
Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

$f_{\text{reduc,vent,heat,seci}}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,seci}}$ et $f_{\text{reduc,vent,overh,seci}}$

1 Définitions et conventions

Système de ventilation à la demande : système de ventilation avec une gestion (à la demande) automatique, équipée au moins des éléments suivants :

- une **détection** des besoins en ventilation ;
- une **régulation** du débit de ventilation en fonction de ces besoins.

Espaces secs : espaces où des exigences d'alimentation en air neuf sont d'application, tels que : un séjour, une chambre à coucher, une chambre d'étude, une chambre de loisirs, et espaces similaires.

Espaces humides : espaces où des exigences d'évacuation en air vers l'extérieur sont d'application, tels que : une cuisine, une salle de bain, une buanderie, une toilette, et espaces similaires.

Débit d'alimentation : débit d'alimentation mécanique (des systèmes B et D) et capacité des ouvertures d'alimentation réglables (systèmes A et C).

Débit d'évacuation : débit d'évacuation mécanique (des systèmes C et D) et capacité des ouvertures d'évacuation réglables (systèmes A et B).

Concentration en CO₂ : dans la suite du texte, les valeurs de concentration en CO₂ sont exprimées en valeur absolue (en ppm). On considère une concentration en CO₂ conventionnelle de 350 ppm dans l'air extérieur. Si le système de ventilation à la demande est également équipé d'un capteur de la concentration en CO₂ dans l'air extérieur ($[\text{CO}_2]_{\text{out}}$), les valeurs de concentration en CO₂ mentionnées dans les exigences ci-dessous ($[\text{CO}_2]$) peuvent être corrigées pour en tenir compte comme suit :

$$\text{Eq. 1} \quad [\text{CO}_2]_{\text{corr}} = [\text{CO}_2] - 350 + [\text{CO}_2]_{\text{out}} \quad (\text{ppm})$$

Position nominale : la position nominale du système de ventilation visée à l'annexe B de l'annexe PER. Le débit en position nominale est le débit lorsque le système de ventilation est en position nominale.

Période hivernale : période de l'année comprise entre le 1^{er} novembre et le 30 avril, ou période de l'année où la température extérieure est inférieure à 15°C, telle que mesurée par un capteur de la température de l'air extérieur.

Zone jour : partie de l'unité PER, qui contient un ou plusieurs séjours, un ou plusieurs espaces humides et ne contient aucune chambre à coucher. Plusieurs zones jour sont autorisées ; ces zones jour doivent contenir ensemble tous les séjours.

Zone nuit : partie de l'unité PER, qui contient une ou plusieurs chambres à coucher, un ou plusieurs espaces humides et ne contient aucun séjour. Plusieurs zones nuit sont autorisée ; ces zones nuit doivent ensemble contenir toutes les chambres à coucher.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

2 Principe général

L'influence d'un système de ventilation à la demande sur la performance énergétique est exprimée par les facteurs de réduction pour la ventilation, $f_{\text{reduc,vent,heat,seci}}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,seci}}$ et $f_{\text{reduc,vent,overh,seci}}$ (§ 7.8.4 de l'annexe PER).

Ce texte présente la détermination de ces facteurs de réduction dans les calculs pour les bâtiments résidentiels.

Le facteur de réduction pour la ventilation du secteur énergétique i est égal au facteur de réduction pour la ventilation de la zone de ventilation z dont le secteur énergétique i fait partie, pour les calculs de chauffage, pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur du risque de surchauffe respectivement :

$$\text{Eq. 2} \quad f_{\text{reduc,vent,heat,seci}} = f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 3} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,seci}} = f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 4} \quad f_{\text{reduc,vent,overh,seci}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} \quad (-)$$

avec :

$f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$	un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z pour les calculs de chauffage, (-) ;
$f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}}$	un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z pour les calculs de refroidissement, (-) ;
$f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}}$	un facteur de réduction pour la ventilation dans la zone de ventilation z pour l'indicateur du risque de surchauffe, (-).

2.1 Facteur de réduction pour les calculs de chauffage

La valeur par défaut pour $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ est 1.

Dans une zone de ventilation z , il est possible d'obtenir une valeur pour le facteur de réduction pour la ventilation plus faible que la valeur par défaut, grâce à un système de ventilation à la demande qui répond à certaines exigences. La détermination du facteur de réduction pour ventilation à la demande s'effectue tel que décrit au § 3.

2.2 Facteur de réduction pour les calculs de refroidissement et pour l'indicateur du risque de surchauffe

Si le système de ventilation à la demande est équipé d'un système automatique de désactivation complète de la gestion à la demande, grâce à un ou plusieurs capteurs de température, qui permet de mettre le système de ventilation en position nominale, on a :

$$\text{Eq. 5} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} = 1 \quad (-)$$

Dans tous les autres cas, on a :

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Eq. 6 $f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ (-)

3 Détermination du facteur $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$

3.1 Principe

Pour obtenir une valeur pour le facteur de réduction pour la ventilation à la demande plus faible que la valeur par défaut, le système de ventilation à la demande doit répondre aux exigences générales décrites au § 3.2 et aux exigences spécifiques pour l'un des systèmes décrits au § 3.3 ou au § 3.4.

Si ces exigences générales et spécifiques ne sont pas satisfaites pour la zone de ventilation concernée, on retombe sur la valeur par défaut. Dans l'autre cas, la valeur de $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ est à reprendre dans le Tableau [1] ou le Tableau [2], pour le système correspondant.

Si un système (innovant) de ventilation à la demande ne tombe pas dans une catégorie du Tableau [1] ou Tableau [2], le facteur de réduction pour ventilation $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ est déterminé via le principe d'équivalence.

3.2 Exigences générales

3.2.1 Fonctionnement automatique et dérogation manuelle

Le système de ventilation à la demande doit fonctionner de manière automatique et, sans intervention de l'utilisateur, satisfaire aux exigences générales et aux exigences spécifiques du système correspondant, décrites ci-dessous.

Il doit également être équipé d'une dérogation manuelle pour permettre à l'utilisateur de mettre temporairement le système en position nominale. Des dérogations manuelles supplémentaires sont également autorisées. Après une telle dérogation manuelle de l'utilisateur, le système doit revenir automatiquement en position de fonctionnement à la demande, après un délai maximum de 12h.

3.2.2 Débit minimum

En fonctionnement automatique, le débit d'alimentation de chaque espace sec, qui est régulé par la gestion à la demande, doit être égal ou supérieur à 10% du débit d'alimentation en position nominale pour cet espace, et le débit d'évacuation de chaque espace humide, qui est régulé par la gestion à la demande, doit être égal ou supérieur à 10% du débit d'évacuation en position nominale pour cet espace. Ces débits minimum peuvent éventuellement être réalisés grâce à un fonctionnement intermittent entre une valeur de débit nul et une valeur de débit plus élevée que 10% du débit en position nominale. Le débit moyen sur 15 minutes doit cependant toujours bien satisfaire à cette exigence.

3.2.3 Ventilation mécanique (systèmes B, C et D)

Quel que soit le type de système de ventilation à la demande, toutes les alimentations et évacuations mécaniques doivent être régulées par la gestion à la demande. En l'absence d'exigences spécifiques supplémentaires pour le système correspondant, cette régulation peut être locale, par zone ou centrale.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

3.2.4 Incertitude des capteurs de détection

Les capteurs utilisés pour la détection des besoins, comme spécifié dans la suite du texte, doivent avoir une incertitude maximale sur la valeur du paramètre mesuré comme suit :

- pour les capteurs de concentration en CO₂ : +/- 40 ppm + 5% de la valeur, entre 300 et 1200 ppm (exemple pour une exigence de 950 ppm, l'intervalle de tolérance est compris entre 862 ppm et 1038 ppm) ;
- pour les capteurs d'humidité relative (RH) : +/- 5 points de pourcentage d'humidité relative, entre 10% et 90% (exemple pour une exigence de 35% d'humidité relative, l'intervalle de tolérance est compris entre 30% et 40% d'humidité relative).

3.2.5 Pièces justificatives

Pour pouvoir déclarer un meilleur facteur $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ que la valeur par défaut, la conformité aux exigences générales et spécifiques doit être démontrée grâce à une ou plusieurs pièces justificatives décrivant le principe de fonctionnement du système et les propriétés de chaque élément de détection et de régulation réellement installé (caractéristiques des produits et/ou caractéristiques du système installé).

