilus k van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3 van deze tekst, (-). |

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers j die de combilus bedienen.

2.2 Het maandelijks eindenergieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Het maandelijks eindenergieverbruik voor de bereiding van warm tapwater wordt bepaald volgens:

- § 2.2.1 van deze tekst, als de combilus het hele jaar door wordt gebruikt;
- § 2.2.2 van deze tekst, als de combilus enkel tijdens de wintermaanden wordt gebruikt en de warm tapwatervoorziening tijdens de zomermaanden wordt

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

voorzien door elektrische weerstanden in de warmwatertanken van de EPB-eenheden (satellietboilers).

2.2.1 De combilus wordt het hele jaar door gebruikt

Het eindenergieverbruik voor warm tapwater voor tappunten aangesloten op combilus k wordt per maand gegeven door:

$$\text{Eq. 11} \quad Q_{\text{water, bath } i, \text{final, m, pref}} = \frac{f_{\text{water, bath } i, \text{m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, water, bath } i, \text{m}}) \cdot Q_{\text{water, bath } i, \text{gross, m}}}{\eta_{\text{gen, combi k, m, pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 12} \quad Q_{\text{water, bath } i, \text{final, m, npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{water, bath } i, \text{m, npref } j} \cdot (1 - f_{\text{as, water, bath } i, \text{m}}) \cdot Q_{\text{water, bath } i, \text{gross, m}}}{\eta_{\text{gen, combik, m, npref } j}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 13} \quad Q_{\text{water, sink } i, \text{final, m, pref}} = \frac{f_{\text{water, sink } i, \text{m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, water, sink } i, \text{m}}) \cdot Q_{\text{water, sink } i, \text{gross, m}}}{\eta_{\text{gen, combik, m, pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 14} \quad Q_{\text{water, sink } i, \text{final, m, npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{water, sink } i, \text{m, npref } j} \cdot (1 - f_{\text{as, water, sink } i, \text{m}}) \cdot Q_{\text{water, sink } i, \text{gross, m}}}{\eta_{\text{gen, combik, m, npref } j}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{water, m, pref}}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater welke door de preferent geschakelde warmteopwrekker(s) wordt geleverd, met index 'bath i' of 'sink i' al naar gelang het geval, bepaald zoals in 10.3.2 van bijlage EPW, (-);

$f_{\text{water, m, npref } j}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater welke door de niet-preferente warmteopwrekker(s) j wordt geleverd, met index 'bath i' of 'sink i' al naar gelang het geval, bepaald zoals in 10.3.2 van bijlage EPW, (-);

$f_{\text{as, m}}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4.1 van bijlage EPW. Met indices 'water, bath i' en 'water, sink i' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche/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 van bijlage EPW, 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 van bijlage EPW, in MJ;

$\eta_{\text{gen, combi k, m, pref}}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwrekker(s) die combilus k van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3 van deze tekst, (-);

$\eta_{\text{gen, combi k, m, npref } j}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwrekker(s) j die combilus k van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3 van deze tekst, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers j die de combilus bedienen.

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

2.2.2 De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt

Voor de situatie waarbij de warmwatertanken van de EPB-eenheden (satellietboilers) elektrische weerstanden bevatten en de combilus enkel tijdens de wintermaanden wordt gebruikt, wordt het eindenergieverbruik voor warm tapwater voor tappunten aangesloten op combilus k als volgt bepaald.

Als $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = 0$ dan wordt het eindenergieverbruik voor warm tapwater voor tappunten aangesloten op de combilus k per maand gegeven door:

$$\text{Eq. 28} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,bath } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref}} = 0 \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 29} \quad Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \cdot Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,sink } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{npref}} = 0 \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{water},m,\text{pref}}$ 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, gelijk te nemen aan 1, (-);

$f_{\text{as},m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4.1 van bijlage EPW. Met indices 'water,bath i' en 'water,sink i' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche/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 van bijlage EPW, 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 van bijlage EPW, in MJ;

$\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de elektrische weerstanden in de warmwatertanken, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);

$\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{pref}}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de elektrische weerstanden in de warmwatertanken, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);

$\eta_{\text{stor,water,bath } i,m,\text{pref}}$ het maandelijks opslagrendement van warmwatertank voor douche of bad i, dat verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage EPW, (-);

$\eta_{\text{stor,water,sink } i,m,\text{pref}}$ het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht i, dat verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage EPW, (-).

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

Als $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} > 0$ dan wordt het eindenergieverbruik voor warm tapwater voor tappunten aangesloten op combilus k per maand bepaald volgens § 2.2.1 van deze tekst.

2.3 Het opwekkingsrendement voor energiesectoren en tappunten die bediend worden door een combilus

Voor energiesectoren en tappunten die worden bediend door combilus k , worden de maandelijkse opwekkingsrendementen voor ruimteverwarming en warm tapwater als volgt bepaald:

- Indien $\eta_{\text{gen,water}}$ wordt bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, dan geldt:

$$\text{Eq. 30} \quad \eta_{\text{gen,combik,m}} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat}} \cdot \eta_{\text{combistor,water,m}}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot f_{\text{stor>gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water,m}}} + \frac{\sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot f_{\text{stor>gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water,m}}} \right)} \quad (-)$$

- Indien $\eta_{\text{gen,water}}$ niet wordt bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, dan geldt:

$$\text{Eq. 31} \quad \eta_{\text{gen,combik,m}} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat}}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} + \frac{\sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} \right)} \quad (-)$$

met:

| | |
|---|---|
| $Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.1 van bijlage EPW, in MJ; |
| $Q_{\text{water,bath } j,\text{gross,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j , bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage EPW, in MJ; |
| $Q_{\text{water,sink } k,\text{gross,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k , bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage EPW, in MJ; |
| $\eta_{\text{gen,heat}}$ | het opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-); |
| $\eta_{\text{gen,water}}$ | het opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-); |
| $f_{\text{stor>gen,water}}$ | een correctiefactor die rekening houdt met de invloed van warmteopslag op het opwekkingsrendement, bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, (-); |

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

| | |
|-----------------------------------|--|
| $\eta_{\text{combistor,water,m}}$ | het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank tussen het opwekkingstoestel en de combilus, zoals hieronder bepaald (-); |
| $\eta_{\text{stor,water}}$ | het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank, bepaald volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage EPW, (-). Deze watertank kan zowel voor als na de combilus geplaatst zijn. |

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i , baden/douches j en keukenaanrechten k die door de combilus worden bediend.

Bepaal het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank voor de combilus, $\eta_{\text{combistor,water,m}}$, als volgt:

- Indien zich tussen het opwekkingstoestel en de combilus geen warmwatertank bevindt, geldt:

$$\eta_{\text{combistor,water,m}} = 1$$

- Indien zich tussen het opwekkingstoestel en de combilus wel een bevindt, geldt:

$$\text{Eq. 32} \quad \eta_{\text{combistor,water,m}} = \frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}}}{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} + Q_{\text{loss,stor,water,m}} \right)} \quad (-)$$

met:

| | |
|-----------------------------------|---|
| $Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.1 van bijlage EPW, in MJ; |
| $Q_{\text{water,bath j,gross,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j , bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage EPW, in MJ; |
| $Q_{\text{water,sink k,gross,m}}$ | de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k , bepaald volgens § 9.3.1 van bijlage EPW, in MJ; |
| $Q_{\text{loss,stor,water,m}}$ | de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, in MJ. |

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i , baden/douches j en keukenaanrechten k die door de combilus worden bediend.

2.4 Het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Het maandelijks primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater wordt bepaald volgens § 13.4 van bijlage EPW.

Voor de situatie waarbij de warmwatertanken van de EPB-eenheden (satellietboilers) elektrische weerstanden bevatten en de combilus enkel tijdens de wintermaanden wordt gebruikt, moet voor de maanden dat $Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$ gelijk is aan nul, voor de conversiefactor f_p de waarde van elektriciteit genomen worden.

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

3 Lijst van vergelijkingen

- Eq. 21** $\eta_{\text{sys,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{combi k,m}}$ (-) 3
- Eq. 22** $\eta_{\text{sys,bath i,m}} = \eta_{\text{tubing,bath i}} \cdot \eta_{\text{combik,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,bath i,m}}$ (-) 3
- Eq. 23** $\eta_{\text{sys,sink i,m}} = \eta_{\text{tubing,sink i}} \cdot \eta_{\text{combik,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,sink i,m}}$ (-) 3
- Eq. 2** $\eta_{\text{sys,bath i,m}} = \eta_{\text{tubing,bath i}} \cdot \eta_{\text{combi k,m}}$ (-) 3
- Eq. 3** $\eta_{\text{sys,sink i,m}} = \eta_{\text{tubing,sink i}} \cdot \eta_{\text{combi k,m}}$ (-) 3
- Eq. 24** $\eta_{\text{EPstor,water,m}} = 1,00$ (-) 4
- Eq. 25**
$$\eta_{\text{EPstor,water,m}} = \frac{\sum_{\text{bath j}} \frac{Q_{\text{water,bath j,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath j}}} + \sum_{\text{sink k}} \frac{Q_{\text{water,sink k,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink k}}}}{\left(\sum_{\text{bath j}} \frac{Q_{\text{water,bath j,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath j}}} + \sum_{\text{sink k}} \frac{Q_{\text{water,sink k,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink k}}} + Q_{\text{loss,stor,water,m}} \right)}$$
 (-) 4
- Eq. 26** $\eta_{\text{EPstor,water,m}} = 0,90$ (-) 4
- Eq. 18**
$$\eta_{\text{combi k,m}} = \frac{Q_{\text{out,combik,m}}}{Q_{\text{out,combik,m}} + f_{\text{ctrl,combik}} \cdot Q_{\text{loss,combik,m}}}$$
 (-) 5
- Eq. 19**
$$Q_{\text{loss,combik,m}} = t_m \cdot \left(f_{\text{insul,combik}} \cdot \sum_j \frac{l_{\text{combi k,j}}}{R_{1,j}} \cdot [\max(60^\circ; \theta_{\text{combi k,m}}) - \theta_{\text{amb,m,j}}] + \sum_n H_{\text{hx,n}} \cdot [\max(60^\circ; \theta_{\text{combi k,m}}) - \theta_{\text{amb,m,n}}] \right)$$
- (MJ) 5
- Eq. 27**
$$Q_{\text{out,combik,m}} = \sum_i \frac{Q_{\text{water,bath i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath i}} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,bath i,m}}} + \sum_i \frac{Q_{\text{water,sink i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink i}} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,sink i,m}}} + \sum_i \frac{Q_{\text{water,other i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,other i}} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,other i,m}}} + \sum_i \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\eta_{\text{em,heat,seci,m}} \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \eta_{\text{EPstor,heat,seci,m}}} + \sum_1 Q_{\text{water,ncalc,res,unit 1,gross,m}} + \sum_m Q_{\text{water,ncalc,nres,bath m,gross,m}} + \sum_n Q_{\text{water,ncalc,nres,sink n,gross,m}}$$
- (MJ) 5
- Eq. 7** $R_{\text{hx}} = 0,10 + \frac{d_{\text{hx,insul}}}{\lambda_{\text{hx,insul}}}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 8
- Eq. 8** $H_{\text{hx}} = \frac{A_{\text{hx}}}{R_{\text{hx}}}$ (W/K) 8
- Eq. 9** $Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,combi k,m,pref}}}$ (MJ) . 9
- Eq. 10** $Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{heat,m,npref j}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,combi k,m,npref j}}}$ (MJ) 9
- Eq. 11** $Q_{\text{water,bath i,final,m,pref}} = \frac{f_{\text{water,bath i,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,bath i,m}}) \cdot Q_{\text{water,bath i,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi k,m,pref}}}$ (MJ) 10

Bijlage 2 - Specificaties voor het inrekenen van een combilus

Eq. 12 $Q_{\text{water, bath } i, \text{final, m, npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{water, bath } i, \text{m, npref } j} \cdot (1 - f_{\text{as, water, bath } i, \text{m}}) \cdot Q_{\text{water, bath } i, \text{gross, m}}}{\eta_{\text{gen, combik, m, npref } j}} \quad (\text{MJ})$
 10

Eq. 13 $Q_{\text{water, sin ki, final, m, pref}} = \frac{f_{\text{water, sin ki, m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, water, sin ki, m}}) \cdot Q_{\text{water, sin ki, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, combik, m, pref}}} \quad (\text{MJ})$ 10

Eq. 14 $Q_{\text{water, sink i, final, m, npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{water, sink i, m, npref } j} \cdot (1 - f_{\text{as, water, sink i, m}}) \cdot Q_{\text{water, sink i, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, combik, m, npref } j}} \quad (\text{MJ})$
 10

