

Bepaling van het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat

mb 18/05/2014 b.s. 27/05/2014

Deze bijlage is enkel van toepassing op dossiers waarvan de melding of de aanvraag van een stedenbouwkundige vergunning wordt ingediend vóór 1 januari 2016 en waarvan de EPB-aangifte wordt ingediend vanaf 1 juni 2014.

In afwijking van bijlage G van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 4 luchtstromen en de positie van de ventilatoren.

Principes van warmteoverdracht in warmtewisselaars:

- Warmteoverdracht in gelijkstroom: principe van warmteoverdracht waarbij de warmteoverdracht plaatsvindt tussen 2 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 2 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 2 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 oppervlakteaandeel 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.
- Statische regenerator: regeneratieve warmtewisselaar onder de vorm van 2 gescheiden accumulatoren die afwisselend (met behulp van 1 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 2 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 andere bepalingsmethodes wordt 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:

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:

$$\text{ofwel: } \eta_{\text{test}} = \eta_{\text{ahu,test}} \quad (-)$$

$$\text{ofwel: } \eta_{\text{test}} = 0,85 \times \eta_{\text{hx,test}} \quad (-)$$

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

ofwel:

$$\eta_{\text{test}} = \eta_{\text{ahu,test}} - \frac{0,05}{(1,56 - 1)} \times \frac{(q_{v,\text{proj}} - \min(q_{v1,\text{test}}; q_{v22,\text{test}}))}{\min(q_{v1,\text{test}}; q_{v22,\text{test}})} \quad (-)$$

ofwel:

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

Indien $q_{v,proj} > 1,56 \times q_{v,test}$ geldt:

$$\eta_{test} = 0 \quad (-)$$

met:

$q_{v,proj}$	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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010;
$q_{v,test}$	het volumedebiet, in m ³ /h, van de proef volgens 6;
$\eta_{ahu,test}$	het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit de proef volgens 6, bij het volumedebiet $q_{v,test}$ (-);
$\eta_{hx,test}$	het thermisch rendement van de warmtewisselaar uit de proef volgens 6, bij het volumedebiet $q_{v,test}$ (-).

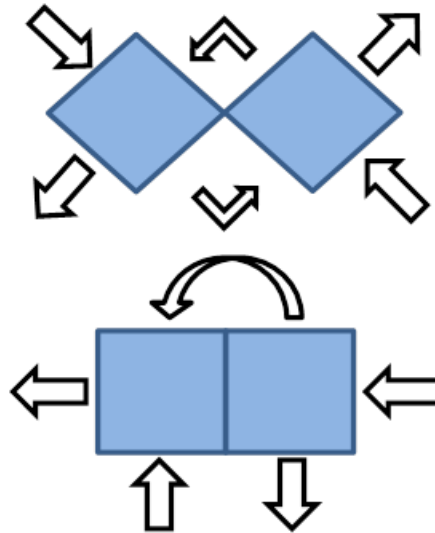
5 Bepaling van het thermisch rendement als een testrendement beschikbaar is voor een (volledige) luchtbehandelingsgroep of voor een (afzonderlijke) warmtewisselaar uit eenzelfde serie als het betrokken warmteterugwinapparaat

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 bepalingsmethode.

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);



Figuur 1- Lijn- of vlakvormig 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 5.9).

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

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

$$\eta_{test} = \eta_{ser} \quad (-)$$

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

$$\eta_{test} = \eta_{ser} - \frac{0,05}{(1,56-1)} \times \frac{(q_{v,proj} - q_{v,ser})}{q_{v,ser}} \quad (-)$$

Indien $q_{v,proj} > 1,56 \times q_{v,ser}$ geldt:

$$\eta_{test} = 0 \quad (-)$$

met:

$q_{v,proj}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010;
$q_{v,ser}$	het volumedebiet waarvoor het berekende thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie geldig is, in m ³ /h, bepaald volgens 5.6;
η_{ser}	het berekende thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens 5.2, bij het volumedebiet $q_{v,ser}$ (-).