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

3.3 Systèmes A, B, C et D avec régulation de l'alimentation sur base des besoins dans les espaces secs et/ou de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides

Tableau [1] : $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ pour les systèmes de ventilation A, B, C et D avec régulation de l'alimentation sur base des besoins dans les espaces secs et/ou de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides

Type de <u>détection</u> dans les espaces secs	Type de <u>régulation</u> de l' <u>alimentation</u> dans les espaces secs	Type de <u>détection</u> dans les espaces humides		
		Détection <u>locale</u> dans les espaces humides		Aucune détection ou autre détection
		Régulation locale de l'évacuation	Régulation centrale de l'évacuation	
CO₂ - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale	0,35	0,38	0,42
	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,41	0,45	0,49
	Centrale	0,51	0,56	0,61
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Centrale	0,60	0,65	0,70
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,43	0,48	0,53
	Centrale	0,75	0,81	0,87
CO₂ - centrale : un capteur ou plus dans le(s) conduit(s) d'évacuation	Centrale	0,81	0,87	0,93
Présence - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale	0,54	0,60	0,64
	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,63	0,67	0,72
	Centrale	0,76	0,82	0,88

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Présence - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Centrale	0,87	0,93	1,00
Présence - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,66	0,72	0,78
	Centrale	0,87	0,93	1,00
Autre ou aucune détection dans les espaces secs	Aucune, locale, par zone, ou centrale	0,90	0,95	1,00

Remarque : ce tableau s'applique en principe à tous les types de systèmes A, B, C et D. Il se peut néanmoins que certains types de systèmes à la demande décrits dans ce tableau soient peu pertinents pour certains types de systèmes de ventilation.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

3.3.1 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides

3.3.1.1 *Systèmes uniquement basés sur la détection des besoins dans les espaces humides*

Tous les systèmes qui appartiennent à la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces secs" (dernière ligne du Tableau [1]) doivent en outre satisfaire à l'exigence suivante.

Les débits d'évacuation, qui sont régulés par la gestion à la demande, doivent satisfaire à au moins une des conditions suivantes.

- Le total des débits d'évacuation est, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'évacuation en position nominale. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'alimentation mécanique (systèmes B et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'évacuation en position nominale.
- Le débit d'évacuation de chaque espace humide est, en permanence, égal ou supérieur à 30% du débit d'évacuation en position nominale dans cet espace. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'alimentation mécanique (systèmes B et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'évacuation en position nominale.

3.3.1.2 *Systèmes avec détection locale dans les espaces humides et régulation de l'évacuation dans les espaces humides*

Chaque espace pourvu d'une toilette doit être au moins équipé d'un des concepts suivants pour évaluer la présence :

- détection de présence dans l'espace même ;
- capteur VOC, dans l'espace même ou dans un conduit d'évacuation qui dessert uniquement cet espace ;
- couplage à l'interrupteur d'éclairage de l'espace, à condition que cet espace soit dépourvu d'un éclairage naturel direct.

Chaque espace humide doit être au moins équipé d'une détection de l'humidité relative, sauf si cet espace a uniquement une fonction toilette. Dans la cuisine, celle-ci peut éventuellement être remplacée par une détection du CO₂. Le système de détection doit être présent dans l'espace même ou dans un conduit d'évacuation qui dessert uniquement cet espace.

La régulation de l'évacuation dans les espaces humides peut être, au choix, locale ou centrale, comme spécifié ci-après.

3.3.1.2.1 *Régulation locale de l'évacuation dans chaque espace humide*

Les débits d'évacuation doivent être régulés indépendamment pour chacun des espaces humides.

Dans chaque espace où la présence est détectée avec un des concepts ci-dessus pour évaluer la présence, le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale pendant une période égale ou supérieure à celle décrite dans la remarque 3 de l'article 4.3.1.3 de la norme NBN D 50-

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

001 ; et il doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale lorsque la présence n'est pas détectée.

Dans chaque espace avec détection de l'humidité relative, le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale lorsque l'humidité relative détectée pour cet espace est supérieure à 70% pendant la période hivernale ; et il doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale lorsque cette humidité relative est inférieure à 35%.

Dans les cuisines avec détection du CO₂, le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ; et il doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

3.3.1.2.2 Régulation centrale de l'évacuation

Les débits d'évacuation de chacun des espaces humides doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'évacuation doivent être régulés sur base des besoins détectés dans tous les espaces humides.

Le total de ces débits d'évacuation doit être égal ou supérieur au total des débits en position nominale lorsqu'au moins une des conditions suivantes est remplie :

- la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces avec un des concepts ci-dessus pour évaluer la présence ;
- l'humidité relative détectée dans un ou plusieurs espaces avec détection d'humidité est supérieure à 70% pendant la période hivernale ;
- la concentration en CO₂ dans une ou plusieurs cuisines avec détection du CO₂ est supérieure à 950 ppm.

Le total de ces débits d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits en position nominale lorsque toutes les conditions suivantes sont remplies :

- la présence n'est détectée dans aucun des espaces avec un des concepts ci-dessus pour évaluer la présence ;
- l'humidité relative est inférieure à 35% dans tous les espaces avec détection d'humidité ;
- la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans toutes les cuisines avec détection du CO₂.

3.3.1.3 Autres systèmes

Les systèmes suivants tombent dans la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces humides" :

- tous les autres systèmes de détection des besoins dans les espaces humides (notamment les systèmes avec détection centrale de l'humidité dans le conduit d'évacuation commun) ;

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

- les systèmes qui ne satisfont pas aux conditions du § 3.3.1.2 ;
- les systèmes sans aucune détection des besoins dans les espaces humides.

Remarque : voir aussi § 3.3.2.1.

3.3.2 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces secs (CO₂ ou détection de présence)

3.3.2.1 Systèmes uniquement basés sur la détection des besoins dans les espaces secs

Tous les systèmes qui appartiennent à la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces humides" (dernière colonne du Tableau [1]) doivent en outre satisfaire à l'exigence suivante.

Les débits d'alimentation, qui sont régulés par la gestion à la demande, doivent satisfaire à au moins une des conditions suivantes.

- Le total des débits d'alimentation est, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'alimentation en position nominale. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'évacuation mécanique (systèmes C et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'alimentation en position nominale.
- Le débit d'alimentation de chaque espace sec est, en permanence, égal ou supérieur à 30% du débit d'alimentation en position nominale. Compte tenu de l'exigence du § 3.2.3, le total des débits d'évacuation mécanique (systèmes C et D) doit également être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'alimentation en position nominale.

3.3.2.2 Systèmes avec détection locale dans chaque espace sec

Tous les espaces secs doivent être équipés du même type de capteur :

- soit détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ;
- soit détection de présence dans l'espace même.

3.3.2.2.1 Régulation locale de l'alimentation dans chaque espace sec

Les débits d'alimentation doivent être régulés indépendamment pour chacun des espaces secs.

Dans chacun des espaces secs, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm ou lorsque la présence n'est pas détectée dans cet espace sec.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite que

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

l'alimentation mécanique de chaque espace soit régulée, par exemple avec des clapets motorisés, ou encore des ventilateurs différents par espace.

3.3.2.2.2 Régulation de l'alimentation en deux zones (jour/nuit) ou plus

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés en au moins une zone jour et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées.

Dans chacune de ces zones, les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans tous les espaces secs de cette zone.

Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée, dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun espace sec de cette zone.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que les ouvertures d'une même zone soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation par zone, par exemple un clapet motorisé par zone.

3.3.2.2.3 Régulation centrale de l'alimentation

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans tous les espaces secs. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces secs. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun espace sec.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que toutes les ouvertures de la zone de ventilation z soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation pour l'ensemble de la zone de ventilation z, par exemple à l'aide d'un ventilateur à débit réglable.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

3.3.2.3 *Systèmes avec détection locale partielle dans chaque chambre à coucher*

Toutes les chambres à coucher doivent être équipées du même type de capteur :

- soit détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ;
- soit détection de présence dans l'espace même.

3.3.2.3.1 *Régulation centrale de l'alimentation*

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans toutes les chambres à coucher. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans une ou plusieurs chambres à coucher. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone ou lorsque la présence n'est détectée dans aucune chambre à coucher. Le total de ces débits d'alimentation doit être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'alimentation en position nominale pour tous les espaces secs.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que toutes les ouvertures de la zone de ventilation z soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation pour l'ensemble de la zone de ventilation z, par exemple à l'aide d'un ventilateur à débit réglable.

3.3.2.4 *Systèmes avec détection locale partielle dans le séjour principal et dans la chambre à coucher principale*

Le séjour principal et la chambre à coucher principale doivent être équipés du même type de capteur :

- soit détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ;
- soit détection de présence dans l'espace même.

3.3.2.4.1 *Régulation de l'alimentation en deux zones (jour/nuit) ou plus*

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés en au moins une zone jour et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées à conditions que chaque zone contienne un ou plusieurs espaces équipés du même type de détection que dans le séjour principal et la chambre principale.

Dans chacune de ces zones, les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieurs à 40% des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur, ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun des espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Dans chaque zone dans laquelle il y a des espaces secs qui ne sont pas équipés d'un capteur, les débits d'alimentation doivent être, en permanence, égaux ou supérieurs à 30% des débits d'alimentation en position nominale.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que les ouvertures d'une même zone soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation par zone, par exemple un clapet motorisé par zone.