Eq. 28 $Q_{\text{water, bath i, final, m, pref}} = \frac{f_{\text{water, bath i, m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, water, bath i, m}}) \cdot Q_{\text{water, bath i, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, bathi, m, pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, bathi, m, pref}}}$
 (MJ) $Q_{\text{water, bath i, final, m, npref}} = 0 \quad (\text{MJ})$ 11

Eq. 29 $Q_{\text{water, sink i, final, m, pref}} = \frac{f_{\text{water, sink i, m, pref}} \cdot (1 - f_{\text{as, water, sink i, m}}) \cdot Q_{\text{water, sink i, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, sinki, m, pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, sinki, m, pref}}}$ (MJ)
 $Q_{\text{water, sin ki, final, m, npref}} = 0 \quad (\text{MJ})$ 11

Eq. 30 $\eta_{\text{gen, combik, m}} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} + \sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}}}{\eta_{\text{gen, heat}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water}} \cdot f_{\text{stor} > \text{gen, water}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right.}$ (-) 12
 $\left. + \frac{\sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water}} \cdot f_{\text{stor} > \text{gen, water}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right)$

Eq. 31 $\eta_{\text{gen, combik, m}} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} + \sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}}}{\eta_{\text{gen, heat}}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water}} \cdot \eta_{\text{stor, water}}} + \frac{\sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water}} \cdot \eta_{\text{stor, water}}} \right)}$ (-)
 12

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Brussel, 9 november 2017

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
 C. FREMAULT

Belgisch Staatsblad dd 20-12-2017

http://www.emis.vito.be



Bijlage 3 - Specificaties van de testcondities voor het bepalen van COP_{test} en bepalingen voor het berekenen van de SPF voor warmtepompen met directe warmtewisseling en warmtepompen die oppervlaktewater, een riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron gebruiken.

| | |
|---|---|
| 1. INLEIDING..... | 2 |
| 2. NORMATIEVE REFERENTIES..... | 2 |
| 3. WARMTEPOMPEN MET DIRECTE WARMTEWISSELING..... | 2 |
| 4. OPPERVLAKTEWATER, RIOLERING OF EFFLUENT VAN EEN RIOOLWATERZUIVERINGSINSTALLATIE ALS WARMTEBRON..... | 4 |

Bijlage 3 - Specificaties van de testcondities voor het bepalen van COP_{test} en bepalingen voor het berekenen van de SPF voor warmtepompen met directe warmtewisseling en warmtepompen die oppervlaktewater, een riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron gebruiken.

1. Inleiding

Onderstaande specificaties vormen een aanvulling op §10.2.3.3 van bijlage EPW.

De meting van de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) COP_{test} moet gebeuren bij de testtemperaturen en volgens de specificaties zoals hieronder vastgelegd en verder conform (zo nodig een gepaste combinatie van) de testmethoden vastgelegd in NBN EN 14511 en/of NBN EN 15879-1.

NOTA

Verschillende combinaties van de warmtebron en -afvoer en sommige testtemperaturen vormen toevoegingen: ze komen als zodanig niet voor in de geciteerde (of andere bestaande) normen.

2. Normatieve referenties

Enkel de normversie met de geciteerde datum is van toepassing, tenzij de minister expliciet een andere versie ter vervanging aanduidt.

| | |
|---------------------|---|
| NBN EN 14511:2011 | Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling |
| NBN EN 15879-1:2011 | Testing and rating of direct exchange ground coupled heat pumps with electrically driven compressors for space heating and/or cooling - Part 1: Direct exchange-to-water heat pumps |

3. Warmtepompen met directe warmtewisseling

Onder warmtepompen met directe warmtewisseling worden in deze tekst toestellen verstaan die minstens één van volgende elementen bevatten:

- verdamper die in de bodem ingebracht zijn en die voelbare warmte (en eventueel latente warmte, nl. door bevriezing van het water in de bodem) door geleiding rechtstreeks aan de bodem onttrekken (zonder tussenkomst van een intermediair transport fluïdum zoals water of een antivries oplossing)
- condensors die in de structuur van het gebouw (meestal vloeren, ev. ook andere scheidingsconstructies, bv. muren of plafonds) ingebed zijn en de warmte rechtstreeks aan de gebouwstructuur afgeven (zonder tussenkomst van een intermediair transport fluïdum, zoals lucht of water)

De prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) COP_{test} van dergelijke warmtepompen voor gebruik in EPW §10.2.3.3 moet bij conventie bepaald worden bij de volgende testomstandigheden:

| warmtebron | warmteafvoer | testomstandigheden |
|--|--|--------------------|
| bodem, met behulp van een verdampert in de grond | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | DX1.5/A20 |

Bijlage 3 - Specificaties van de testcondities voor het bepalen van COP_{test} en bepalingen voor het berekenen van de SPF voor warmtepompen met directe warmtewisseling en warmtepompen die oppervlaktewater, een riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron gebruiken.

| | | |
|--|--|------------|
| bodem, met behulp van een verdamper in de grond | enkel buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | DX1.5/A2 |
| bodem, met behulp van een verdamper in de grond | enkel buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | DX1.5/A20 |
| bodem, met behulp van een verdamper in de grond | water | DX1.5/W35 |
| bodem, met behulp van een verdamper in de grond | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | DX1.5/DX35 |
| bodem met behulp van een intermediair hydraulisch circuit | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | B0/DX35 |
| bodem door middel van grondwater | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | W10/DX35 |
| buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | A2/DX35 |
| enkel afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | A20/DX35 |
| enkel afgevoerde lucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | A2/DX35 |
| waarin: A lucht als medium (air). Het cijfer erna is de droge bol inlaattemperatuur, in °C. B intermediaire vloeistof met een vriestemperatuur lager dan die van water (brine). Het cijfer erna is de inlaattemperatuur in de verdamper, in °C. DX directe warmtewisseling (direct exchange). Het cijfer erna is de gemiddelde temperatuur van het vloeistofbad waarin de warmtewisselaar ondergedompeld is in °C. W water als medium (water). Het cijfer erna is de inlaattemperatuur in de verdamper of de uitlaattemperatuur aan de condensor, in °C. | | |

- Net zoals bij directe warmtewisseling langs de verdamperzijde (zoals voorgeschreven in NBN EN 15879-1), moet ook bij directe warmtewisseling langs de condensorzijde de condensor in een water (of glycol) bad ondergedompeld worden, waarvan de gemiddelde temperatuur (tussen vloeistof in- en uitlaat) overeenkomt met de waarde in bovenstaande tabel.
- Het thermisch vermogen afgegeven door de condensor wordt bepaald als het product van enerzijds het massadebiet van het "koelmiddel" en anderzijds het enthalpieverschil tussen de condensorinlaat en de condensoruitlaat (o.b.v. de ter plaatse gemeten temperaturen en drukken). "De verzadigingstemperatuur van het "koelmiddel" overeenkomend met de druk gemeten aan de condensorinlaat tijdens de test wordt $\theta_{supply, test}$ genoemd en dient gerapporteerd te worden.

In geval van een condensor ingebed in de structuur van het gebouw gelden voor de berekening van de gemiddelde seizoensprestatiefactor (SPF) volgende aanvullende bepalingen:

Bijlage 3 - Specificaties van de testcondities voor het bepalen van COP_{test} en bepalingen voor het berekenen van de SPF voor warmtepompen met directe warmtewisseling en warmtepompen die oppervlaktewater, een riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron gebruiken.

- de correctiefactor f_{θ} wordt als volgt berekend:

$$f_{\theta} = 1.08 + 0.01(\theta_{supply, test} - \theta_{supply, design})$$
Hierin is $\theta_{supply, design}$ de verzadigingstemperatuur van het "koelmiddel" overeenkomend met de druk aan de inlaat van de condensor bij ontwerpomstandigheden. Als waarde bij ontstentenis voor $\theta_{supply, design}$ geldt 55°C. Als waarde bij ontstentenis voor $\theta_{supply, test}$ (indien de koelmiddeldruk aan de condensorinlaat niet gemeten is) dient de uitlaattertemperatuur van het vloeistofbad tijdens de test beschouwd te worden.
- de correctiefactor $f_{\Delta\theta}$ wordt steeds gelijkgesteld aan 1.

4. Oppervlaktewater, riolering of effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron

Indien oppervlaktewater (van rivieren, zeeën, meren, kanalen, enz.), een riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (riothermie) als warmtebron benut wordt, moet de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) COP_{test} van de warmtepomp voor gebruik in EPW §10.2.3.3 bij conventie bepaald worden bij de volgende testomstandigheden:

| Warmtebron | warmteafvoer | testomstandigheden |
|---|--|--------------------|
| oppervlaktewater | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | W2*/A20 |
| | enkel buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | W2*/A2 |
| | enkel buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | W2*/A20 |
| oppervlaktewater | water | W2*/W35 |
| oppervlaktewater | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | W2*/DX35 |
| riolering of effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | W2*/A20 |
| | enkel buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | W2*/A2 |
| | enkel buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | W2*/A20 |
| riolering of effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie | water | W2*/W35 |
| riolering of effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | W2*/DX35 |

Bijlage 3 - Specificaties van de testcondities voor het bepalen van COP_{test} en bepalingen voor het berekenen van de SPF voor warmtepompen met directe warmtewisseling en warmtepompen die oppervlaktewater, een riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie als warmtebron gebruiken.

| waarin: * uitlaattemperatuur aan de verdamper $\geq 0^{\circ}C$. A lucht als medium (air). Het cijfer erna is de droge bol inlaattemperatuur, in $^{\circ}C$. DX directe warmtewisseling (direct exchange). Het cijfer erna is de gemiddelde temperatuur van het vloeistofbad waarin de warmtewisselaar ondergedompeld is, in $^{\circ}C$. W water als medium (water). Het cijfer erna is de inlaattemperatuur in de verdamper of de uitlaattemperatuur aan de condensor, in $^{\circ}C$. | | |
|---|--|--------------------|
| warmtebron | warmteafvoer | testomstandigheden |
| oppervlaktewater | gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht | W2*/A20 |
| | enkel buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat | W2*/A2 |
| | enkel buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat | W2*/A20 |
| oppervlaktewater | water | W2*/W35 |
| oppervlaktewater | condensor ingebed in de structuur van het gebouw | W2*/DX35 |
| waarin: * uitlaattemperatuur $\geq 0^{\circ}C$ A lucht als medium (air). Het cijfer erna is de droge bol inlaattemperatuur, in $^{\circ}C$. DX directe warmtewisseling (direct exchange). Het cijfer erna is de gemiddelde temperatuur van het vloeistofbad waarin de warmtewisselaar ondergedompeld is, in $^{\circ}C$. W water als medium (water). Het cijfer erna is de inlaattemperatuur in de verdamper of de uitlaattemperatuur aan de condensor, in $^{\circ}C$. | | |

In geval van een condensor ingebed in de structuur van het gebouw gelden voor de berekening van de gemiddelde seizoensprestatiefactor (SPF) dezelfde aanvullende bepalingen als in §3 vastgelegd.

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Brussel, 9 november 2017

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie

C. FREMAULT

Bijlage 4 - Specificaties voor de in situ meting van het
elektrisch vermogen van ventilatoren

| | |
|---|---|
| VOORWOORD | 2 |
| 1 MEETCONDITIES | 2 |
| 2 VOORBEREIDING VAN HET GEBOUW..... | 2 |
| 3 BEPALING VAN HET ELEKTRISCH VERMOGEN..... | 2 |
| 4 VEREISTEN AAN HET MEETRAPPORT | 3 |

Bijlage 4 - Specificaties voor de in situ meting van het elektrisch vermogen van ventilatoren

Voorwoord

Deze bijlage legt de eisen vast die moeten nageleefd worden bij het meten van het elektrisch vermogen van ventilatoren in het kader van de EPB-regelgeving.

1 Meetcondities

De opmeting van het opgenomen elektrisch vermogen gebeurt zoals beschreven in §11.2.3.1.2 van Bijlage EPW.

2 Voorbereiding van het gebouw

Voor het uitvoeren van de meting moeten alle overige installaties uitgeschakeld worden die de luchtbalans van de beschouwde ventilatiezones kunnen beïnvloeden en moeten niet volgens §11.2.3.1.2 van Bijlage EPW opgemeten worden.

Verder worden de volgende voorbereidingen getroffen.