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:

$$\eta_{ser} = 0,90 \times \eta_{ser1} \quad (-)$$

Voor een luchtbehandelingsgroep met een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:

$$\eta_{ser} = 0,90 \times \min\left(\eta_{ser1}, \frac{\eta_{ser1} + \eta_{ser2}}{2}\right) \quad (-)$$

Voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar:

$$\eta_{ser} = 0,95 \times \min\left(\eta_{ahu,ref}, \frac{\eta_{ser1} + \eta_{ser2}}{2}\right) \quad (-)$$

Voor een luchtbehandelingsgroep met een warmtewiel:

$$\eta_{ser} = 0,7 \times \eta_{ahu,ref} \quad (-)$$

Voor een luchtbehandelingsgroep met een statische regenerator:

$$\eta_{ser} = 0,7 \times \eta_{ahu,ref} \quad (-)$$

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 (-).

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:

$$\text{ofwel:} \quad \eta_{ahu,ref} = \eta_{ahu,test} \quad (-)$$

$$\text{ofwel:} \quad \eta_{ahu,ref} = 0,85 \times \eta_{hx,test} \quad (-)$$

met:

$\eta_{ahu,test}$	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:

$$\eta_{ser1} = 1 - \exp\left[NTU_{ser1}^{0.22} \times \left\{\exp(-NTU_{ser1}^{0.78}) - 1\right\}\right] \quad (-)$$

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:

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

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 5.7, in m^2 ;

S_{ref} de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte van de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens 5.7, in m^2 ;

$n_{channels,ser}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, bepaald volgens 5.8 (-);

$n_{channels,ref}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens 5.8 (-);

$q_{v11,ref}$ 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 5.6 (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:

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

Met:

NTU_{ref1} de NTU van de referentieluchtbehandelingsgroep volgens methode 1 (-);
 $\eta_{ahu,ref}$ 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:

$$\eta_{ser2} = \frac{NTU_{ser2}}{1 + NTU_{ser2}} \quad (-)$$

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:

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

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 5.7, in m^2 ;
 S_{ref} de karakteristieke warmtewisselende oppervlakte van de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens 5.7, in m^2 ;
 $n_{channels,ser}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, bepaald volgens 5.8 (-);
 $n_{channels,ref}$ het aantal kanalen in de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, bepaald volgens 5.8 (-);
 $q_{v11,ref}$ 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 5.6 (m^3/h).

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

$$NTU_{ref2} = \frac{\eta_{ahu,ref}}{1 - \eta_{ahu,ref}} \quad (-)$$

Met:

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

5.6 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:

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

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 ;

$q_{v22,ser}$ het volumedebiet van de toevoerlucht, waarvoor het hier berekende thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie kan worden gehanteerd, zoals hieronder bepaald, in m^3/h .

Bepaal de volumedebieten als volgt:

Voor een luchtbehandelingsgroep met een enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar of een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{v11,ser} = q_{v11,ref} \times \frac{A_{ser} \times (F_{11,ser} - G_{ser}) \times n_{channels,ser}}{A_{ref} \times (F_{11,ref} - G_{ref}) \times n_{channels,ref}} \quad (m^3/h) \\ q_{v22,ser} = q_{v22,ref} \times \frac{B_{ser} \times (F_{22,ser} - G_{ser}) \times n_{channels,ser}}{B_{ref} \times (F_{22,ref} - G_{ref}) \times n_{channels,ref}} \quad (m^3/h) \end{array} \right.$$

Voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar en met

$$\frac{B_{ser}}{B_{ref}} \leq \frac{D_{ser}}{D_{ref}} :$$

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{v11,ser} = q_{v11,ref} \times \frac{D_{ser} \times (F_{11,ser} - G_{ser}) \times n_{channels,ser}}{D_{ref} \times (F_{11,ref} - G_{ref}) \times n_{channels,ref}} \quad (m^3/h) \\ q_{v22,ser} = q_{v22,ref} \times \frac{D_{ser} \times (F_{22,ser} - G_{ser}) \times n_{channels,ser}}{D_{ref} \times (F_{22,ref} - G_{ref}) \times n_{channels,ref}} \quad (m^3/h) \end{array} \right.$$

Voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar en met

$$\frac{B_{ser}}{B_{ref}} > \frac{D_{ser}}{D_{ref}} :$$

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{v11,ser} = q_{v11,ref} \times \frac{B_{ser} \times (F_{11,ser} - G_{ser}) \times n_{channelsser}}{B_{ref} \times (F_{11,ref} - G_{ref}) \times n_{channelsref}} \quad (m^3/h) \\ q_{v22,ser} = q_{v22,ref} \times \frac{B_{ser} \times (F_{22,ser} - G_{ser}) \times n_{channelsser}}{B_{ref} \times (F_{22,ref} - G_{ref}) \times n_{channelsref}} \quad (m^3/h) \end{array} \right.$$