3.3.2.4.2 Régulation centrale de l'alimentation

Les débits d'alimentation de chacun des espaces secs doivent être régulés de manière centrale.

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ou lorsque la présence est détectée dans un ou plusieurs espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur, ou lorsque la présence n'est détectée dans aucun des espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Les débits d'alimentation doivent être, en permanence, égaux ou supérieurs à 30% des débits d'alimentation en position nominale pour tous les espaces secs.

Remarque : Pour les systèmes A et C, ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées, et que toutes les ouvertures de la zone de ventilation z soient régulées ensembles. Pour les systèmes B et D, ceci nécessite au moins un système de régulation pour l'ensemble de la zone de ventilation z, par exemple à l'aide d'un ventilateur à débit réglable.

3.3.2.5 Systèmes avec détection centrale dans le(s) conduit(s) d'évacuation

Chaque conduit d'évacuation, ou le cas échéant le conduit d'évacuation commun doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂. Dans ce cas-ci, la détection de présence n'est pas autorisée.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Les débits d'alimentation doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les conduits d'évacuation (ou dans le conduit commun). Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou supérieur au total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 650 ppm. Le total de ces débits d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du total des débits d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

3.3.2.6 Autres systèmes

Les systèmes suivants tombent dans la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces secs" :

- tous les autres systèmes de détection des besoins dans les espaces secs (notamment des systèmes basés sur d'autres types de capteurs, par exemple VOC) ;
- les systèmes qui ne satisfont pas aux conditions des § 3.3.2.2 à 3.3.2.5 ;
- les systèmes sans aucune détection des besoins dans les espaces secs.

Remarque : voir aussi § 3.3.1.1.

3.3.3 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides et avec détection des besoins dans les espaces secs

Pour tous les systèmes qui combinent la détection des besoins dans les espaces humides et la détection des besoins dans les espaces secs :

- les débits d'évacuation sont déterminés prioritairement sur base des exigences correspondantes du § 3.3.1 ;
- les débits d'alimentation sont déterminés prioritairement sur base des exigences correspondantes du § 3.3.2 ;
- le total des débits d'alimentation et le total des débits d'évacuation doivent être, en permanence, ajustés sur le total le plus élevé des deux, après application des règles ci-dessus.

3.4 Systèmes C avec régulation de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces secs

Avec un système C, il est également possible de réguler indirectement les alimentations naturelles des espaces secs via la régulation de l'évacuation sur base des besoins détectés dans les espaces secs.

Avec ces systèmes C, il est également possible de prévoir la régulation des alimentations naturelles de certains espaces secs, ainsi que des évacuations mécaniques supplémentaires dans certaines espaces secs (dans tous ou dans les chambres à coucher uniquement). La régulation de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides peut également être appliquée en combinaison avec ces systèmes.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Tableau [2] : $f_{\text{reduc,vent,heat,zone}}$ pour les systèmes de ventilation C avec régulation de l'évacuation (et éventuellement de l'alimentation) sur base des besoins dans les espaces secs et éventuellement sur base des besoins dans les espaces humides

Type de <u>détection</u> dans les espaces secs	Type de <u>régulation</u> de l'alimentation	Type de <u>régulation</u> de l'évacuation (sur base des besoins détectés dans les espaces secs)	Type de <u>détection</u> dans les espaces humides		
			Détection <u>locale</u>		Autre détection ou Aucune détection
			Régulation <u>locale</u> de l'évacuation	Régulation <u>centrale</u> de l'évacuation	
CO ₂ - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale, dans la zone jour	Locale, dans tous les espaces secs	0,40	0,44	0,48
	Aucune		0,43	0,47	0,51
	Locale, dans la zone jour	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,49	0,53	0,58
	Aucune		0,60	0,65	0,70
CO ₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Aucune	Locale, dans toutes les chambres à coucher	0,50	0,55	0,59
CO ₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans le conduit d'évacuation commun de toutes les chambres à coucher	Aucune	1 zone, dans toutes les chambres à coucher	0,61	0,66	0,71
CO ₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour	Locale, dans la zone jour	2 zones (jour/nuit) ou plus ou Centrale	0,61	0,66	0,71

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale	Aucune	2 zones (jour/nuit) ou plus ou Centrale	0,79	0,85	0,91
CO₂ - centrale : un capteur ou plus dans le(s) conduit(s) d'évacuation	Aucune	Centrale	0,81	0,87	0,93
Autre ou aucune détection dans les espaces secs	Aucune	Aucune, locale, par zone ou centrale	0,90	0,95	1,00

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

3.4.1 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides

Voir § 3.3.1.

3.4.2 Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces secs

3.4.2.1 *Systèmes uniquement basés sur la détection des besoins dans les espaces secs*

Tous les systèmes qui appartiennent à la catégorie "autre ou aucune détection dans les espaces humides" (dernière colonne du Tableau [2]) doivent en outre satisfaire à l'exigence suivante.

Les débits d'évacuation des espaces humides doivent satisfaire à au moins une des conditions suivantes.

- Le total des débits d'évacuation des espaces humides est, en permanence, égal ou supérieur à 35% du total des débits d'évacuation en position nominale.
- Le débit d'évacuation de chaque espace humide est, en permanence, égal ou supérieur à 30% du débit d'évacuation en position nominale dans cet espace.

3.4.2.2 *Systèmes avec détection locale dans chaque espace sec*

Chaque espace sec doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

3.4.2.2.1 *Régulation locale de l'évacuation dans tous les espaces secs (avec évacuations supplémentaires) et régulation de l'alimentation dans la zone jour*

Les exigences du § 3.4.2.2.2 sont d'application.

De plus, dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.2.2 *Régulation locale de l'évacuation dans tous les espaces secs (avec évacuations supplémentaires)*

Tous les espaces secs doivent être équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire. Pour un espace sec qui forme, avec un espace humide, un seul volume (exemples : séjour et cuisine ouverte, douche dans une chambre),

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

l'évacuation de l'espace humide peut être considérée comme évacuation supplémentaire pour l'espace sec.

Les débits d'évacuation doivent être régulés indépendamment pour chacun de ces espaces secs.

Dans chacun de ces espaces secs, le débit d'évacuation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec, afin d'être égal ou supérieur à 30 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ; et afin d'être égal ou inférieur à 5 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

3.4.2.2.3 Régulation de l'évacuation en deux zones (jour/nuit) ou plus et régulation de l'alimentation dans la zone jour

Les exigences du § 3.4.2.2.4 sont d'application.

De plus, dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.2.4 Régulation de l'évacuation en deux zones (jour/nuit) ou plus

Les débits d'évacuation doivent être régulés, sur base des besoins dans les espaces secs, en au moins une zone jour et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées à conditions que chaque zone contienne un ou plusieurs espaces équipés du même type de détection que dans le séjour principal et la chambre principale.

Dans chaque zone dans laquelle tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire les débits d'évacuation des espaces secs doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone.

Dans chaque zone dans laquelle un ou plusieurs espaces secs de la zone ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

humide lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone.

3.4.2.3 *Systèmes avec détection locale partielle dans chaque chambre à coucher (avec évacuations supplémentaires)*

Toutes les chambres à coucher doivent être équipées d'une évacuation mécanique supplémentaire. Pour un espace sec qui forme, avec un espace humide, un seul volume (exemples : douche dans une chambre), l'évacuation de l'espace humide peut être considérée comme évacuation supplémentaire pour l'espace sec.

Chaque chambre à coucher doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace.

3.4.2.3.1 *Régulation locale de l'évacuation dans chaque chambre à coucher*

Les débits d'évacuation doivent être régulés indépendamment pour chacune de ces chambres à coucher.

Dans chacune de ces chambres à coucher, le débit d'évacuation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cette chambre à coucher, afin d'être égal ou supérieur à 30 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm ; et afin d'être égal ou inférieur à 5 m³/h lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

3.4.2.4 *Systèmes avec détection locale partielle dans le conduit d'évacuation commun à toutes les chambres à coucher (avec évacuations supplémentaires)*

Toutes les chambres à coucher doivent être équipées d'une évacuation mécanique supplémentaire. Pour un espace sec qui forme, avec un espace humide, un seul volume (exemples : douche dans une chambre), l'évacuation de l'espace humide peut être considérée comme évacuation supplémentaire pour l'espace sec.

Le conduit d'évacuation commun qui dessert uniquement toutes les chambres à coucher doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂.

3.4.2.4.1 *Régulation de l'évacuation en une zone pour toutes les chambres à coucher*

Les débits d'évacuation de chacune des chambres à coucher doivent être régulés en une zone qui contient au moins toutes les chambres à coucher.

Dans cette zone, les débits d'évacuation de toutes les chambres à coucher doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans le conduit d'évacuation commun des chambres à coucher.

Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque chambre à coucher de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

650 ppm. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque chambre à coucher de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

3.4.2.5 *Systèmes avec détection locale partielle dans le séjour principal et dans la chambre à coucher principale*

Le séjour principal et la chambre à coucher principale doivent être chacun au moins équipés d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

3.4.2.5.1 *Régulation de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides en deux zones (jour/nuit) ou plus et régulation de l'alimentation dans la zone jour*

Les exigences du § 3.4.2.5.2 sont d'application.

De plus, chaque espace sec de la zone jour doit être chacun au moins équipés d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

Dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être réglé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.5.2 *Régulation de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides en deux zones (jour/nuit) ou plus*

Les débits d'évacuation doivent être régulés, sur base des besoins dans les espaces secs, en au moins une zone jour, et au moins une zone nuit. Des zones supplémentaires sont autorisées à conditions que chaque zone contienne un ou plusieurs espaces équipés du même type de détection que dans le séjour principal et la chambre principale.

Dans chaque zone dans laquelle tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces secs doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec de cette zone lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Dans chaque zone dans laquelle un ou plusieurs espaces secs ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être régulés sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs de cette zone qui sont équipés d'un capteur.

Dans chaque zone dans laquelle il y a des espaces secs qui ne sont pas équipés d'un capteur, le total des débits d'évacuation mécanique dans la zone doit être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'évacuation en position nominale dans cette zone.

3.4.2.5.3 *Régulation centrale de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides et régulation de l'alimentation dans la zone jour*

Les exigences du § 3.4.2.5.4 sont d'application.

De plus, chaque espace de la zone jour doit être chacun au moins équipés d'une détection de la concentration en CO₂ dans l'espace même ou dans le conduit d'évacuation de cet espace le cas échéant.

Dans chacun des espaces secs de la zone jour, le débit d'alimentation doit être régulé sur base des besoins détectés dans cet espace sec. Ce débit d'alimentation doit être égal ou supérieur au débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm. Ce débit d'alimentation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'alimentation en position nominale lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm.

Remarque : Ceci nécessite donc des ouvertures d'alimentation naturelle régulées automatiquement, par exemple avec des ouvertures motorisées.

3.4.2.5.4 *Régulation centrale de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides*

Si tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits de ces évacuations des espaces secs doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins les plus élevés détectés dans les espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Si un ou plusieurs espaces secs ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins les plus élevés détectés dans

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

les espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 950 ppm dans un ou plusieurs espaces secs qui sont équipés d'un capteur. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 550 ppm dans tous les espaces secs qui sont équipés d'un capteur.

Si il y a des espaces secs qui ne sont pas équipés d'un capteur, le total des débits d'évacuation mécanique doit être, en permanence, égal ou supérieur à 30% du total des débits d'évacuation en position nominale.

3.4.2.6 *Systèmes avec détection centrale dans le conduit d'évacuation commun*

Le conduit d'évacuation commun, de la zone de ventilation z, doit être au moins équipé d'une détection de la concentration en CO₂.

3.4.2.6.1 *Régulation centrale de l'évacuation dans les espaces secs ou dans les espaces humides*

Si tous les espaces secs sont équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits de ces évacuations des espaces secs doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins détectés dans le conduit d'évacuation commun. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur à 30 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 650 ppm. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 5 m³/h dans chaque espace sec lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

Si un ou plusieurs espaces secs ne sont pas équipés d'une évacuation mécanique supplémentaire, les débits d'évacuation des espaces humides doivent être régulés, de manière centrale, sur base des besoins détectés dans le conduit d'évacuation commun. Le débit d'évacuation doit être égal ou supérieur au débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est supérieure à 650 ppm. Le débit d'évacuation doit être égal ou inférieur à 40% du débit d'évacuation en position nominale dans chaque espace humide lorsque la concentration en CO₂ est inférieure à 450 ppm.

3.4.3 *Exigences supplémentaires pour les systèmes avec détection des besoins dans les espaces humides et avec détection des besoins dans les espaces secs*

Pour tous les systèmes qui combinent la détection des besoins dans les espaces humides et la détection des besoins dans les espaces secs :

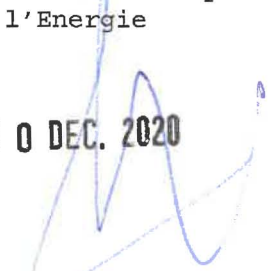
- les débits d'évacuation des espaces humides sont déterminés sur base des exigences correspondantes du § 3.4.1 ;
- les débits d'évacuation des espaces secs et/ou des espaces humides sont déterminés sur base des exigences correspondantes du § 3.4.2 ;
- en cas de différence entre les deux méthodes de détermination, les débits d'évacuation les plus élevés sont d'application.

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel portant exécution des annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et

Annexe 1 - Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

de climat intérieur des bâtiments et portant exécution de l' Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Bruxelles, le 10 DEC. 2020



Le Ministre de la Transition climatique, de l'Environnement, de l'Energie et de la Démocratie participative
Alain MARON

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

$f_{\text{reduc,vent,heat,seci}}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,seci}}$ en $f_{\text{reduc,vent,overh,seci}}$

1 Definities en conventies

Vraaggestuurd ventilatiesysteem: ventilatiesysteem met een automatische (vraag)sturing die minstens met volgende elementen is uitgerust:

- een detectie van de ventilatiebehoefte;
- een regeling van het ventilatiedebiet in functie van die behoefte.

Droge ruimten: ruimten waarvoor eisen met betrekking tot de toevoer van buitenlucht gelden, zoals een woonkamer, slaapkamer, studeerkamer, hobbykamer en gelijkaardige ruimten.

Natte ruimten: ruimten waarvoor eisen met betrekking tot de afvoer van lucht naar buiten gelden, zoals een keuken, badkamer, wasplaats, toilet en gelijkaardige ruimten.

Toevoerdebiet: mechanisch toevoerdebiet (voor systemen B en D) of capaciteit van regelbare toevoeropeningen (systemen A en C).

Afvoerdebiet: mechanisch afvoerdebiet (voor systemen C en D) of capaciteit van regelbare afvoeropeningen (systemen A en B).

CO₂-concentratie: in deze tekst wordt de CO₂-concentratie uitgedrukt als een absolute waarde (in ppm). Er wordt een conventionele CO₂-concentratie (350 ppm) in de buitenlucht verondersteld. Als het vraaggestuurd ventilatiesysteem tevens is uitgerust met een detector die de CO₂-concentratie van de buitenlucht meet ($[CO_2]_{\text{out}}$), dan mag hiermee rekening worden gehouden door de CO₂-concentraties die vermeld worden in de onderstaande eisen ($[CO_2]$) te corrigeren zoals volgt:

Eq. 1 $[CO_2]_{\text{corr}} = [CO_2] - 350 + [CO_2]_{\text{out}}$ (ppm)

Nominale stand: de nominale stand van het ventilatiesysteem, zoals gedefinieerd in bijlage EPW. Het debiet in nominale stand is het debiet wanneer het ventilatiesysteem zich in nominale stand bevindt.

Nominale stand

Winterperiode: periode van het jaar begrepen tussen 1 november en 30 april, of periode van het jaar waarin de buitentemperatuur lager is dan 15°C, zoals gemeten door een buitentemperatuurvoeler.

Dagzone: deel van de EPW-eenheid, die minstens een woonkamer, minstens een natte ruimte en geen enkele slaapkamer bevat. Meerdere dagzones zijn toegelaten; deze dagzones moeten samen alle woonkamers bevatten.

Nachtzone: deel van de EPW-eenheid, die minstens een slaapkamer, minstens een natte ruimte en geen enkele woonkamer bevat. Meerdere nachtzones zijn toegelaten; deze nachtzones moeten samen alle slaapkamers bevatten.

2 Algemeen principe

De invloed van een vraaggestuurd ventilatiesysteem op de energieprestatie, wordt uitgedrukt aan de hand van de reductiefactoren voor ventilatie, $f_{\text{reduc,vent,heat,seci}}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,seci}}$ en $f_{\text{reduc,vent,overh,seci}}$ (§ 7.8.4 van bijlage EPW).

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

In deze tekst wordt de bepalingmethode voor deze reductiefactoren in de berekeningen voor residentiële gebouwen beschreven.

De reductiefactor voor ventilatie van energiesector i , is gelijk aan de reductiefactor voor ventilatie van de ventilatiezone z waarvan energiesector i deel uitmaakt, voor de verwarmingsberekeningen, voor de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$\text{Eq. 2} \quad f_{\text{reduc,vent,heat,seci}} = f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 3} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,seci}} = f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 4} \quad f_{\text{reduc,vent,overh,seci}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} \quad (-)$$

met:

$f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$	een reductiefactor voor ventilatie in ventilatiezone z voor de verwarmingsberekeningen (-);
$f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}}$	een reductiefactor voor ventilatie in ventilatiezone z voor de koelberekeningen (-);
$f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}}$	een reductiefactor voor ventilatie in ventilatiezone z voor de evaluatie van het oververhittingsrisico (-).