- Buitendeuren en -vensters moeten volledig gesloten zijn.
- Binnendeuren zijn in principe gesloten, om praktische redenen is het echter toegelaten deze te laten open staan, op voorwaarde dat dit in het rapport wordt vermeld.
- Alle regelbare toevoeropeningen (RTO) en afvoeropeningen (RAO) moeten, indien aanwezig, in volledig geopende stand ingesteld staan.
- In geval van vraaggestuurde ventilatie kan het nodig zijn om bepaalde componenten te fixeren in hun nominale positie volgens de voorschriften van de fabrikant. Het gaat hier bijvoorbeeld over regelbare toevoeropeningen (RTO) of afvoeropeningen (RAO) en ventielen of ventilatoren die geregeld worden in functie van CO₂, vocht of aanwezigheid.
- Tijdens de meting van het opgenomen elektrisch vermogen mogen geen componenten die zich in de luchtstroom door het ventilatiesysteem bevinden, omgeleid of verwijderd worden (bv filters, batterijen, recuperatietoestellen, grondbuizen,...).
- Luchtfilters mogen voorafgaand aan de meting vervangen worden door nieuwe filters.
- De meting mag worden uitgevoerd op een moment dat bijkomende verbruikers in de unit (vorstbeveiliging, voor- of naverwarming) kunnen worden uitgeschakeld.

3 Bepaling van het elektrisch vermogen

Het elektrische vermogen moet worden gemeten met een meettoestel onafhankelijk van de ventilatiegroep. Het meettoestel moet in staat zijn het actief elektrisch vermogen te meten met een sampling rate van minimaal 1600 Hz of het actief elektrisch vermogen te meten tot de 15^{de} harmonische. Het totale meettoestel inclusief toebehoren, zoals bijvoorbeeld stroomtangen, moet een nauwkeurigheid hebben van 5 % of beter bij de gemeten waarden.

Het gebruikte meettoestel moet beschikken over een kalibratiecertificaat.

De spanning en de stroom moeten gelijktijdig worden gemeten en bij 3-fasige ventilatiegroepen ook gelijktijdig over de 3 fasen. Het actief elektrisch vermogen moet worden gerapporteerd zoals afgelezen op het meettoestel.

Bijlage 4 - Specificaties voor de in situ meting van het elektrisch vermogen van ventilatoren

Indien een ventilatiegroep meerdere toe- en/of afvoerventilatoren bevat, mag het elektrisch vermogen opgemeten worden van alle ventilatoren samen.

Het actief elektrisch vermogen van de ventilatiegroep inclusief alle voorschakelapparatuur, zoals bijvoorbeeld toerentalregelingen (bv frequentiesturing), moet worden opgemeten aan de aansluiting met de netvoeding. Bij voorkeur vindt deze meting plaats zo dicht mogelijk bij de ventilatiegroep. Indien dit onmogelijk is, kan er ook verder 'stroomopwaarts' worden gemeten waarbij eventueel andere verbruikers worden meegemeten. In het geval dat er andere verbruikers worden meegemeten, mag het vermogen van deze andere gebruikers niet in mindering worden gebracht.

De meting moet gebeuren door een daarvoor bekwaam en bevoegd persoon.

4 Vereisten aan het meetrapport

Het proefverslag van de vermogensmeting moet minstens de volgende informatie bevatten.

De volgende verklaring:

"Bij de meting van het elektrisch vermogen van de ventilatoren werden alle voorschriften zoals beschreven in bijlage 5 van het ministerieel besluit ter wijziging en uitvoering van de bijlagen XII en XIII van het Regeringsbesluit van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen inzake energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen nageleefd."

Gegevens over de onderneming die de metingen heeft verricht:

- naam, adres, ondernemingsnummer;
- datum van de metingen;
- naam en handtekening van de verantwoordelijke van de proef (metingen, berekeningen, verslag) en datum van ondertekening.

Gegevens over de aanvrager:

- naam, adres.

Gegevens over het gebouw en het ventilatiesysteem:

- volledig adres
- duidelijke omschrijving van de beschouwde ventilatiezone(s) en/of EPB-
eenhe(i)d(en);
- type ventilatiesysteem (B,C,D) per ventilatiezone;
- merk en type van aanwezige ventilator(groep)en die de beschouwde
ventilatiezone(s) en/of EPB-
eenhe(i)d(en) bedienen;
- toestand van binnendeuren (aanwezig/afwezig, geopend/gesloten).

Gegevens over de proef:

- merk en type van het gebruikte meetapparaat;
- betreffende de meetapparaten: kopie van het kalibratiecertificaat;
- de regelstand van alle regelorganen van de ventilatie- installatie;
- Referentie naar het stavingsstuk van de debietsmetingen voor alle door de
ventilator(groep) bediende ruimtes Een typerapport voor de meetresultaten
wordt ter beschikking gesteld door Leefmilieu Brussel.
- gemeten elektrische vermogens per ventilator(groep) zoals hierboven
beschreven;

Bijlage 4 - Specificaties voor de in situ meting van het
elektrisch vermogen van ventilatoren

- de gemeten netspanning, voor elke fase, uitgedrukt in Volt (V), afgerond tot op de eenheid;
- het opgenomen elektrisch vermogen uitgedrukt in Watt (W), afgerond tot op de eenheid;
- tabel met per ventilator(groep):
 - som van de gemeten toevoerdebieten per EPB-eenheid;
 - som van de gemeten afvoerdebieten per EPB-eenheid;
 - som van de gemeten toevoerdebieten buiten beschouwde EPB- eenhe(i)d(en);
 - som van de gemeten afvoerdebieten buiten beschouwde EPB- eenhe(i)d(en).

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Brussel, 9 november 2017

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
C. FREMAULT

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de
voorkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht
warmtewisselaar

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Inleiding | 2 |
| 2 | EPW methode voor wooneenheden | 2 |
| 2.1 | Vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht | 2 |
| 2.2 | Hulpenergieverbruik voorkoeling ventilatielucht | 6 |
| 3 | EPN methode voor EPN-eenheden | 7 |
| 3.1 | Vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht | 7 |
| 3.2 | Hulpenergieverbruik voorkoeling ventilatielucht | 11 |

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de verkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

1 Inleiding

Bodemwarmtewisselaars worden gebruikt om ventilatielucht te koelen of te verwarmen (voorverwarming/voorkoeling). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de thermische massa van aarde om warmte naar over te dragen. Op een voldoende diepte is de grondtemperatuur stabiel. In de zomer betekent dit dat de toegevoerde ventilatielucht kan worden afgekoeld, in de winter kan deze worden opgewarmd. Bij aarde-lucht warmtewisselaars wordt de toevoerlucht door één of meerdere ondergrondse buizen gestuurd. De bodem zal de lucht verwarmen of koelen.

Indien slechts een gedeelte van het hygiënisch ventilatiedebiet van ventilatiezone z gekoeld wordt met behulp van een systeem voor verkoeling van ventilatielucht, neem $r_{\text{precool,zone } z,m} = 1$

2 EPW methode voor wooneenheden

2.1 Vermenigvuldigingsfactor voor het effect van verkoeling van ventilatielucht

De maandelijkse vermenigvuldigingsfactor $r_{\text{precool,zone } z,m}$ voor het effect van verkoeling van ventilatielucht voor de koelberekeningen van ventilatiezone z wordt gegeven door:

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

met :

$e_{\text{precool},m}$ de maandelijkse effectiviteit van het betreffende verkoelingsysteem, zoals hieronder bepaald (-);

$\theta_{\text{precool,ref,max},m}$ de referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling, gelijk aan de maandgemiddelde bodemtemperatuur $\theta_{\text{soil},m}$, ontleend aan Tabel 20 van bijlage EPW, in °C;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel 1 van bijlage EPW, 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.

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de voorkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

Voor een aarde-lucht-warmtewisselaar wordt de effectiviteit $e_{precool,m}$ bepaald door :

$$e_{precool,m} = w_{soil/air,m} \left(1 - e^{-\frac{\alpha_{precool} A_{wt}}{0.34 \sum \dot{V}_{hyg,cool,sec i}}} \right) \quad [-]$$

met:

- $\alpha_{precool}$ de warmtedoorgangscoefficiënt van de grondbuizen in de aarde-lucht warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, in W/m^2K ;
- A_{wt} de warmtewisselende oppervlakte van de grondbuizen, zoals hieronder bepaald, in m^2 ;
- $\dot{V}_{hyg,cool,sec i}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i , voor de koelberekeningen, zoals bepaald in §7.8.6 van de bijlage EPW, in m^3/h ;
- $w_{soil/air,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van de aarde-lucht warmtewisselaar inrekenent, (-)
- Als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ stel $w_{soil/air,m} = 0$
- Als $0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ stel $w_{soil/air,m} = 0.5$
- Als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2$ stel $w_{soil/air,m} = 1$

waar:

- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel 1 van bijlage EPW, in $^{\circ}C$;
- $\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuis, ontleend aan Tabel 20 van bijlage EPW, in $^{\circ}C$.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z

De warmtedoorgangscoefficiënt van de grondbuizen $\alpha_{precool}$ wordt gegeven door:

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de verkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

$$\alpha_{\text{precool}} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{tube}}/D_{\text{tube}}} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{soil}}}{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{soil}}/D_{\text{tube}}} \right)^{-1} \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

met:

- α_i de inwendige convectiecoëfficiënt van stroming in de grondbuis van de warmtewisselaar voor verkoeling, zoals hieronder bepaald, in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$;
- t_{soil} de dikte van het grondmassief rond de grondbuis dat in rekening wordt gebracht, zoals hieronder bepaald, in m;
- D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m;
- t_{tube} de dikte van de buiswand, in m;
- λ_{tube} de thermische geleidbaarheid van de grondbuis, 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:

$$\alpha_i = 0.026 \frac{\text{Nu}}{D_{\text{tube}}} \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

met:

$$\text{Nu} = \left(\text{Nu}_{\text{lam}}^5 + \text{Nu}_{\text{turb}}^5 \right)^{1/5}$$

en

$$\text{Nu}_{\text{lam}} = \left[3.66^3 + 1.61^3 \cdot \left(\frac{\text{Re} \cdot \text{Pr} \cdot D_{\text{tube}}}{L_{\text{tube}}} \right) \right]^{1/3}$$

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de voorkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

$$\text{Nu}_{\text{turb}} = \frac{f_{\text{turb}} \cdot (\text{Re} - 1000) \cdot \text{Pr}}{2 \cdot \left(1 + 12.7 \cdot \sqrt{\frac{f_{\text{turb}}}{2}} \cdot \left(\text{Pr}^{2/3} - 1 \right) \right)}$$

$$f_{\text{turb}} = (1.58 \cdot \ln \text{Re} - 3.28)^{-2}$$

$$\text{Re} = 64935 \frac{4}{3600\pi} \frac{\sum \dot{V}_{\text{hyg,cool,seci}}}{n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}}$$

$$\text{Pr} = 0.714$$

met:

$\dot{V}_{\text{hyg,cool,seci}}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i , voor de koelberekeningen, zoals bepaald in 7.8.4 van de bijlage EPW, in m^3/h ;

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m.

L_{tube} de lengte van de grondbuis, in m;

n_{tube} het aantal grondbuizen in parallel (-).

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z

De dikte van het grondmassief rond de grondbuis 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 grondbuizen, in m;

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m.

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de voorcooling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

De warmtewisselende oppervlakte A_{wt} wordt gegeven door:

$$A_{wt} = \pi D_{tube} L_{tube} n_{tube} \quad [m^2]$$

met:

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m;

L_{tube} de lengte van de grondbuis, in m;

n_{tube} het aantal grondbuizen in parallel (-).

2.2 Hulpenergieverbruik voorcooling ventilatielucht

Het maandelijks elektriciteitsverbruik voor het voorcoelen van de ventilatielucht door middel van een aarde-lucht warmtewisselaar wordt gegeven door:

$$W_{precool,m} = W_{soil/air,m} \quad [kWh]$$

$$W_{soil/air,m} = 0.167 \cdot t_m \cdot w_{soil/air,m} \cdot \frac{\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{tube}}{D_{tube}} \left(\frac{\sum \dot{V}_{hyg,cool,seci}}{3600 n_{tube} \frac{\pi}{4} D_{tube}^2} \right)^2 \quad [kWh]$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan Tabel 1 van bijlage EPW;

$w_{soil/air,m}$ een maandelijks factor die de werkingstijd van de aarde-lucht warmtewisselaar inreken, bepaald volgens §2.1 (-);

$\dot{V}_{hyg,cool,seci}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i , voor de koelberekeningen, zoals bepaald in §7.8.6 van de bijlage EPW, in m^3/h ;

f een frictiefactor:

$$- \text{ als } Re < 2300: f = \frac{64}{Re}$$

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de verkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

- in alle andere gevallen: $f = (1.58 \cdot \ln \text{Re} - 3.28)^{-2}$

met Re het Reynolds getal bepaald volgens 2.1 (-);

L_{tube} lengte van de grondbuis, in m;
 D_{tube} binnendiameter van de grondbuis, in m;
 n_{tube} het aantal grondbuizen in parallel (-).