Voor een luchtbehandelingsgroep met een warmtewiel of een statische regenerator:

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{v11,ser} = q_{v11,ref} \times \frac{S_{free,ser}}{S_{free,ref}} \quad (m^3/h) \\ q_{v22,ser} = q_{v22,ref} \times \frac{S_{free,ser}}{S_{free,ref}} \quad (m^3/h) \end{array} \right.$$

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} karakteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- A_{ref} karakteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- B_{ser} karakteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- B_{ref} karakteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- D_{ser} karakteristieke afmeting D van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- D_{ref} karakteristieke afmeting D van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- $F_{11,ser}$ karakteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- $F_{11,ref}$ karakteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- $F_{22,ser}$ karakteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
- $F_{22,ref}$ karakteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

G_{ser}	karakteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (plaatdikte, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
G_{ref}	karakteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (plaatdikte, zie figuren in hoofdstuk 5.9), 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 .

5.7 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:

$$S_{ref} = A_{ref} \times B_{ref} \quad (m^2)$$

$$S_{ser} = A_{ser} \times B_{ser} \quad (m^2)$$

- Voor een luchtbehandelingsgroep met een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:

$$S_{ref} = 2 \times A_{ref} \times B_{ref} \quad (m^2)$$

$$S_{ser} = 2 \times A_{ser} \times B_{ser} \quad (m^2)$$

- Voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar:

$$S_{ref} = B_{ref} \times E_{ref} + \frac{(A_{ref} - E_{ref}) \times B_{ref}}{2} \quad (m^2)$$

$$S_{ser} = B_{ser} \times E_{ser} + \frac{(A_{ser} - E_{ser}) \times B_{ser}}{2} \quad (m^2)$$

A_{ref}	karakteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
A_{ser}	karakteristieke afmeting A van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
B_{ref}	karakteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
B_{ser}	karakteristieke afmeting B van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;
E_{ref}	karakteristieke afmeting E van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

E_{ser} karakteristieke afmeting E van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

5.8 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:

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

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

Met:

C_{ref} karakteristieke afmeting C van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

C_{ser} karakteristieke afmeting C van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

$F_{11,ref}$ karakteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

$F_{11,ser}$ karakteristieke afmeting F_{11} (aan de afvoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

$F_{22,ref}$ karakteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

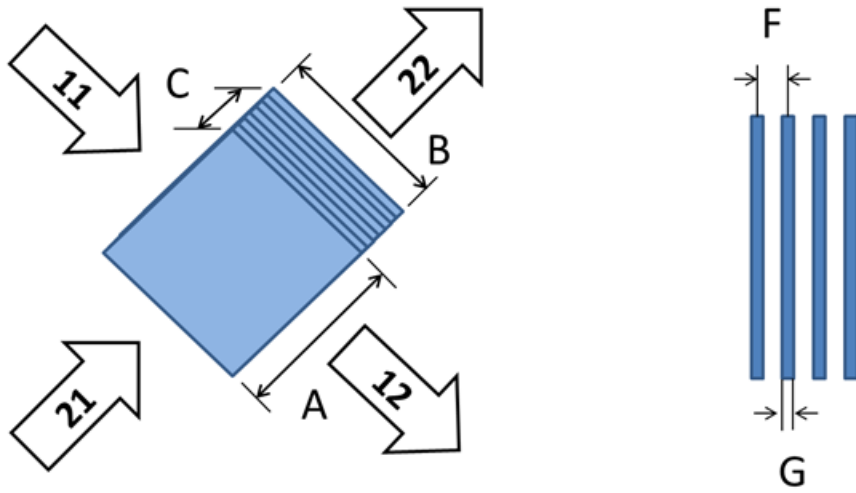
$F_{22,ser}$ karakteristieke afmeting F_{22} (aan de toevoerluchtzijde) van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (hart-hart afstand, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

G_{ref} karakteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (plaatdikte, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

G_{ser} karakteristieke afmeting G van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (plaatdikte, zie figuren in hoofdstuk 5.9), in m;