2.1 Reductiefactor voor de verwarmingsberekeningen

De waarde bij ontstentenis voor $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ is 1.

Het is mogelijk om voor een ventilatiezone z een lagere waarde voor de reductiefactor voor ventilatie te bekomen dan de waarde bij ontstentenis, dankzij een vraaggestuurd ventilatiesysteem dat aan specifieke eisen voldoet. De bepaling van de reductiefactor gebeurt zoals beschreven in § 3.

2.2 Reductiefactor voor de koelberekeningen en de evaluatie van het oververhittingsrisico

Als het ventilatiesysteem is uitgerust met een automatisch systeem dat in functie van een meting via één of meerdere temperatuursensoren, de vraagsturing volledig deactiveert en het ventilatiesysteem in nominale stand laat functioneren, dan is:

$$\text{Eq. 5} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} = 1 \quad (-)$$

Neem in alle andere gevallen:

$$\text{Eq. 6} \quad f_{\text{reduc,vent,cool,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,overh,zonez}} = f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}} \quad (-)$$

3 Bepaling van de reductiefactor $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$

3.1 Principe

Om voor de reductiefactor lagere waarden dan de waarde bij ontstentenis te bekomen, moet het vraaggestuurd ventilatiesysteem voldoen aan de algemene eisen, beschreven in paragraaf 3.2, en aan de specifieke eisen, die in functie van het systeemtype beschreven worden in § 3.3 en § 3.4.

Als aan deze algemene en specifieke eisen niet wordt voldaan in de betreffende ventilatiezone, wordt teruggevallen op de waarde bij ontstentenis. In het andere geval wordt $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ bepaald volgens de Tabel [1] of Tabel [2], in functie van het type systeem.

Als een (innovatief) vraaggestuurd ventilatiesysteem niet binnen een categorie van Tabel [1] of Tabel [2] valt, kan de reductiefactor voor ventilatie $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ worden bepaald via de principes van gelijkwaardigheid.

3.2 Algemene eisen

3.2.1 Automatische werking en manuele interventie

Het vraaggestuurd ventilatiesysteem moet automatisch functioneren en zonder tussenkomst van de gebruiker voldoen aan de algemene eisen en aan de specifieke eisen van het corresponderende systeem, die hieronder worden beschreven.

Het systeem moet eveneens uitgerust zijn met een mogelijkheid tot manuele interventie die de gebruiker toelaat om het systeem gedurende een bepaalde tijd in nominale stand te laten functioneren. Bijkomende mogelijkheden tot manuele interventie zijn eveneens toegelaten. Na elke manuele interventie door de gebruiker, moet het systeem automatisch terugkeren naar de vraaggestuurde werking en dit binnen een periode van maximaal 12 uur.

3.2.2 Minimaal debiet

Tijdens de automatische werking moet het toevoerdebiet van elke droge ruimte dat door de vraagsturing wordt geregeld, groter zijn dan of gelijk zijn aan 10% van het toevoerdebiet voor de betreffende ruimte in nominale stand. Het afvoerdebiet van elke natte ruimte dat door de vraagsturing wordt geregeld, moet groter zijn dan of gelijk zijn aan 10% van het afvoerdebiet voor de betreffende ruimte in nominale stand. Deze minimale debieten kunnen eventueel gerealiseerd worden door afwisselend te functioneren op een nuldebiet en op een debiet dat hoger is dan 10% van het debiet in nominale stand. Het gemiddelde debiet over 15 minuten moet echter wel steeds aan deze eis voldoen.

3.2.3 Mechanische ventilatie (systemen B, C en D)

Onafhankelijk van het type vraaggestuurd ventilatiesysteem, moeten alle mechanische toe- en afvoeren geregeld worden door de vraagsturing. Indien er geen specifieke bijkomende eisen voor het betreffende systeem zijn, kan deze regeling lokaal, per zone of centraal gebeuren.

3.2.4 Onzekerheid op de meting door de detectoren

De detectoren die gebruikt worden voor het vaststellen van de behoefte mogen maximaal de volgende onzekerheid hebben bij het meten van de betreffende parameter:

- Voor detectoren voor CO₂-concentratie: +/- 40 ppm + 5% van de waarde, tussen 300 en 1200 ppm (bijvoorbeeld voor een eis van 950 ppm, ligt het tolerantie-interval tussen 862 ppm en 1038 ppm);
- Voor detectoren voor relatieve vochtigheid: +/- 5 procentpunten van de relatieve vochtigheid, tussen 10% en 90% (bijvoorbeeld voor een eis van 35% relatieve vochtigheid, ligt het tolerantie-interval tussen 30% en 40% relatieve vochtigheid).

3.2.5 Stavingstukken

Om een betere factor $f_{\text{reduc,vent,heat,zonez}}$ te kunnen verklaren, moet de conformiteit met de algemene en specifieke eisen worden aangetoond aan de hand van één of meerdere stavingstukken waarin het werkingsprincipe van het systeem en de eigenschappen van elk element van detectie en regeling, zoals het in realiteit geïnstalleerd is (producteigenschappen en/of eigenschappen van het geïnstalleerde systeem) worden beschreven.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

3.3 Systemen A, B, C en D met regeling op de toevoer in functie van de behoefte in de droge ruimten en/of een regeling op de afvoer in functie van de behoefte in de natte ruimten

Tabel [1]: $f_{\text{reduc,vent,heat,zone } z}$ voor ventilatiesystemen A, B, C et D met een regeling op de toevoer in functie van de behoefte in de droge ruimten en/of een regeling op de afvoer in functie van de behoefte in de natte ruimten

Type <u>detectie</u> in de droge ruimten	Type <u>regeling</u> van de <u>toevoer</u> in de droge ruimten	Type <u>detectie</u> in de natte ruimten		
		Lokale detectie in de natte ruimten		Andere detectie of Geen detectie
		Lokale regeling van de afvoer	Centrale regeling van de afvoer	
CO₂ - lokaal: één of meerdere sensoren in elke droge ruimte	Lokaal	0,35	0,38	0,42
	2 (dag/nacht) of meer zones	0,41	0,45	0,49
	Centraal	0,51	0,56	0,61
CO₂ - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in elke slaapkamer	Centraal	0,60	0,65	0,70
CO₂ - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in de belangrijkste woonkamer en één of meerdere sensoren in de belangrijkste slaapkamer	2 (dag/nacht) of meer zones	0,43	0,48	0,53
	Centraal	0,75	0,81	0,87
CO₂ - centraal: één of meerdere sensoren in het afvoerkanaal of de afvoerkanalen	Centraal	0,81	0,87	0,93
Aanwezigheid - lokaal: één of meerdere sensoren in elke droge ruimte	Lokaal	0,54	0,60	0,64
	2 (dag/nacht) of meer zones	0,63	0,67	0,72
	Centraal	0,76	0,82	0,88

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiele gebouwen (EPW)

Aanwezigheid - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in elke slaapkamer	Centraal	0,87	0,93	1,00
Aanwezigheid - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in de belangrijkste woonkamer en één of meerdere sensoren in de belangrijkste slaapkamer	2 (dag/nacht) of meer zones	0,66	0,72	0,78
	Centraal	0,87	0,93	1,00
Andere of geen detectie in de droge ruimten	Geen, lokaal, per zone of centraal	0,90	0,95	1,00

Opmerking: deze tabel kan worden toegepast voor elk van de ventilatiesystemen A, B, C en D. Het is echter mogelijk dat het niet aanbevolen of pertinent is om bepaalde types vraagsturing toe te passen in combinatie met bepaalde ventilatiesystemen.

3.3.1 Bijkomende eisen voor systemen met detectie van de behoefte in de natte ruimten

3.3.1.1 Systemen met enkel detectie van de behoefte in de natte ruimten

Alle systemen die behoren tot de categorie "Andere of geen detectie in de droge ruimten" (de laatste rij in Tabel [1]) moeten bovendien voldoen aan de volgende eis.

De afvoerdebieten die door de vraagsturing worden geregeld, moeten aan minstens één van de volgende eisen voldoen:

- Het totale afvoerdebiet moet permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 35% van de som van de afvoerdebieten in nominale stand. Rekening houdend met de eis van § 3.2.3, moet ook het totale mechanische toevoerdebiet (systemen B en D) permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 35% van de som van de afvoerdebieten in nominale stand.
- Het afvoerdebiet moet in elke natte ruimte permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van het afvoerdebiet van de ruimte in nominale stand. Rekening houdend met de eis van § 3.2.3, moet ook het totale mechanische toevoerdebiet (systemen B en D) permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van de som van de afvoerdebieten in nominale stand.