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z

3 EPN methode voor EPN-eenheden

3.1 Vermenigvuldigingsfactor voor het effect van verkoeling van ventilatielucht

De maandelijkse vermenigvuldigingsfactor $r_{\text{precool,zone } z,m}$ voor het effect van verkoeling van ventilatielucht voor de koelberekeningen van ventilatiezone z wordt gegeven door:

$$r_{\text{precool,zone } z,m} = 1 - e_{\text{precool},m} \frac{\theta_{\text{precool,ref,max},m} - \theta_{e,V,\text{cool},m}}{\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f} - \theta_{e,V,\text{cool},m}} \quad [-]$$

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, gelijk aan de maandgemiddelde bodemtemperatuur $\theta_{\text{soil},m}$, bepaald volgens §B.2.2 van bijlage EPN, in °C;

$\theta_{e,V,\text{cool},m}$ de conventionele rekenwaarde voor de toevoertemperatuur van de ventilatielucht voor hygiënische ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, ontleend aan Tabel 45 van bijlage EPN, in °C;

$\theta_{i,\text{cool},\text{fct } f}$ de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de berekening van ruimtekoeling voor functioneel deel f , bepaald volgens §5.2.3 van bijlage EPN, in °C.

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de voorkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

Voor een aarde-lucht-warmtewisselaar wordt de effectiviteit $e_{precool,m}$ bepaald door :

$$e_{precool,m} = w_{soil/air,m} \left(1 - e^{-\frac{\alpha_{precool} A_{wt}}{0.34 \sum \dot{V}_{hyg,fcf}}} \right) \quad [-]$$

met:

- $\alpha_{precool}$ de warmtedoorgangscoefficiënt van de grondbuizen in de aarde-lucht warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, in W/m^2K ;
- A_{wt} de warmtewisselende oppervlakte van de grondbuizen, zoals hieronder bepaald, in m^2 ;
- $\dot{V}_{hyg,fcf}$ het ontwerpdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie dat door de aarde-lucht warmtewisselaar voorgekoeld wordt in functioneel deel f , in m^3/h , bepaald volgens de principes uit §5.6.2.2 van bijlage EPN;
- $w_{soil/air,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van de aarde-lucht warmtewisselaar inreken, (-)
- Als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 0$ stel $w_{soil/air,m} = 0$
- Als $0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} \leq 2$ stel $w_{soil/air,m} = 0.5$
- Als $\theta_{e,m} - \theta_{soil,m} > 2$ stel $w_{soil/air,m} = 1$

waar:

- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel 1 van bijlage EPW, in $^{\circ}C$;
- $\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuis, bepaald volgens § B.2.2 van bijlage EPN, in $^{\circ}C$.

Er dient gesommeerd te worden over alle deelstromen k en alle functionele delen f van ventilatiezone z .

De warmtedoorgangscoefficiënt van de grondbuizen $\alpha_{precool}$ wordt gegeven door:

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de verkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

$$\alpha_{\text{precool}} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{tube}}/D_{\text{tube}}} + \frac{\ln\left(\frac{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{soil}}}{D_{\text{tube}} + 2t_{\text{tube}}}\right)}{2\lambda_{\text{soil}}/D_{\text{tube}}} \right)^{-1} \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

met:

α_i de inwendige convectiecoëfficiënt van stroming in de grondbuis van de warmtewisselaar voor verkoeling, zoals hieronder bepaald, in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$;

t_{soil} de dikte van het grondmassief rond de grondbuis dat in rekening wordt gebracht, zoals hieronder bepaald, in m;

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m;

t_{tube} de dikte van de buiswand, in m;

λ_{tube} de thermische geleidbaarheid van de grondbuis, 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:

$$\alpha_i = 0.026 \frac{\text{Nu}}{D_{\text{tube}}} \quad [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$$

met:

$$\text{Nu} = \left(\text{Nu}_{\text{lam}}^5 + \text{Nu}_{\text{turb}}^5 \right)^{1/5}$$

en

$$\text{Nu}_{\text{lam}} = \left[3.66^3 + 1.61^3 \cdot \left(\frac{\text{Re} \cdot \text{Pr} \cdot D_{\text{tube}}}{L_{\text{tube}}} \right) \right]^{1/3}$$

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de voorkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

$$\text{Nu}_{\text{turb}} = \frac{f_{\text{turb}} \cdot (\text{Re} - 1000) \cdot \text{Pr}}{2 \cdot \left(1 + 12.7 \cdot \sqrt{\frac{f_{\text{turb}}}{2}} \cdot \left(\text{Pr}^{\frac{2}{3}} - 1 \right) \right)}$$

$$f_{\text{turb}} = (1.58 \cdot \ln \text{Re} - 3.28)^{-2}$$

$$\text{Re} = 64935 \frac{4}{3600\pi} \frac{\sum \dot{V}_{\text{hyg,fcf}}}{n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}}$$

$$\text{Pr} = 0.714$$

met:

$\dot{V}_{\text{hyg,fcf}}$ het ontwerpdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie dat door de aarde-lucht warmtewisselaar voorgekoeld wordt in functioneel deel f, in m³/h, bepaald volgens de principes uit §5.6.2.2 van bijlage EPN;

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m;

L_{tube} de lengte van de grondbuis, in m;

n_{tube} het aantal grondbuizen in parallel (-).

Er dient gesommeerd te worden over alle functionele delen f van ventilatiezone z.

De dikte van het grondmassief rond de grondbuis 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 grondbuizen, in m;

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m.

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de voorcooling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

De warmtewisselende oppervlakte A_{wt} wordt gegeven door:

$$A_{wt} = \pi D_{tube} L_{tube} n_{tube} \quad [m^2]$$

met:

D_{tube} de binnendiameter van de grondbuis, in m;

L_{tube} de lengte van de grondbuis, in m;

n_{tube} het aantal grondbuizen in parallel (-).

3.2 Hulpenergieverbruik voorcooling ventilatielucht

Het maandelijks elektriciteitsverbruik voor het voorcoelen van de ventilatielucht door middel van een aarde-lucht warmtewisselaar wordt gegeven door:

| | |
|--|--|
| $W_{precool,m} = W_{soil/air,m}$ | [kWh] |
| $W_{soil/air,m} = 0.167 \cdot t_m \cdot w_{soil/air,m} \cdot \frac{\sum f_{vent,cool,fcf} \dot{V}_{hyg,fcf}}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{tube}}{D_{tube}} \left(\frac{\sum \dot{V}_{hyg,fcf}}{3600 n_{tube} \frac{\pi}{4} D_{tube}^2} \right)^2$ | [kWh] |
| met: | |
| t_m | de lengte van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan Tabel 1 van bijlage EPN; |
| $f_{vent,cool,fcf}$ | de fractie van de tijd gedurende dewelke de ventilatie in bedrijf is, voor de koelberekeningen van functioneel deel f, ontleend aan Tabel 7 van bijlage EPN. |
| $w_{soil/air,m}$ | een maandelijkse factor die de werkingstijd van de aarde-lucht warmtewisselaar inreken, bepaald volgens 3.1 (-); |
| $\dot{V}_{hyg,fcf}$ | het ontwerpdebiet aan buitenlucht voor hygiënische ventilatie dat door de aarde-lucht warmtewisselaar voorgekoeld wordt in functioneel deel f, bepaald volgens de principes uit §5.6.2.2 van bijlage EPN, in m ³ /h |

Bijlage 5: Specificaties voor het in rekening brengen van de voorkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar

| | |
|-------------------|--|
| f | <p>een frictiefactor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - als $Re < 2300$: $f = \frac{64}{Re}$ - in alle andere gevallen: $f = (1.58 \cdot \ln Re - 3.28)^{-2}$ <p>met Re het Reynolds getal bepaald volgens 3.1 (-);</p> |
| L_{tube} | lengte van de grondbuis, in m; |
| D_{tube} | binnendiameter van de grondbuis, in m; |
| n_{tube} | het aantal grondbuizen in parallel (-). |

Er dient gesommeerd te worden over alle functionele delen f van ventilatiezone z.

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Brussel, 9 november 2017

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie

C. FREMAULT

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch
rendement van het warmteterugwinapparaat

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | DEFINITIES..... | 2 |
| 2 | WAARDE BIJ ONTSTENTENIS..... | 3 |
| 3 | BEPALING VAN HET THERMISCH RENDEMENT VOOR WARMTETERUGWINAPPARATEN VAN HET TYPE 'TWIN COIL' OF 'HEAT PIPE' | 3 |
| 4 | BEPALING VAN HET THERMISCH RENDEMENT ALS EEN TESTRENDEMENT BESCHIKBAAR IS VOOR DE (VOLLEDIGE) LUCHTBEHANDELINGSGROEP OF VOOR DE (AFZONDERLIJKE) WARMTEWISSELAAR | 3 |
| 5 | BEPALING VAN HET THERMISCH RENDEMENT ALS EEN TESTRENDEMENT BESCHIKBAAR IS VOOR EEN (VOLLEDIGE) LUCHTBEHANDELINGSGROEP OF VOOR EEN (AFZONDERLIJKE) WARMTEWISSELAAR UIT EENZELFDE SERIE ALS HET BETROKKEN WARMTETERUGWINAPPARAAT .. | 4 |
| 5.1 | Algemeen principe | 4 |
| 5.2 | Bepaling η_{ser} | 6 |
| 5.3 | Bepaling $\eta_{ahu,ref}$ | 6 |
| 5.4 | Bepaling η_{ser1} (methode 1) | 7 |
| 5.5 | Bepaling η_{ser2} (methode 2) | 8 |
| 5.6 | Bepaling van η_{ser3} (methode 3) | 9 |
| 5.6.1 | <i>Correctie voor de thermische capaciteit van het regeneratormateriaal.</i> | 9 |
| 5.6.2 | <i>Bepaling van de ideale waarde van het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie</i> | 11 |
| 5.6.3 | <i>Bepaling van de geometrische parameters β^* en Dh^* en materiaalparameter ϕ^*</i> | 12 |
| 5.6.4 | <i>Bepaling van het volumedebiet waarvoor de berekende ideale waarde van het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is</i> | 14 |
| 5.7 | Bepaling van het volumedebiet waarvoor het berekende thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is | 14 |
| 5.8 | Bepaling van de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte | 17 |
| 5.9 | Bepaling van het aantal kanalen | 18 |
| 5.10 | Figuren ter verduidelijking | 19 |
| 6 | METING EN BEREKENING..... | 20 |
| 6.1 | Meting | 20 |
| 6.1.1 | Luchtbehandelingsgroep..... | 20 |
| 6.1.2 | Warmtewisselaar..... | 21 |
| 6.2 | Berekening | 22 |
| 6.2.1 | Luchtbehandelingsgroep..... | 22 |
| 6.2.2 | Warmtewisselaar..... | 23 |

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

In afwijking van bijlage G van bijlage EPW, kan het thermisch rendement η_{test} van een warmteterugwinapparaat volgens één van de hieronder beschreven bepalingmethoden worden bepaald.

1 Definities

Er wordt verwezen naar de norm NBN EN 308 voor de definities van de categorieën van warmteterugwinapparaten en voor de conventies met betrekking tot de nummering van de vier luchtstromen en de positie van de ventilatoren.

Principes van warmteoverdracht in warmtewisselaars:

- **Warmteoverdracht in gelijkstroom:** principe van warmteoverdracht waarbij de warmteoverdracht plaatsvindt tussen twee media die elk langs een zijde van een luchtdichte scheidingswand in dezelfde richting en zin stromen.
- **Warmteoverdracht in kruisstroom:** principe van warmteoverdracht waarbij de warmteoverdracht plaatsvindt tussen twee media die elk langs een zijde van een luchtdichte scheidingswand in een verschillende richting stromen (opmerking: meestal is de hoek tussen deze richtingen begrepen tussen de 60 en de 90°, als gevolg van deze opbouw is de gemiddelde luchtsnelheid tussen de platen voor beide luchtstromen (afgezien van dichtheitsveranderingen en niet ideale aanstroomcondities) over zijn volledig traject nagenoeg constant).
- **Warmteoverdracht in tegenstroom:** principe van warmteoverdracht waarbij de warmteoverdracht plaatsvindt tussen twee media die elk langs een zijde van een luchtdichte scheidingswand in dezelfde richting maar tegenovergestelde zin stromen (opmerking: typisch aan deze opbouw is dat de luchtsnelheid tussen de platen voor beide luchtstromen (afgezien van dichtheitsveranderingen en niet ideale aanstroomcondities) in het tegenstroom gedeelte nagenoeg constant is maar lager is dan de gemiddelde luchtsnelheid ter hoogte van de instroming van de warmtewisselaar).
- **NTU:** Number of Transfer Units, een dimensieloze waarde om de hoeveelheid van warmtetransport in warmtewisselaars uit te drukken.