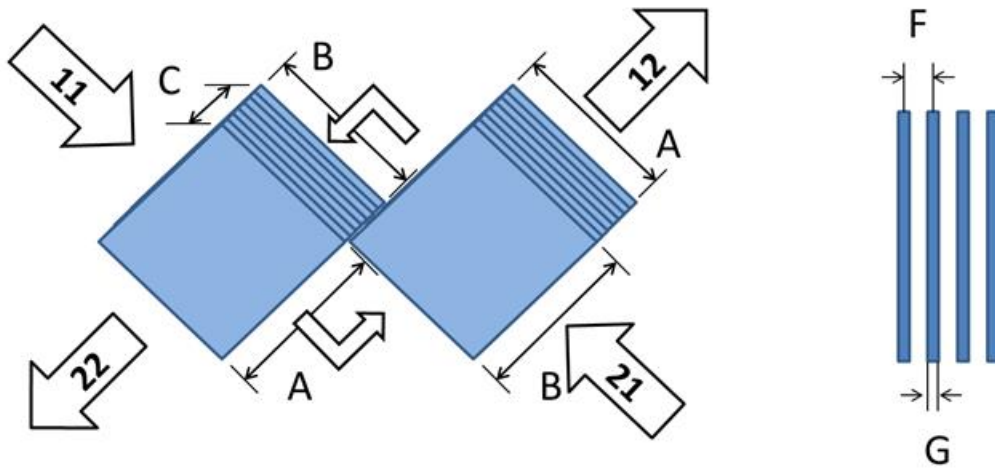
5.9 Figuren ter verduidelijking

5.9.1 Enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar



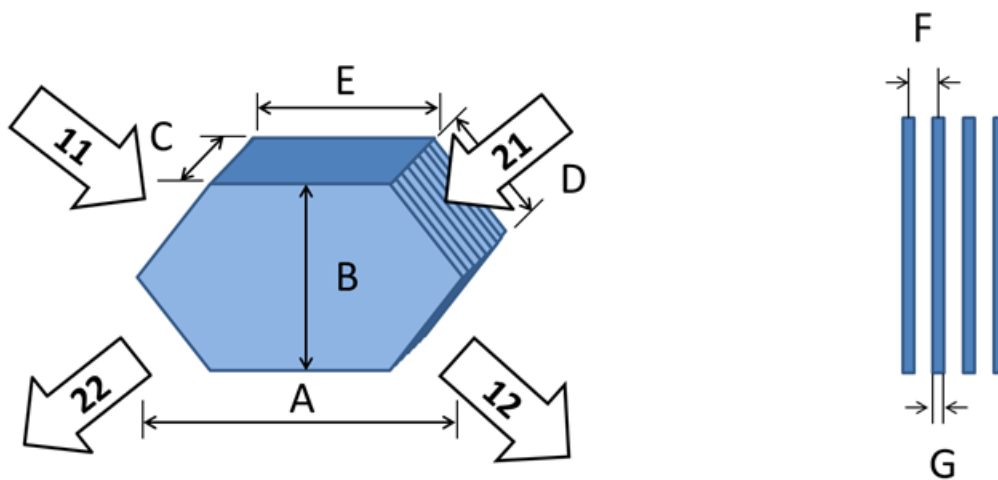
Figuur 2 – Enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar

5.9.2 Dubbele kruisstroomwarmtewisselaar



Figuur 3 – Dubbele kruisstroomwarmtewisselaar

5.9.3 Tegenstroomwarmtewisselaar



Figuur 4 – Tegenstroomwarmtewisselaar

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 enkel de luchttemperatuurcondities zoals vastgelegd in onderstaande tabel uit de norm NBN EN 308. Metingen bij andere temperaturen zijn niet

geldig als basis voor de bepaling van het thermisch rendement zoals hieronder beschreven.

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 m^3/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 enkel de luchttemperatuurcondities zoals vastgelegd in onderstaande tabel uit de norm NBN EN 308. Metingen bij andere temperaturen zijn niet

geldig als basis voor de bepaling van het thermisch rendement zoals hieronder beschreven.

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:

$$\eta_{ahu,test} = \frac{(\eta_{ahu,test,sup} + \eta_{ahu,test,eha})}{2}$$

De temperatuursverhoudingen langs de toevoerszijde ($\eta_{ahu,test,sup}$) en langs de afvoerszijde ($\eta_{ahu,test,eha}$) 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:

$$\eta_{ahu,test,sup} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad \text{en} \quad \eta_{ahu,test,eha} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}}$$

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

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

		$\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22\text{test}}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22\text{test}}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	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:

$$\eta_{hx,test} = \frac{(\eta_{hx,test,sup} + \eta_{hx,test,eha})}{2}$$

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

$$\eta_{hx,test,sup} = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \quad \text{en} \quad \eta_{hx,test,eha} = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}}$$