3.3.1.2 Systemen met lokale detectie in de natte ruimten en regeling van de afvoer in de natte ruimten

Elke ruimte waarin zich een toilet bevindt, moet minstens uitgerust zijn met één van de volgende concepten om aanwezigheid vast te stellen:

- aanwezigheidsdetectie in de ruimte zelf;
- detectie van VOC in de ruimte zelf of in een afvoerkanaal dat enkel de ruimte bedient;
- koppeling met de lichtschakelaar van de ruimte, op voorwaarde dat er geen rechtstreekse daglichttoetreding in de ruimte is.

Elke natte ruimte moet minstens uitgerust zijn met een detectie van de relatieve vochtigheid, tenzij het om een ruimte gaat die enkel als toilet dient. In de keuken kan hiervan afgeweken worden en volstaat een detectie van de CO₂-concentratie. De betreffende detectoren moeten zich bevinden in de ruimte zelf of in een afvoerkanaal dat enkel de ruimte bedient.

De regeling van de afvoer in de natte ruimten mag naar keuze lokaal of centraal gebeuren, zoals hieronder nader beschreven.

3.3.1.2.1 Lokale regeling van de afvoer in elke natte ruimte

De afvoerdebieten van de natte ruimten moeten onafhankelijk van elkaar worden geregeld.

Op het ogenblik dat aanwezigheid wordt vastgesteld in een ruimte met één van de hierboven vermelde concepten om aanwezigheid vast te stellen, moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan het afvoerdebiet in nominale

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

stand en dit gedurende minimaal de nalooptijd uit opmerking 3 van artikel 4.3.1.3 uit de norm NBN D 50-001. Het afvoerdebiet mag hoogstens 40% van het afvoerdebiet in nominale stand bedragen als geen aanwezigheid wordt vastgesteld.

In elke ruimte met detectie van de relatieve vochtigheid, moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan het afvoerdebiet in nominale stand als de relatieve vochtigheid die voor de ruimte wordt gedetecteerd hoger is dan 70% tijdens de winterperiode. Het afvoerdebiet mag hoogstens 40% van het afvoerdebiet in nominale stand bedragen als de relatieve vochtigheid die voor de ruimte wordt gedetecteerd lager is dan 35%.

In keukens met detectie van de CO₂-concentratie, moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan het afvoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm. Het afvoerdebiet mag hoogstens 40% van het afvoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm.

3.3.1.2.2 Centrale regeling van de afvoer

Voor elke natte ruimte moet het afvoerdebiet centraal worden geregeld.

De afvoerdebieten moeten worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in alle natte ruimten.

Het totale afvoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan de som van de afvoerdebieten in nominale stand als minstens één van de volgende voorwaarden is vervuld:

- aanwezigheid wordt vastgesteld in één of meerdere ruimten met één van de hierboven vermelde concepten om aanwezigheid vast te stellen;
- de relatieve vochtigheid is hoger dan 70% tijdens de winterperiode in één of meerdere ruimten met detectie van de relatieve vochtigheid;
- de CO₂-concentratie is hoger dan 950 ppm in één of meerdere keukens met detectie van de CO₂-concentratie.

Het totale afvoerdebiet mag hoogstens 40% van de som van de afvoerdebieten in nominale stand bedragen als elk van de volgende voorwaarden is vervuld:

- in geen enkele ruimte met één van de hierboven vermelde concepten om aanwezigheid vast te stellen, wordt aanwezigheid vastgesteld;
- de relatieve vochtigheid is in alle ruimten met detectie van de relatieve vochtigheid, lager dan 35%;
- de CO₂-concentratie is in alle keukens met detectie van de CO₂-concentratie, lager dan 550 ppm.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

3.3.1.3 *Andere systemen*

Volgende systemen vallen onder de categorie "Andere of geen detectie in de natte ruimten":

- alle andere systemen om de behoefte in natte ruimten vast te stellen (in het bijzonder systemen met centrale detectie van de relatieve vochtigheid in het gemeenschappelijk afvoerkanaal);
- systemen die niet voldoen aan de eisen uit paragraaf § 3.3.1.2;
- systemen zonder detectie van de behoefte in de natte ruimten.

Opmerking: zie ook § 3.3.2.1.

3.3.2 *Bijkomende eisen voor systemen met detectie van de behoefte in de droge ruimten (detectie van de CO₂-concentratie of aanwezigheidsdetectie)*

3.3.2.1 *Systemen met enkel detectie van de behoefte in de droge ruimten*

Alle systemen die behoren tot de categorie "Andere of geen detectie in de natte ruimten" (de laatste kolom in Tabel [1]) moeten bovendien voldoen aan de volgende eis.

De toevoerdebieten die door de vraagsturing worden geregeld, moeten aan minstens één van de volgende eisen voldoen.

- Het totale toevoerdebiet moet permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 35% van de som van de toevoerdebieten in nominale stand. Rekening houdend met de eis van § 3.2.3, moet ook het totale mechanische afvoerdebiet (systemen C en D) permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 35% van het totale toevoerdebiet in nominale stand.
- Het toevoerdebiet moet in elke droge ruimte permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van het toevoerdebiet van de ruimte in nominale stand. Rekening houdend met de eis van § 3.2.3, moet ook het totale mechanische afvoerdebiet (systemen C en D) permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van het totale toevoerdebiet in nominale stand.

3.3.2.2 *Systemen met lokale detectie in elke droge ruimte*

Alle droge ruimten moeten uitgerust zijn met hetzelfde type detector:

- of detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf;
- of aanwezigheidsdetector in de ruimte zelf.

3.3.2.2.1 *Lokale regeling van de toevoer in elke droge ruimte*

De toevoerdebieten van de droge ruimten moeten onafhankelijk van elkaar worden geregeld.

In elke droge ruimte moet het toevoerdebiet worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de ruimte. Het toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan het toevoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm of als er aanwezigheid wordt vastgesteld in de droge ruimte. Het toevoerdebiet mag hoogstens 40% van het toevoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm of wanneer geen aanwezigheid wordt vastgesteld in de droge ruimte.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

Opmerking: voor systemen A en C betekent dit dat de natuurlijke toevoeropeningen automatisch moeten worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van gemotoriseerde kleppen. Voor systemen B en D betekent dit dat de mechanische toevoer in elke ruimte automatisch moet worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van gemotoriseerde kleppen of via verschillende ventilatoren voor elke ruimte.

3.3.2.2.2 *Regeling van de toevoer in twee (dag/nacht) of meer zones*

De toevoerdebieten van alle droge ruimten moeten in minstens één dagzone en minstens één nachtzone worden geregeld. Bijkomende zones zijn toegestaan.

In elke zone moeten de toevoerdebieten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in alle droge ruimten van die zone.

Het totale toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan de som van de toevoerdebieten in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm of als er aanwezigheid wordt vastgesteld in één of meerdere droge ruimten van de zone. Het totale toevoerdebiet mag hoogstens 40% van de som van de toevoerdebieten in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm of wanneer geen aanwezigheid wordt vastgesteld in alle droge ruimten van de zone.

Opmerking: voor systemen A en C betekent dit dat alle automatisch geregelde natuurlijke toevoeropeningen, bijvoorbeeld gemotoriseerde toevoeropeningen, van de zone tegelijk worden geregeld. Voor systemen B en D betekent dit dat de mechanische toevoer in elke zone automatisch moet worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van een gemotoriseerde klep per zone.

3.3.2.2.3 *Centrale regeling van de toevoer*

Voor elke droge ruimte moet het toevoerdebiet centraal worden geregeld.

De toevoerdebieten moeten geregeld worden op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in alle droge ruimten.

Het totale toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan de som van de toevoerdebieten in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm of als er aanwezigheid wordt vastgesteld in één of meerdere ruimten. Het totale toevoerdebiet mag hoogstens 40% van de som van de toevoerdebieten in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm of wanneer geen aanwezigheid wordt vastgesteld in alle ruimten van de zone.

Opmerking: voor systemen A en C betekent dit dat alle automatisch geregelde natuurlijke toevoeropeningen, bijvoorbeeld gemotoriseerde toevoeropeningen, van de ventilatiezone z tegelijk moeten worden geregeld. Voor systemen B en D betekent dit dat de mechanische toevoer van de ventilatiezone automatisch moet worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van een ventilator met debietsregeling.

3.3.2.3 Systemen met semi-lokale detectie in elke slaapkamer

Alle slaapkamers moeten uitgerust zijn met hetzelfde type detector:

- of detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf;
- of aanwezigheidsdetector in de ruimte zelf.

3.3.2.3.1 Centrale regeling van de toevoer

Voor elke droge ruimte moet het toevoerdebiet centraal worden geregeld.

De toevoerdebieten moeten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in alle slaapkamers. Het totale toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan de som van de toevoerdebieten in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm of als er aanwezigheid wordt vastgesteld in één of meerdere slaapkamers. Het totale toevoerdebiet mag hoogstens 40% van de som van de toevoerdebieten in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm of wanneer geen aanwezigheid wordt vastgesteld in alle slaapkamers.