Praktische toepassing in warmteterugwinapparaten:

- **Enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar:** platenwarmtewisselaar die voor minstens 70 % werkt volgens het principe van warmteoverdracht in kruisstroom, te evalueren op basis van het oppervlaktaandeel van het duidelijk te identificeren kruisstroomgedeelte ten opzichte van de totale oppervlakte (in het vlak van de luchtstroomrichtingen).
- **Dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:** platenwarmtewisselaar die bestaat uit 2 duidelijk te onderscheiden enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaars en waarbij beide luchtstromen in serie en in globale tegenstroom door beide warmtewisselaars stromen.
- **'Heatpipe'** (of **'caloduc'**): warmtewisselaar waarbij de warmteoverdracht plaatsvindt door een medium dat achtereenvolgens verdampt en terug condenseert. Het warmteoverdrachtsmedium bevindt zich in een afgesloten buis die aan de ene zijde blootgesteld wordt aan de toevoerlucht en aan de andere zijde aan de afvoerlucht. Na verdamping aan de ene zijde verspreidt het medium onder gasvorm zich naar de andere zijde waar het condenseert en het gravitair, capillair of centrifugaal terugstroomt naar de verdampingszijde.
- **Regenerator:** regeneratieve warmtewisselaar. Het kan gaan om een statische regenerator of een warmtwiel.

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

- **Statische regenerator:** regeneratieve warmtewisselaar onder de vorm van twee gescheiden accumulatoren die afwisselend (met behulp van één of meer kleppen) door de toevoerlucht en de afvoerlucht wordt doorstroomd.
- **Tegenstroomwarmtewisselaar:** platenwarmtewisselaar die voor minstens 30 % werkt volgens het principe van warmteoverdracht in tegenstroom, te evalueren op basis van het oppervlakteaandeel van het duidelijk te identificeren tegenstroomgedeelte ten opzichte van de totale oppervlakte (in het vlak van de luchtstroomrichtingen).
- **'Twin-coil' of glycolbatterij:** warmtewisselaargeheel bestaande uit een set van twee lucht/vloeistofwarmtewisselaars, die elk door 1 van de luchtstromen wordt doorstroomd, waarbij een warmtetransportmedium tussen beide warmtewisselaars circuleert en op die wijze warmte overdraagt van de ene naar de andere luchtstroom.
- **Warmtewiel:** regeneratieve warmtewisselaar onder de vorm van een ronddraaiende schijfvormige accumulator waarbij de warmte-accumulerende massa afwisselend door de toevoerlucht en de afvoerlucht wordt doorstroomd.

2 Waarde bij ontstentenis

Indien geen van de bepalingsmethodes uit § 3, § 4 of § 5 worden toegepast geldt als waarde bij ontstentenis voor het thermisch rendement η_{test} van een warmteterugwinapparaat voor alle volumedebieten de waarde nul.

3 Bepaling van het thermisch rendement voor warmteterugwinapparaten van het type 'twin coil' of 'heat pipe'

Bepaal het thermisch rendement η_{test} van een warmteterugwinapparaat op basis van volgende tabel.

Tabel [1]: η_{test} voor type 'twin coil' of 'heat pipe'

| Categorie (volgens NBN EN 308) | | Type | η_{test} |
|--------------------------------|--|-------------|----------------------|
| IIa | Recuperatoren met intermediaire vloeistof zonder faseverandering | 'Twin coil' | 0,30 |
| IIb | Recuperatoren met intermediaire vloeistof met faseverandering | 'Heat pipe' | 0,30 |

4 Bepaling van het thermisch rendement als een testrendement beschikbaar is voor de (volledige) luchtbehandelingsgroep of voor de (afzonderlijke) warmtewisselaar

Bepaal het thermisch rendement η_{test} van een warmteterugwinapparaat bij het volumedebiet $q_{v,\text{proj}}$ als volgt:

Indien $q_{v,\text{proj}} \leq q_{v,\text{test}}$ geldt:

$$\text{Eq. 1} \quad \eta_{\text{test}} = \eta_{\text{ahu,test}} \quad (-)$$

ofwel:

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$$\text{Eq. 2} \quad \eta_{\text{test}} = 0,85 \cdot \eta_{\text{hx,test}} \quad (-)$$

Indien $q_{\text{v,test}} < q_{\text{v,proj}} \leq 1,56 \cdot q_{\text{v,test}}$ geldt:

$$\text{Eq. 3} \quad \eta_{\text{test}} = \eta_{\text{ahu,test}} - \frac{0,05}{(1,56 - 1)} \cdot \frac{(q_{\text{v,proj}} - \min(q_{\text{v11,test}}; q_{\text{v22,test}}))}{\min(q_{\text{v11,test}}; q_{\text{v22,test}})} \quad (-)$$

OF :

$$\text{Eq. 4} \quad \eta_{\text{test}} = 0,85 \cdot \eta_{\text{hx,test}} - \frac{0,05}{(1,56 - 1)} \cdot \frac{(q_{\text{v,proj}} - \min(q_{\text{v11,test}}; q_{\text{v22,test}}))}{\min(q_{\text{v11,test}}; q_{\text{v22,test}})} \quad (-)$$

Indien $q_{\text{v,proj}} > 1,56 \cdot q_{\text{v,test}}$ geldt: $\eta_{\text{test}} = 0$.

met:

| | |
|--------------------------|--|
| $q_{\text{v,proj}}$ | het volumedebiet waarvoor een thermisch rendement wordt opgegeven voor de bepaling van het primair energieverbruik van gebouwen, in m ³ /h. Dit volumedebiet is in het kader van deze bijlage 'het volumedebiet tijdens de proef zoals gedefinieerd in bijlage G' waarnaar verwezen wordt in B.2 van bijlage EPW; |
| $q_{\text{v,test}}$ | het volumedebiet, in m ³ /h, van de proef volgens § 6; |
| $\eta_{\text{ahu,test}}$ | het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit de proef volgens § 6, bij het volumedebiet $q_{\text{v,test}}$, (-); |
| $\eta_{\text{hx,test}}$ | het thermisch rendement van de warmtewisselaar uit de proef volgens § 6, bij het volumedebiet $q_{\text{v,test}}$, (-). |

5 Bepaling van het thermisch rendement als een testrendement beschikbaar is voor een (volledige) luchtbehandelingsgroep of voor een (afzonderlijke) warmtewisselaar uit eenzelfde serie als het betrokken warmteterugwinapparaat

5.1 Algemeen principe

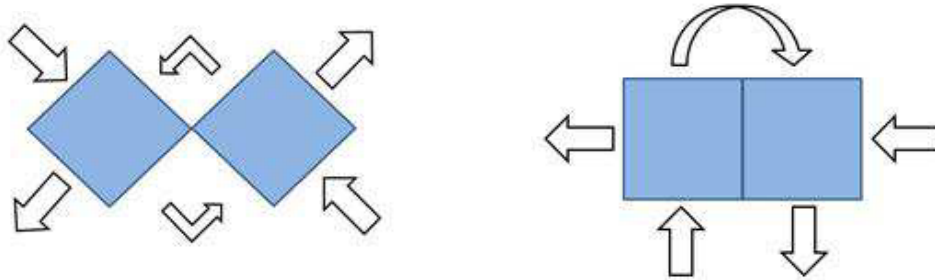
Het thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie kan berekend worden op basis van het thermisch rendement van een referentieluchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens de volgende voorwaarden en bepalingmethode.

Om te behoren tot eenzelfde serie moet de te evalueren luchtbehandelingsgroep voor alle volgende criteria gelijk zijn aan de referentieluchtbehandelingsgroep:

- fabrikant van de gehele luchtbehandelingsgroep;
- fabrikant van de warmtewisselaar;
- categorie (zie NBN EN 308) en type (enkelvoudige kruisstroom, dubbele kruisstroom, tegenstroom, warmtewiel of statische regenerator) van warmtewisselaar;
- vorm voor dubbele kruisstroom: ligging van beide warmtewisselaars ten opzichte van elkaar (lijnvormig of vlakvormig contact - zie Figuur [1]);

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

Figuur [1]: Lijn- (links) of vlakvormig (rechts) contact van twee kruisstroomwarmtewisselaars



- de opstelling van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep, hetzij haaks op, hetzij in de langsrichting van de luchtstroming doorheen de luchtbehandelingsgroep;
- opbouw van de luchtbehandelingsgroep: chassis met invulwanden of zelfdragende wanden, samenstelling van de wanden (gebruikte materialen voor het omhulsel en de isolatie);
- de positie van de ventilatoren ten opzichte van de warmtewisselaar (dit wil zeggen: de ventilator bevindt zich in beide luchtbehandelingsgroepen op positie 11 of in beide luchtbehandelingsgroepen op positie 12. Idem voor 21 en 22 - zie figuren in § 5.10).

Bepaal het thermisch rendement η_{test} van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie bij het volumedebiet $q_{v,\text{proj}}$ als volgt:

Indien $q_{v,\text{proj}} \leq q_{v,\text{ser}}$ geldt:

$$\text{Eq. 5} \quad \eta_{\text{test}} = \eta_{\text{ser}} \quad (-)$$

Indien $q_{v,\text{ser}} < q_{v,\text{proj}} \leq 1,56 \cdot q_{v,\text{ser}}$ geldt:

$$\text{Eq. 6} \quad \eta_{\text{test}} = \eta_{\text{ser}} - \frac{0,05}{(1,56 - 1)} \cdot \frac{(q_{v,\text{proj}} - q_{v,\text{ser}})}{q_{v,\text{ser}}} \quad (-)$$

Indien $q_{v,\text{proj}} > 1,56 \cdot q_{v,\text{ser}}$ geldt: $\eta_{\text{test}} = 0$.

met:

$q_{v,\text{proj}}$ het volumedebiet waarvoor een thermisch rendement wordt opgegeven voor de bepaling van het primair energieverbruik van gebouwen, in m^3/h . Dit volumedebiet is in het kader van deze bijlage 'het volumedebiet tijdens de proef zoals gedefinieerd in bijlage G' waarnaar verwezen wordt in B.2 van bijlage EPW;

$q_{v,\text{ser}}$ het volumedebiet waarvoor het berekende thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is, in m^3/h , bepaald volgens § 5.7;

η_{ser} het berekende thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens § 5.2, bij het volumedebiet $q_{v,\text{ser}}$, (-).

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

5.2 Bepaling η_{ser}

Bepaal het berekende thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, η_{ser} , als volgt:

- voor een luchtbehandelingsgroep met een enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar:

$$\text{Eq. 7} \quad \eta_{ser} = 0,90 \cdot \eta_{ser1} \quad (-)$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:

$$\text{Eq. 8} \quad \eta_{ser} = 0,90 \cdot \min\left(\eta_{ser1}; \frac{\eta_{ser1} + \eta_{ser2}}{2}\right) \quad (-)$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar:

$$\text{Eq. 9} \quad \eta_{ser} = 0,95 \cdot \min\left(\eta_{ahu,ref}; \frac{\eta_{ser1} + \eta_{ser2}}{2}\right) \quad (-)$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een regenerator (warmtewiel of statische regenerator):

$$\text{Eq. 10} \quad \eta_{ser} = 0,95 \cdot \min(\eta_{ahu,ref}; \eta_{ser3}) \quad (-)$$

met

η_{ser1} het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens methode 1, zoals beschreven in § 5.4, (-);

η_{ser2} het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, volgens methode 2, zoals beschreven in § 5.5, (-);

$\eta_{ahu,ref}$ het thermisch rendement van de referentieluchtbehandelingsgroep bij de volumedebieten $q_{v11,ref}$ en $q_{v22,ref}$, bepaald volgens § 5.3, (-);

η_{ser3} het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, volgens methode 3, zoals beschreven in § 5.6, (-).