Het totale toevoerdebiet moet permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van de som van de toevoerdebieten van alle droge ruimten in nominale stand.

Opmerking: voor systemen A en C betekent dit dat alle automatisch geregelde natuurlijke toevoeropeningen, bijvoorbeeld gemotoriseerde toevoeropeningen, van de ventilatiezone z tegelijk moeten worden geregeld. Voor systemen B en D betekent dit dat de mechanische toevoer van de ventilatiezone automatisch moet worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van een ventilator met debietsregeling.

3.3.2.4 Systemen met semi-lokale detectie in de belangrijkste woonkamer en in de belangrijkste slaapkamer

De belangrijkste woonkamer en de belangrijkste slaapkamer moeten uitgerust zijn met hetzelfde type detector:

- of detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf;
- of aanwezigheidsdetector in de ruimte zelf.

3.3.2.4.1 Regeling van de toevoer in twee (dag/nacht) of meer zones

De toevoerdebieten van alle droge ruimten moeten in minstens één dagzone en minstens één nachtzone worden geregeld. Bijkomende zones zijn toegelaten op voorwaarde dat in elke zone één of meerdere ruimten zijn uitgerust met hetzelfde type detector als in de belangrijkste woonkamer en de belangrijkste slaapkamer.

In elke zone moeten de toevoerdebieten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten van die zone, die zijn uitgerust met een detector.

Het totale toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan de som van de toevoerdebieten in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

of als er aanwezigheid wordt vastgesteld in één of meerdere droge ruimten van de zone, die zijn uitgerust met een detector. Het totale toevoerdebiet mag hoogstens 40% van de som van de toevoerdebieten in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm of wanneer geen aanwezigheid wordt vastgesteld in alle droge ruimten van de zone, die zijn uitgerust met een detector.

In elke zone waarin droge ruimten aanwezig zijn die niet zijn uitgerust met een detector, moeten de toevoerdebieten permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van de toevoerdebieten in nominale stand.

Opmerking: voor systemen A en C betekent dit dat alle automatisch geregelde natuurlijke toevoeropeningen, bijvoorbeeld gemotoriseerde toevoeropeningen, van de zone tegelijk moeten worden geregeld. Voor systemen B en D betekent dit dat de mechanische toevoer in elke zone automatisch moet worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van gemotoriseerde kleppen per zone.

3.3.2.4.2 Centrale regeling van de toevoer

Voor elke droge ruimte moet het toevoerdebiet centraal worden geregeld.

De toevoerdebieten moeten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten die zijn uitgerust met een detector.

Het totale toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan de som van de toevoerdebieten in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm of als er aanwezigheid wordt vastgesteld in één of meerdere droge ruimten die zijn uitgerust met een detector. Het totale toevoerdebiet mag hoogstens 40% van de som van de toevoerdebieten in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm of wanneer geen aanwezigheid wordt vastgesteld in alle droge ruimten die zijn uitgerust met een detector.

De toevoerdebieten moeten permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van de toevoerdebieten in nominale stand in alle droge ruimten.

Opmerking: voor systemen A en C betekent dit dat alle automatisch geregelde natuurlijke toevoeropeningen, bijvoorbeeld gemotoriseerde toevoeropeningen, van de ventilatiezone z tegelijk moeten worden geregeld. Voor systemen B en D betekent dit dat de mechanische toevoer van de ventilatiezone automatisch moet worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van een ventilator met debietsregeling.

3.3.2.5 Systemen met centrale detectie in het afvoerkanaal of de afvoerkanalen

Elk afvoerkanaal of in voorkomend geval het gemeenschappelijk afvoerkanaal moet uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie. In dit geval is aanwezigheidsdetectie niet toegelaten.

De toevoerdebieten moeten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de afvoerkanalen (of in het gemeenschappelijk afvoerkanaal).

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

Het totale toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan de som van de toevoerdebieten in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 650 ppm. Het totale toevoerdebiet mag hoogstens 50% van de som van de toevoerdebieten in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 450 ppm.

3.3.2.6 *Andere systemen*

Volgende systemen vallen onder de categorie "Andere of geen **detectie** in de droge ruimten":

- alle andere systemen om de behoefte in de droge ruimten vast te stellen (in het bijzonder systemen met andere types van detector, zoals detectoren voor VOC);
- systemen die niet voldoen aan de eisen uit paragraaf § 3.3.2.2 tot 3.3.2.5;
- systemen zonder detectie van de behoefte in de droge ruimten.

Opmerking: zie ook § 3.3.1.1.

3.3.3 **Bijkomende eisen voor systemen met detectie van de behoefte in de natte ruimten en detectie van de behoefte in de droge ruimten**

Voor alle systemen die detectie van de behoefte in natte ruimten combineren met de detectie van de behoefte in droge ruimten, geldt:

- De afvoerdebieten worden prioritair bepaald op basis van de eisen in § 3.3.1;
- De toevoerdebieten worden prioritair bepaald op basis van de eisen in § 3.3.2;
- Het totale toevoerdebiet en het totale afvoerdebiet moeten daarnaast permanent aangepast zijn aan het hoogste van de twee, na toepassing van de bovenstaande regels.

3.4 **Ventilatiesystemen C met een regeling op de afvoer in functie van de behoefte in de droge ruimten**

Bij een ventilatiesysteem C is het ook mogelijk om onrechtstreeks de natuurlijke toevoer van de droge ruimten te regelen, via de regeling van de afvoer op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten.

Bij deze ventilatiesystemen C is het ook mogelijk om de natuurlijke toevoer in bepaalde droge ruimten te regelen, evenals om bijkomende mechanische afvoeropeningen te plaatsen in bepaalde droge ruimten (in allemaal of enkel in alle slaapkamers). Een regeling van de afvoer van de natte ruimten op basis van de behoefte in die natte ruimten, kan gecombineerd worden met deze systemen.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiele gebouwen (EPW)

Tabel [2]: $f_{\text{reduc,vent,heat,zone } z}$ voor ventilatiesystemen C met een regeling op de afvoer (en eventueel op de toevoer) in functie van de behoefte in de droge ruimten en eventueel in functie van de behoefte in de natte ruimten

Type detectie In de droge ruimten	Type regeling van de toevoer	Type regeling van de afvoer (op basis van de behoefte in de droge ruimten)	Type detectie in de natte ruimten		
			Lokale detectie		Andere detectie of Geen detectie
			Lokale regeling van de afvoer	Centrale regeling van de afvoer	
CO ₂ - lokaal: één of meerdere sensoren in elke droge ruimte	Lokaal, in de dagzone	Lokaal, in alle droge ruimten	0,40	0,44	0,48
	Geen		0,43	0,47	0,51
	Lokaal, in de dagzone	2 (dag/nacht) of meer zones	0,49	0,53	0,58
	Geen		0,60	0,65	0,70
CO ₂ - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in elke slaapkamer	Geen	Lokaal, in alle slaapkamers	0,50	0,55	0,59
CO ₂ - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in het gemeenschappelijk afvoerkanaal van alle slaapkamers	Geen	1 zone, in alle slaapkamers	0,61	0,66	0,71
CO ₂ - semi-lokaal: één of meerdere sensoren in de belangrijkste woonkamer en één of meerdere sensoren in de belangrijkste slaapkamer	Lokaal, in de dagzone	2 (dag/nacht) of meer zones of Centraal	0,61	0,66	0,71
	Geen	2 (dag/nacht) of meer zones of Centraal	0,79	0,85	0,91

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiele gebouwen (EPW)

CO₂ - Centraal: één of meerdere sensoren in het afvoerkanaal of de afvoerkanalen	Geen	Centraal	0,81	0,87	0,93
Andere of geen detectie in de droge ruimten	Geen	Geen, lokaal, per zone of centraal	0,90	0,95	1,00

3.4.1 Bijkomende eisen voor systemen met detectie van de behoefte in de natte ruimten

Zie § 3.3.1.

3.4.2 Bijkomende eisen voor systemen met detectie van de behoefte in de droge ruimten

3.4.2.1 Systemen met enkel detectie van de behoefte in de droge ruimten

Alle systemen die behoren tot de categorie "Andere of geen detectie in de natte ruimten" (de laatste kolom in Tabel [2]) moeten bovendien voldoen aan de volgende eis.

De afvoerdebieten van de natte ruimten moeten aan minstens één van de volgende eisen voldoen:

- Het totale afvoerdebiet van de natte ruimten moet permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 35% van de som van de afvoerdebieten in nominale stand.
- Het afvoerdebiet moet in elke natte ruimte permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van het afvoerdebiet van de ruimte in nominale stand.

3.4.2.2 Systemen met lokale detectie in elke droge ruimte

Elke droge ruimte moet uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf of, in voorkomend geval, in het afvoerkanaal van de ruimte.

3.4.2.2.1 Lokale regeling van de afvoer in alle droge ruimten (met bijkomende afvoeren) en regeling van de toevoer in de dagzone

De eisen uit § 3.4.2.2.2 zijn van toepassing.