5.3 Bepaling $\eta_{ahu,ref}$

Bepaal het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ van de referentieluchtbehandelingsgroep bij de volumedebieten $q_{v11,ref}$ en $q_{v22,ref}$, als volgt:

$$\text{Eq. 11} \quad \eta_{ahu,ref} = \eta_{ahu,test} \quad (-)$$

ofwel:

$$\text{Eq. 12} \quad \eta_{ahu,ref} = 0,85 \cdot \eta_{hx,test} \quad (-)$$

met:

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$\eta_{ahu, test}$ het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit de proef volgens § 6, bij de volumedebieten $q_{v11, test}$ en $q_{v22, test}$, (-);

$\eta_{hx, test}$ het thermisch rendement van de warmtewisselaar uit de proef volgens § 6, bij de volumedebieten $q_{v11, test}$ en $q_{v22, test}$, (-).

De volumedebieten waarvoor het thermisch rendement van de referentieluchtbehandelingsgroep geldig is, $q_{v11, ref}$ en $q_{v22, ref}$, worden gelijkgesteld aan respectievelijk $q_{v11, test}$ en $q_{v22, test}$.

5.4 Bepaling η_{ser1} (methode 1)

Bepaal het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens methode 1, η_{ser1} als volgt:

$$\text{Eq. 13} \quad \eta_{ser1} = 1 - \exp\left[NTU_{ser1}^{0.22} \cdot \left\{\exp(-NTU_{ser1}^{0.78}) - 1\right\}\right] \quad (-)$$

met:

NTU_{ser1} de NTU van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens methode 1, zoals hieronder bepaald, (-).

Bepaal de NTU van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens methode 1, NTU_{ser1} , als volgt:

$$\text{Eq. 14} \quad NTU_{ser1} = NTU_{ref1} \cdot \frac{S_{ser} \cdot (n_{channels, ser} \cdot 2 - 2) \cdot \min(q_{v11, ref}; q_{v22, ref})}{S_{ref} \cdot (n_{channels, ref} \cdot 2 - 2) \cdot q_{v, ser}} \quad (-)$$

met:

NTU_{ref1} de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep volgens methode 1, zoals hieronder bepaald, (-);

S_{ser} de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, bepaald volgens § 5.8, in m^2 ;

S_{ref} de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte van de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens § 5.8, in m^2 ;

$n_{channels, ser}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, bepaald volgens § 5.9, (-);

$n_{channels, ref}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens § 5.9, (-);

$q_{v11, ref}$ het gemeten volumedebiet van de afvoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu, ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3;

$q_{v22, ref}$ het gemeten volumedebiet van de toevoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu, ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3;

$q_{v, ser}$ het volumedebiet waarvoor het berekende thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is, bepaald volgens § 5.7 (m^3/h).

Bepaal de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep volgens methode 1, NTU_{ref1} , voor een gegeven $\eta_{ahu, ref}$. Dit gebeurt aan de hand van volgende formule en op iteratieve wijze tot de afwijking kleiner is dan 0,0001:

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$$\text{Eq. 15} \quad \eta_{\text{ahu,ref}} = 1 - \exp\left[NTU_{\text{ref1}}^{0,22} \cdot \left\{ \exp(-NTU_{\text{ref1}}^{0,78}) - 1 \right\}\right] \quad (-)$$

met:

NTU_{ref1} de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep volgens methode 1, (-);

$\eta_{\text{ahu,ref}}$ het thermisch rendement van de referentieluchtbehandelingsgroep bij de volumedebieten $q_{v11,ref}$ en $q_{v22,ref}$, bepaald volgens § 5.3, (-).

5.5 Bepaling η_{ser2} (methode 2)

Bepaal het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie bepaald volgens methode 2, η_{ser2} , als volgt:

$$\text{Eq. 16} \quad \eta_{\text{ser2}} = \frac{NTU_{\text{ser2}}}{1 + NTU_{\text{ser2}}} \quad (-)$$

met:

NTU_{ser2} de NTU van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens methode 2, zoals hieronder bepaald, (-).

Bepaal de NTU van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens methode 2, NTU_{ser2} , als volgt:

$$\text{Eq. 17} \quad NTU_{\text{ser2}} = NTU_{\text{ref2}} \cdot \frac{S_{\text{ser}} \cdot (n_{\text{channels,ser}} \cdot 2 - 2) \cdot \min(q_{v11,ref}; q_{v22,ref})}{S_{\text{ref}} \cdot (n_{\text{channels,ref}} \cdot 2 - 2) \cdot q_{v,ser}} \quad (-)$$

met:

NTU_{ref2} de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep volgens methode 2, zoals hieronder bepaald, (-);

S_{ser} de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, bepaald volgens § 5.8, in m^2 ;

S_{ref} de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte van de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens § 5.8, in m^2 ;

$n_{\text{channels,ser}}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, bepaald volgens § 5.9, (-);

$n_{\text{channels,ref}}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens § 5.9, (-);

$q_{v11,ref}$ het gemeten volumedebiet van de afvoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{\text{ahu,ref}}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3;

$q_{v22,ref}$ het gemeten volumedebiet van de toevoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{\text{ahu,ref}}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3;

$q_{v,ser}$ het volumedebiet waarvoor het berekende thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is, in m^3/h , bepaald volgens § 5.7

Bepaal de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep volgens methode 2, NTU_{ref2} , als volgt:

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$$\text{Eq. 18} \quad NTU_{\text{ref}2} = \frac{\eta_{\text{ahu,ref}}}{1 - \eta_{\text{ahu,ref}}} \quad (-)$$

met:

$\eta_{\text{ahu,ref}}$ het thermisch rendement van de referentieluchtbehandelingsgroep bij de volumedebieten $q_{v11,\text{ref}}$ en $q_{v22,\text{ref}}$, bepaald volgens § 5.3, (-).

5.6 Bepaling van $\eta_{\text{ser}3}$ (methode 3)

Bepaal het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie bepaald volgens methode 3, $\eta_{\text{ser}3}$, als volgt:

$$\text{Eq. 19} \quad \eta_{\text{ser}3} = C_f \cdot \eta_{\text{ser,id}} \quad (-)$$

met:

C_f een correctie op het thermisch rendement door het effect van de thermische capaciteit, zoals bepaald in 5.6.1, (-);

$\eta_{\text{ser,id}}$ de ideale waarde van het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, zoals bepaald in 5.6.2, (-).

5.6.1 Correctie voor de thermische capaciteit van het regeneratormateriaal

Bepaal de correctie voor de thermische capaciteit van het regeneratormateriaal, C_f , als volgt:

Als $L_{\text{ser}} \geq L_{\text{ref}}$, $N_{\text{ser}} \geq N_{\text{ref}}$, $\phi^* = 1$:

$$\text{Eq. 20} \quad C_f = 1 \quad (-)$$

In het andere geval geldt:

$$\text{Eq. 21} \quad C_f = 1 - \frac{1}{9} C_r^{*-1.93} \quad (-)$$

waarin:

$$\text{Eq. 22} \quad C_r^* = C_{\text{ref}} \cdot \frac{L_{\text{ser}}}{L_{\text{ref}}} \cdot \frac{A_{\text{fr,ser}}}{A_{\text{fr,ref}}} \cdot \phi^* \cdot \frac{N_{\text{ser}}}{N_{\text{ref}}} \cdot \frac{\min(q_{v11,\text{ref}}, q_{v22,\text{ref}})}{q_{v,\text{ser}}} \quad (-)$$

met:

L_{ser} de diepte van het regeneratormateriaal gemeten loodrecht op het frontale oppervlak van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in m;

L_{ref} de diepte van het regeneratormateriaal gemeten loodrecht op het frontale oppervlak van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in m;

N_{ser} het toerental of de schakelfrequentie van de regenerator in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie in toeren per seconde of perioden per seconde;

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

| | |
|---------------|---|
| N_{ref} | het toerental of de schakelfrequentie van de regenerator in de referentieluchtbehandelingsgroep in toeren per seconde of perioden per seconde; |
| ϕ^* | een parameter die rekening houdt met het effect van de volumetrische warmtecapaciteit, bepaald volgens 5.6.3, (-); |
| C_r^* | een parameter die rekening houdt met het effect van de thermische capaciteit, (-); |
| C_{ref} | de verhouding van de thermische capaciteit van de warmte-accumulerende massa van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep en de thermische capaciteit geassocieerd met het debiet waarbij de berekende waarde $\eta_{ser,id}$ geldig is, zoals bepaald in 5.6.4, zoals hieronder bepaald, (-); |
| $A_{fr,ref}$ | de frontale oppervlakte van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, dit is de oppervlakte van de projectie van de omhullende van de warmtewisselaar op een vlak loodrecht op de stroming aan de inlaat, in m^2 ; |
| $A_{fr,ser}$ | de frontale oppervlakte van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, dit is de oppervlakte van de projectie van de omhullende van de warmtewisselaar op een vlak loodrecht op de stroming aan de inlaat, in m^2 ; |
| $Q_{v11,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de afvoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| $Q_{v22,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de toevoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| $Q_{v,ser}$ | het debiet waarbij de berekende waarde $\eta_{ser,id}$ geldig is, zoals bepaald in 5.6.4, in m^3/h . |

De waarde bij ontstentenis voor C_{ref} bedraagt 2. C_{ref} kan ook in detail bepaald worden volgens:

$$\text{Eq. 23} \quad C_{ref} = L_{ref} \cdot A_{fr,ref} \cdot (1 - \sigma_{ref}) \cdot \rho_{w,ref} \cdot C_{w,ref} \cdot N_{ref} \cdot \frac{1}{1, 2 \cdot \max(Q_{v11,ref}; Q_{v22,ref})} \quad (-)$$

met:

| | |
|----------------|---|
| L_{ref} | de diepte van het regeneratormateriaal gemeten loodrecht op het frontale oppervlak van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in m; |
| $A_{fr,ref}$ | de frontale oppervlakte van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, dit is de oppervlakte van de projectie van de omhullende van de warmtewisselaar op een vlak loodrecht op de stroming aan de inlaat, in m^2 ; |
| σ_{ref} | de porositeit van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals bepaald in 5.6.3, (-); |
| $\rho_{w,ref}$ | de dichtheid van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in kg/m^3 ; |
| $C_{w,ref}$ | de warmtecapaciteit van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in $kJ/(kg.K)$; |
| N_{ref} | het toerental of de schakelfrequentie van de regenerator in de referentieluchtbehandelingsgroep in toeren per seconde of perioden per seconde; |

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

5.6.2 Bepaling van de ideale waarde van het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie

Bepaal de ideale waarde van het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, $\eta_{ser,id}$, als volgt:

$$\text{Eq. 24} \quad \eta_{ser,id} = \frac{NTU_{ser}}{1+NTU_{ser}} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 25} \quad NTU_{ser} = NTU_{ref} \frac{\min(q_{v11,ref}; q_{v22,ref}) A_{fr,ser} \cdot L_{ser}}{A_{fr,ref} \cdot L_{ref} q_{v,ser}} \cdot \frac{\beta^*}{D_h^*} \quad (-)$$

waarin:

| | |
|---------------|---|
| NTU_{ser} | de NTU van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, (-); |
| NTU_{ref} | de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep zoals hieronder bepaald, (-); |
| $q_{v11,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de afvoerlucht, in m ³ /h, waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| $q_{v22,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de toevoerlucht, in m ³ /h, waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| $A_{fr,ref}$ | de frontale oppervlakte van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, dit is de oppervlakte van de projectie van de omhullende van de warmtewisselaar op een vlak loodrecht op de stroming aan de inlaat, in m ² ; |
| L_{ref} | de diepte van het regeneratormateriaal gemeten loodrecht op het frontale oppervlak van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in m; |
| $A_{fr,ser}$ | de frontale oppervlakte van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, dit is de oppervlakte van de projectie van de omhullende van de warmtewisselaar op een vlak loodrecht op de stroming aan de inlaat, in m ² ; |
| L_{ser} | de diepte van het regeneratormateriaal gemeten loodrecht op het frontale oppervlak van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in m; |
| $q_{v,ser}$ | het debiet waarbij de berekende waarde $\eta_{ser,id}$ geldig is, zoals bepaald in 5.6.4, in m ³ /h; |
| β^* | de verhouding van de oppervlaktedensiteit van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie en de oppervlaktedensiteit van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals bepaald in 5.6.3, (-); |
| D_h^* | een parameter die rekening houdt met het effect van de hydraulische diameter op de warmteoverdrachtscoëfficiënt, (-). |

Bepaal de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep, NTU_{ref} , als volgt:

$$\text{Eq. 26} \quad NTU_{ref} = \frac{\eta_{ahu,ref}}{1-\eta_{ahu,ref}} \quad (-)$$

Met:

$\eta_{ahu,ref}$ het thermisch rendement van de referentieluchtbehandelingsgroep bij de volumedebieten $q_{v11,ref}$ en $q_{v22,ref}$, bepaald volgens § 5.3, (-).

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

5.6.3 Bepaling van de geometrische parameters β^* en D_h^* en materiaalparameter ϕ^*

Bepaal de geometrische parameters en de materiaalparameter als volgt:

- Indien voor een regenerator met gebogen platen golfhoogte, golfhoogte, plaatdikte en materiaalsoort hetzelfde zijn, of voor een regenerator met vlakke platen de afstand tussen de platen, plaatdikte en materiaalsoort hetzelfde zijn, geldt:

$$\text{Eq. 27} \quad \beta^*=1, D_h^*=1, \phi^*=1 \quad (-)$$

- In het andere geval geldt:

$$\text{Eq. 28} \quad \phi^* = \frac{1-\sigma_{ser}}{1-\sigma_{ref}} \cdot \frac{c_{w,ser}}{c_{w,ref}} \cdot \frac{\rho_{w,ser}}{\rho_{w,ref}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 29} \quad \beta^* = \frac{\beta_{ser}}{\beta_{ref}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 30} \quad D_h^* = \max\left(\frac{\sigma^*}{\beta^*}; 1\right) \quad (-)$$

waarin:

$$\text{Eq. 31} \quad \sigma^* = \frac{\sigma_{ser}}{\sigma_{ref}} \quad (-)$$

en met:

σ_{ser} de porositeit van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, zoals hieronder bepaald, (-);

σ_{ref} de porositeit van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals hieronder bepaald, (-);

$c_{w,ser}$ de warmtecapaciteit van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in kJ/(kg.K);

$c_{w,ref}$ de warmtecapaciteit van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in kJ/(kg.K);

$\rho_{w,ser}$ de dichtheid van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in kg/m³;

$\rho_{w,ref}$ de dichtheid van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in kg/m³;

β_{ser} de oppervlaktedensiteit van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, zoals hieronder bepaald, in m²/m³;

β_{ref} de oppervlaktedensiteit van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals hieronder bepaald, in m²/m³;

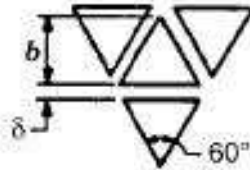
σ^* de verhouding van de porositeit van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie en de porositeit van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, (-).

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

Bepaal de porositeit (fractie volume van het totale volume ingenomen door lucht) en de oppervlaktedensiteit (warmtewisselend oppervlak per eenheid van volume) van een warmtewisselaar als volgt:

- voor een regenerator met gebogen platen:

Figuur [2]: Schematische voorstelling van de kanalen voor een regenerator met gebogen platen



$$\text{Eq. 32} \quad \sigma_{\text{ref}} = \frac{4 \cdot b_{\text{ref}}^2}{(2 \cdot b_{\text{ref}} + 3 \cdot \delta_{\text{ref}})^2} \quad (-)$$

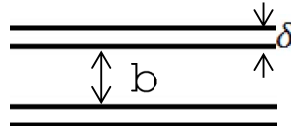
$$\text{Eq. 33} \quad \sigma_{\text{ser}} = \frac{4 \cdot b_{\text{ser}}^2}{(2 \cdot b_{\text{ser}} + 3 \cdot \delta_{\text{ser}})^2} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 34} \quad \beta_{\text{ref}} = \frac{24 \cdot b_{\text{ref}}}{(2 \cdot b_{\text{ref}} + 3 \cdot \delta_{\text{ref}})^2} \quad (\text{m}^2 / \text{m}^3)$$

$$\text{Eq. 35} \quad \beta_{\text{ser}} = \frac{24 \cdot b_{\text{ser}}}{(2 \cdot b_{\text{ser}} + 3 \cdot \delta_{\text{ser}})^2} \quad (\text{m}^2 / \text{m}^3)$$

- voor een regenerator met vlakke platen:

Figuur [3]: Schematische voorstelling van de kanalen voor een regenerator met vlakke platen



$$\text{Eq. 36} \quad \sigma_{\text{ref}} = \frac{b_{\text{ref}}}{b_{\text{ref}} + \delta_{\text{ref}}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 37} \quad \sigma_{\text{ser}} = \frac{b_{\text{ser}}}{b_{\text{ser}} + \delta_{\text{ser}}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 38} \quad \beta_{\text{ref}} = \frac{2}{b_{\text{ref}} + \delta_{\text{ref}}} \quad (\text{m}^2 / \text{m}^3)$$

$$\text{Eq. 39} \quad \beta_{\text{ser}} = \frac{2}{b_{\text{ser}} + \delta_{\text{ser}}} \quad (\text{m}^2 / \text{m}^3)$$

met:

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

| | |
|----------------|--|
| b_{ref} | de hoogte van een kanaal beschikbaar voor de stroming in de warmtewisselaar van de referentieluchtbehandelingsgroep, in m (zie figuren 2 en 3); |
| δ_{ref} | de dikte van het plaatmateriaal in de warmtewisselaar van de referentieluchtbehandelingsgroep, in m (zie figuren 2 en 3); |
| b_{ser} | de hoogte van een kanaal beschikbaar voor de stroming in de warmtewisselaar van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in m (zie figuren 2 en 3); |
| δ_{ser} | de dikte van het plaatmateriaal in de warmtewisselaar van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in m (zie figuren 2 en 3). |

5.6.4 Bepaling van het volumedebiet waarvoor de berekende ideale waarde van het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is

Bepaal het volumedebiet waarvoor de berekende ideale waarde van het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is, als volgt:

$$\text{Eq. 40} \quad q_{v,ser} = \max(q_{v11,ref}; q_{v22,ref}) \cdot \frac{A_{fr,ser}}{A_{fr,ref}} \cdot \sigma^* \quad (-)$$

met:

| | |
|---------------|---|
| $q_{v11,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de afvoerlucht, in m ³ /h, waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| $q_{v22,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de toevoerlucht, in m ³ /h, waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| $A_{fr,ref}$ | de frontale oppervlakte van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, dit is de oppervlakte van de projectie van de omhullende van de warmtewisselaar op een vlak loodrecht op de stroming aan de inlaat, in m ² ; |
| $A_{fr,ser}$ | de frontale oppervlakte van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, dit is de oppervlakte van de projectie van de omhullende van de warmtewisselaar op een vlak loodrecht op de stroming aan de inlaat, in m ² ; |
| σ^* | de verhouding van de porositeit van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie en de porositeit van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals bepaald in 5.6.3, (-). |

5.7 Bepaling van het volumedebiet waarvoor het berekende thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is

Bepaal het volumedebiet waarvoor het berekende rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is, als volgt:

$$\text{Eq. 41} \quad q_{v,ser} = \max(q_{v11,ser}; q_{v22,ser}) \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

| | |
|---------------|---|
| $q_{v11,ser}$ | het volumedebiet van de afvoerlucht, waarvoor het hier berekende thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie kan worden gehanteerd, zoals hieronder bepaald, in m ³ /h; |
|---------------|---|

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$Q_{v22,ser}$ het volumedebiet van de toevoerlucht, waarvoor het hier berekende thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie kan worden gehanteerd, zoals hieronder bepaald, in m³/h.

Bepaal de volumedebieten als volgt:

- voor een luchtbehandelingsgroep met een enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar of een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:

$$\text{Eq. 42} \quad Q_{v11,ser} = Q_{v11,ref} \cdot \frac{A_{ser} \cdot (F_{11,ser} - G_{ser}) \cdot n_{channels,ser}}{A_{ref} \cdot (F_{11,ref} - G_{ref}) \cdot n_{channels,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{Eq. 43} \quad Q_{v22,ser} = Q_{v22,ref} \cdot \frac{B_{ser} \cdot (F_{22,ser} - G_{ser}) \cdot n_{channels,ser}}{B_{ref} \cdot (F_{22,ref} - G_{ref}) \cdot n_{channels,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar en met $\frac{B_{ser}}{B_{ref}} \leq \frac{D_{ser}}{D_{ref}}$:

$$\text{Eq. 44} \quad Q_{v11,ser} = Q_{v11,ref} \cdot \frac{D_{ser} \cdot (F_{11,ser} - G_{ser}) \cdot n_{channels,ser}}{D_{ref} \cdot (F_{11,ref} - G_{ref}) \cdot n_{channels,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{Eq. 45} \quad Q_{v22,ser} = Q_{v22,ref} \cdot \frac{D_{ser} \cdot (F_{22,ser} - G_{ser}) \cdot n_{channels,ser}}{D_{ref} \cdot (F_{22,ref} - G_{ref}) \cdot n_{channels,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar en met $\frac{B_{ser}}{B_{ref}} > \frac{D_{ser}}{D_{ref}}$:

$$\text{Eq. 46} \quad Q_{v11,ser} = Q_{v11,ref} \cdot \frac{B_{ser} \cdot (F_{11,ser} - G_{ser}) \cdot n_{channels,ser}}{B_{ref} \cdot (F_{11,ref} - G_{ref}) \cdot n_{channels,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{Eq. 47} \quad Q_{v22,ser} = Q_{v22,ref} \cdot \frac{B_{ser} \cdot (F_{22,ser} - G_{ser}) \cdot n_{channels,ser}}{B_{ref} \cdot (F_{22,ref} - G_{ref}) \cdot n_{channels,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een warmtewiel of een statische regenerator:

$$\text{Eq. 48} \quad Q_{v11,ser} = Q_{v11,ref} \cdot \frac{S_{free,ser}}{S_{free,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$$\text{Eq. 49} \quad q_{v22,ser} = q_{v22,ref} \cdot \frac{S_{free,ser}}{S_{free,ref}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

| | |
|--------------------|---|
| $q_{v11,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de afvoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| $q_{v22,ref}$ | het gemeten volumedebiet van de toevoerlucht, in m^3/h , waarvoor het thermisch rendement $\eta_{ahu,ref}$ geldig is, bepaald volgens § 5.3; |
| A_{ser} | karacteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m; |
| A_{ref} | karacteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m; |
| B_{ser} | karacteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m; |
| B_{ref} | karacteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m; |
| D_{ser} | karacteristieke afmeting D van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m; |
| D_{ref} | karacteristieke afmeting D van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{11,ser}$ | karacteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{11,ref}$ | karacteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{22,ser}$ | karacteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{22,ref}$ | karacteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| G_{ser} | karacteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (plaatdikte, zie figuren in § 5.10), in m; |
| G_{ref} | karacteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (plaatdikte, zie figuren in § 5.10), in m; |
| $n_{channels,ser}$ | het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, zoals bepaald in § 5.5, (-); |
| $n_{channels,ref}$ | het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals bepaald in § 5.5, (-); |
| $S_{free,ser}$ | de vrije doorstroomoppervlakte in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in m^2 ; |
| $S_{free,ref}$ | de vrije doorstroomoppervlakte in de referentieluchtbehandelingsgroep, in m^2 . |

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

5.8 Bepaling van de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte

Bepaal de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte van de referentieluchtbehandelingsgroep en een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, S_{ref} en S_{ser} , als volgt:

- voor een luchtbehandelingsgroep met een enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar:

$$\text{Eq. 50} \quad S_{ref} = A_{ref} \cdot B_{ref} \quad (m^2)$$

$$\text{Eq. 51} \quad S_{ser} = A_{ser} \cdot B_{ser} \quad (m^2)$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:

$$\text{Eq. 52} \quad S_{ref} = 2 \cdot A_{ref} \cdot B_{ref} \quad (m^2)$$

$$\text{Eq. 53} \quad S_{ser} = 2 \cdot A_{ser} \cdot B_{ser} \quad (m^2)$$

- voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar:

$$\text{Eq. 54} \quad S_{ref} = B_{ref} \cdot E_{ref} + \frac{(A_{ref} - E_{ref}) \cdot B_{ref}}{2} \quad (m^2)$$

$$\text{Eq. 55} \quad S_{ser} = B_{ser} \cdot E_{ser} + \frac{(A_{ser} - E_{ser}) \cdot B_{ser}}{2} \quad (m^2)$$

met:

A_{ref} karakteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m;

A_{ser} karakteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m;

B_{ref} karakteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m;

B_{ser} karakteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m;

E_{ref} karakteristieke afmeting E van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m;

E_{ser} karakteristieke afmeting E van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m.

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

5.9 Bepaling van het aantal kanalen

Bepaal voor een luchtbehandelingsgroep met enkelvoudige of dubbele kruisstroomwarmtewisselaar of met tegenstroomwarmtewisselaar, het aantal kanalen van de referentieluchtbehandelingsgroep en een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie als volgt, waarbij het resultaat wordt afgerond naar beneden en op de eenheid:

$$\text{Eq. 56} \quad n_{\text{channels,ref}} = \frac{(C_{\text{ref}} - G_{\text{ref}})}{(F_{11,\text{ref}} + F_{22,\text{ref}})} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 57} \quad n_{\text{channels,ser}} = \frac{(C_{\text{ser}} - G_{\text{ser}})}{(F_{11,\text{ser}} + F_{22,\text{ser}})} \quad (-)$$

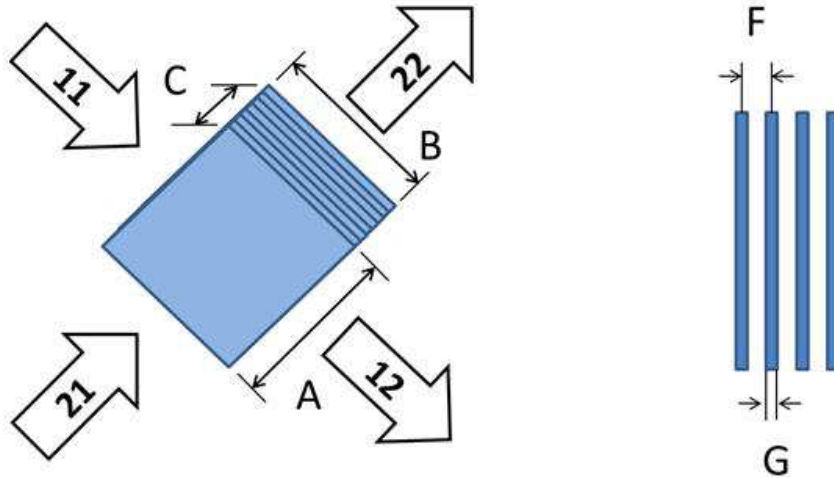
met:

| | |
|---------------------|---|
| C_{ref} | karacteristieke afmeting C van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m; |
| C_{ser} | karacteristieke afmeting C van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{11,\text{ref}}$ | karacteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{11,\text{ser}}$ | karacteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{22,\text{ref}}$ | karacteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| $F_{22,\text{ser}}$ | karacteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in § 5.10), in m; |
| G_{ref} | karacteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (plaatdikte, zie figuren in § 5.10), in m; |
| G_{ser} | karacteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (plaatdikte, zie figuren in § 5.10), in m. |

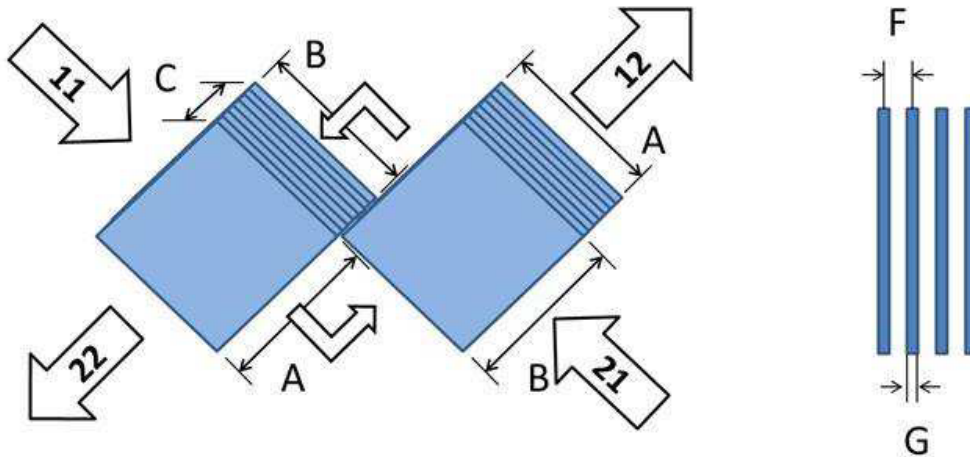
Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

5.10 Figuren ter verduidelijking

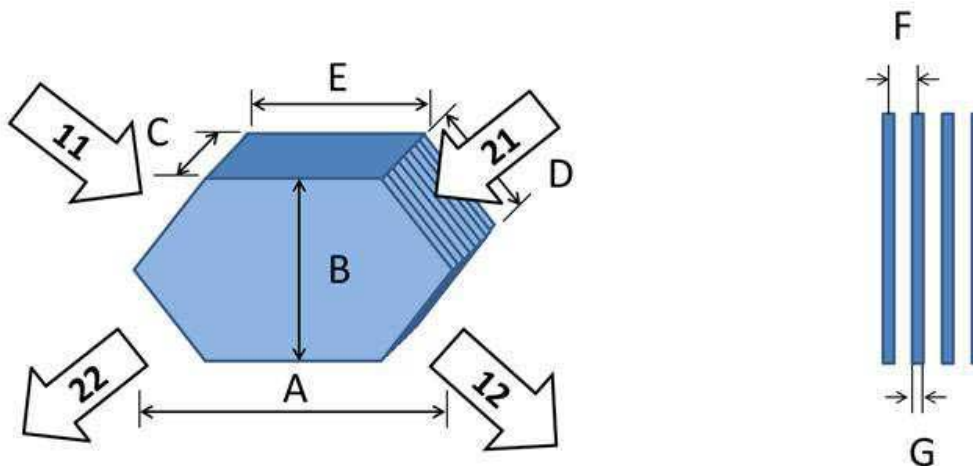
Figuur [4]: Enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar



Figuur [5]: Dubbele kruisstroomwarmtewisselaar



Figuur [6]: Tegenstroomwarmtewisselaar



Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

6 Meting en berekening

6.1 Meting

6.1.1 Luchtbehandelingsgroep

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

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 luchtbehandelingsgroep. Zo mag voor de proef bv. geen extra warmte-isolatie aangebracht worden.
- Er is geen vereiste betreffende de thermische balans (cfr. § 6.6 van de norm NBN EN 308).
- Er is geen vereiste betreffende de interne en externe lekken.
- Er wordt niet geëist dat de proef uitgevoerd wordt voor de verschillende combinaties van debieten van toevoerlucht en afvoerlucht zoals voorgeschreven door de norm, maar wel:
 - voor één of meerdere debieten naar keuze. Bij elk thermisch rendement horen de proefvolumedebieten ($q_{v11,test}$ en $q_{v22,test}$), die het toepassingsbereik beperken (zie § 4 en § 5);
 - bij voorkeur met een zo goed mogelijk evenwicht tussen de volumedebieten van de toevoer- en afvoerlucht.
- Beschouw bij de proef de luchttemperatuurcondities zoals vastgelegd in onderstaande tabel uit de norm NBN EN 308. Onder volgende voorwaarden mag er van deze tabel afgeweken worden:
 - mits het temperatuursverschil van 20°C tussen de inlaattemperatuur van afvoerlucht en toevoerlucht uit de EN 308 norm behouden blijft, mag de temperatuur van de afvoerlucht tussen 21°C en 31°C liggen en de temperatuur van de toevoerlucht tussen 1°C en 11°C liggen.
 - de relatieve vochtigheid van de afvoerlucht mag tussen 0 en 50% liggen.
 - deze afwijkingen opzichte van de condities zoals vastgelegd in de tabel zijn enkel toegestaan op voorwaarde dat kan aangetoond worden dat er geen vloeibaar condensaat wordt afgevoerd of geaccumuleerd tijdens de test. Hiervoor zijn er drie voldoende voorwaarden, er moet ten minste aan een van deze voorwaarden voldaan zijn om te mogen afwijken van de tabel.
 - De dauwpuntstemperatuur is gelijk aan de inlaat en de uitlaat, zowel voor de toevoerlucht als de afvoerlucht.
 - De dauwpuntstemperatuur aan de inlaat van de afvoerlucht (positie 11) is groter dan de drogeboltemperatuur aan de inlaat van de toevoerlucht (positie 21).
 - Er wordt expliciet in het meetrapport vermeld dat het om een werkingpunt gaat met enkel droge warmteoverdracht.

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

Tabel [2]: Inlaatcondities voor de afvoerlucht en de buitenlucht.

| Categorie van luchtbehandelingsgroep (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 de luchtbehandelingsgroep: 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 ($q_{v22,test}$) en van de afvoerlucht ($q_{v11,test}$), in m³/h;
- het gemeten totale elektrische vermogen opgenomen door de luchtbehandelingsgroep tijdens de proef ($P_{elec,ahu,test}$), in W. Het betreft het totale elektrische vermogen van het hele apparaat voor alle ventilatoren, alle regelingen, enz.
- de positie van de ventilatoren ten opzichte van de warmtewisselaar in het geteste apparaat.

6.1.2 Warmtewisselaar

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

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.

- Er is geen vereiste betreffende de thermische balans (cfr. § 6.6 van de norm NBN EN 308).
- Er is geen vereiste betreffende de interne en externe lekken.
- Er wordt niet geëist dat de proef uitgevoerd wordt voor de verschillende combinaties van debieten van toevoerlucht en afvoerlucht zoals voorgeschreven door de norm, maar wel:
 - voor één of meerdere debieten naar keuze. Bij elk thermisch rendement horen de proefvolumedebieten ($q_{v11,test}$ en $q_{v22,test}$), die het toepassingsbereik beperken (zie § 4 en § 5);
 - bij voorkeur met een zo goed mogelijk evenwicht tussen de volumedebieten van de toevoer- en afvoerlucht.
- Beschouw bij de proef de luchttemperatuurcondities zoals vastgelegd in onderstaande tabel uit de norm NBN EN 308. Onder volgende voorwaarden mag er van deze tabel afgeweken worden:
 - mits het temperatuurverschil van 20°C tussen de inlaattemperatuur van afvoerlucht en toevoerlucht uit de EN 308 norm behouden blijft, mag de

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

temperatuur van de afvoerlucht tussen 21°C en 31°C liggen en de temperatuur van de toevoerlucht tussen 1°C en 11°C liggen.

- de relatieve vochtigheid van de afvoerlucht mag tussen 0 en 50% liggen.
- deze afwijkingen opzichte van de condities zoals vastgelegd in de tabel zijn enkel toegestaan op voorwaarde dat kan aangetoond worden dat er geen vloeibaar condensaat wordt afgevoerd of geaccumuleerd tijdens de test. Hiervoor zijn er drie voldoende voorwaarden, er moet ten minste aan een van deze voorwaarden voldaan zijn om te mogen afwijken van de tabel.
 - De dauwpuntstemperatuur is gelijk aan de inlaat en de uitlaat, zowel voor de toevoerlucht als de afvoerlucht.
 - De dauwpuntstemperatuur aan de inlaat van de afvoerlucht (positie 11) is lager dan de drogeboltemperatuur aan de inlaat van de toevoerlucht (positie 21).
 - Er wordt expliciet in het meetrapport vermeld dat het om een werkingpunt gaat met enkel overdracht van voelbare warmte.

Tabel [3]: Inlaatcondities voor de afvoerlucht en de buitenlucht.

| Categorie van luchtbehandelingsgroep waarvoor de warmtewisselaar bestemd is | 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 de warmtewisselaar: 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 ($q_{v22,test}$) en van de afvoerlucht ($q_{v11,test}$), in m³/h.

6.2 Berekening

6.2.1 Luchtbehandelingsgroep

Het thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 58} \quad \eta_{\text{ahu,test}} = \frac{(\eta_{\text{ahu,test,sup}} + \eta_{\text{ahu,test,eha}})}{2} \quad (-)$$

De temperatuursverhoudingen langs de toezijde ($\eta_{\text{ahu,test,sup}}$) en langs de afvoezijde ($\eta_{\text{ahu,test,eha}}$) 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:

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$$\text{Eq. 59} \quad \eta_{\text{ahu, test, sup}} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 60} \quad \eta_{\text{ahu, test, eha}} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

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

Tabel [4]: Correctiefactoren voor de positionering van de ventilatoren

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

6.2.2 Warmtewisselaar

Het thermisch rendement van een warmtewisselaar wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 61} \quad \eta_{\text{hx, test}} = \frac{(\eta_{\text{hx, test, sup}} + \eta_{\text{hx, test, eha}})}{2} \quad (-)$$

De temperatuursverhoudingen langs de toevoerszijde ($\eta_{\text{hx, test, sup}}$) en langs de afvoerszijde ($\eta_{\text{hx, test, eha}}$) worden berekend aan de hand van de tijdens de proef gemeten temperaturen:

$$\text{Eq. 62} \quad \eta_{\text{hx, test, sup}} = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \quad (-)$$

Bijlage 6: Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$$\text{Eq. 63} \quad \eta_{\text{hx, test, eha}} = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}} \quad (-)$$

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Brussel, 9 november 2017

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
C. FREMAULT