Bovendien moet het toevoerdebiet in elke droge ruimte van de dagzone worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de ruimte. Het toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan het toevoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm. Het toevoerdebiet mag hoogstens 40% van het toevoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm.

Opmerking: dit betekent dat de natuurlijke toevoeropeningen automatisch moeten worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van gemotoriseerde kleppen.

3.4.2.2.2 Lokale regeling van de afvoer in alle droge ruimten (met bijkomende afvoeren)

Alle droge ruimten moeten uitgerust zijn met een bijkomende mechanische afvoer. Als een droge ruimte met een natte ruimte een enkel volume vormt (voorbeelden: woonkamer en open keuken, douche in een slaapkamer), mag de afvoer in de natte ruimte worden beschouwd als bijkomende afvoer van de droge ruimte.

De afvoerdebieten van alle droge ruimten moeten onafhankelijk van elkaar worden geregeld.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

In elke droge ruimte moet het afvoerdebiet worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de ruimte. Het afvoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan 30 m³/h als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm. Het afvoerdebiet mag hoogstens 5 m³/h bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm.

3.4.2.2.3 *Regeling van de afvoer in twee (dag/nacht) of meer zones en regeling van de toevoer in de dagzone*

De eisen uit § 3.4.2.2.4 zijn van toepassing.

Bovendien moet het toevoerdebiet in elke droge ruimte van de dagzone worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de ruimte. Het toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan het toevoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm. Het toevoerdebiet mag hoogstens 40% van het toevoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm.

Opmerking: dit betekent dat de natuurlijke toevoeropeningen automatisch moeten worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van gemotoriseerde kleppen.

3.4.2.2.4 *Regeling van de afvoer in twee (dag/nacht) of meer zones*

De afvoerdebieten moeten, op basis van de behoefte in de droge ruimten, in minstens één dagzone en minstens één nachtzone worden geregeld. Bijkomende zones zijn toegelaten op voorwaarde dat in elke zone minstens één of meerdere ruimten zijn uitgerust met hetzelfde type detector als in de belangrijkste woonkamer en de belangrijkste slaapkamer.

In elke zone, waarin alle droge ruimten zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de afvoerdebieten van de droge ruimten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten van die zone. In elke droge ruimte van de zone moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan 30 m³/h als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm in één of meerdere droge ruimten van de zone. In elke droge ruimte van de zone mag het afvoerdebiet hoogstens 5 m³/h bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm in alle droge ruimten van de zone.

In elke zone, waarin één of meerdere droge ruimten niet zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de afvoerdebieten van de natte ruimten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten van die zone. In elke natte ruimte moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan het debiet in nominale stand als de CO₂-concentratie in één of meerdere droge ruimten van de zone hoger is dan 950 ppm. In elke natte ruimte mag het afvoerdebiet hoogstens 40% van het afvoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie in alle droge ruimten van de zone lager is dan 550 ppm.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

3.4.2.3 Systemen met semi-lokale detectie in elke slaapkamer (met bijkomende afvoeren)

Alle slaapkamers moeten uitgerust zijn met een bijkomende mechanische afvoer. Als een droge ruimte met een natte ruimte een enkel volume vormt (voorbeeld: douche in een slaapkamer), mag de afvoer in de natte ruimte worden beschouwd als bijkomende afvoer van de droge ruimte.

Elke slaapkamer moet uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf of in het afvoerkanaal van de ruimte.

3.4.2.3.1 Lokale regeling van de afvoer in elke slaapkamer

De afvoerdebieten van alle slaapkamers moeten onafhankelijk van elkaar worden geregeld.

In elke slaapkamer moet het afvoerdebiet worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de slaapkamer. Het afvoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan 30 m³/h als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm. Het afvoerdebiet mag hoogstens 5 m³/h bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm.

3.4.2.4 Systemen met semi-lokale detectie in het gemeenschappelijk afvoerkanaal van alle slaapkamers (met bijkomende afvoeren)

Alle slaapkamers moeten uitgerust zijn met een bijkomende mechanische afvoer.

Als een droge ruimte met een natte ruimte een enkel volume vormt (voorbeeld: douche in een slaapkamer), mag de afvoer in de natte ruimte worden beschouwd als bijkomende afvoer van de droge ruimte.

Het gemeenschappelijk afvoerkanaal dat enkel alle slaapkamers bedient, moet uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie.

3.4.2.4.1 Regeling van de afvoer in één zone voor alle slaapkamers

De afvoerdebieten van alle slaapkamers moeten geregeld worden in één zone die minstens alle slaapkamers bevat.

In deze zone moeten de afvoerdebieten van alle slaapkamers worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in het gemeenschappelijk afvoerkanaal van de slaapkamers.

In elke slaapkamer van de zone moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan 30 m³/h als de CO₂-concentratie hoger is dan 650 ppm. In elke slaapkamer van de zone mag het afvoerdebiet hoogstens 5 m³/h bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 450 ppm.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

3.4.2.5 *Systemen met semi-lokale detectie in de belangrijkste woonkamer en in de belangrijkste slaapkamer*

De belangrijkste woonkamer en de belangrijkste slaapkamer moeten elk uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf of, in voorkomend geval, in het afvoerkanaal van de ruimte.

3.4.2.5.1 *Regeling van de afvoer van de droge ruimten of de natte ruimten in twee (dag/nacht) of meer zones en regeling van de toevoer in de dagzone*

De eisen uit § 3.4.2.5.2 zijn van toepassing.

Bovendien moet elke droge ruimte van de dagzone uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf of, in voorkomend geval, in het afvoerkanaal van de ruimte.

In elke droge ruimte van de dagzone moet het toevoerdebiet worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de ruimte. Het toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan het toevoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm. Het toevoerdebiet mag hoogstens 40% van het toevoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm.

Opmerking: dit betekent dat de natuurlijke toevoeropeningen automatisch moeten worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van gemotoriseerde kleppen.

3.4.2.5.2 *Regeling van de afvoer van de droge ruimten of de natte ruimten in twee (dag/nacht) of meer zones*

De afvoerdebieten moeten, op basis van de behoefte in de droge ruimten, in minstens één dagzone en minstens één nachtzone worden geregeld. Bijkomende zones zijn toegelaten op voorwaarde dat in elke zone minstens één of meerdere ruimten zijn uitgerust met hetzelfde type detector als in de belangrijkste woonkamer en de belangrijkste slaapkamer.

In elke zone waarin alle droge ruimten zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de afvoerdebieten van de droge ruimten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten van die zone, die zijn uitgerust met een detector. In elke droge ruimte van de zone moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan 30 m³/h als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm in één of meerdere droge ruimten van de zone, die zijn uitgerust met een detector. In elke droge ruimte van de zone mag het afvoerdebiet hoogstens 5 m³/h bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm in alle droge ruimten van de zone, die zijn uitgerust met een detector.

In elke zone waarin één of meerdere droge ruimten niet zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de afvoerdebieten van de natte ruimten worden geregeld op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten van die zone, die zijn uitgerust met een detector. In elke natte ruimte moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan het afvoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm in één of meerdere droge ruimten van de zone, die zijn uitgerust met een detector. In elke natte ruimte mag het afvoerdebiet hoogstens 40% van het afvoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm in alle droge ruimten van de zone, die zijn uitgerust met een detector.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

In elke zone waarin droge ruimten aanwezig zijn die niet zijn uitgerust met een detector, moet het totale mechanische afvoerdebiet van de zone permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van de som van de afvoerdebieten in die zone in nominale stand.

3.4.2.5.3 *Centrale regeling van de afvoer van de droge ruimten of de natte ruimten en regeling van de toevoer in de dagzone*

De eisen uit § 3.4.2.5.4 zijn van toepassing.

Bovendien moet elke droge ruimte van de dagzone uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie in de ruimte zelf of, in voorkomend geval, in het afvoerkanaal van de ruimte.

In elke droge ruimte van de dagzone moet het toevoerdebiet worden geregeld op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in de ruimte. Het toevoerdebiet moet groter zijn dan of gelijk zijn aan het toevoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm. Het toevoerdebiet mag hoogstens 40% van het toevoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm.

Opmerking: dit betekent dat de natuurlijke toevoeropeningen automatisch moeten worden geregeld, bijvoorbeeld aan de hand van gemotoriseerde kleppen.

3.4.2.5.4 *Centrale regeling van de afvoer van de droge ruimten of de natte ruimten*

Als alle droge ruimten zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de debieten van deze afvoeren centraal geregeld worden, op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten die zijn uitgerust met een detector. In elke droge ruimte moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan 30 m³/h als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm in één of meerdere droge ruimten die zijn uitgerust met een detector. In elke droge ruimte mag het afvoerdebiet hoogstens 5 m³/h bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm in alle droge ruimten die zijn uitgerust met een detector.

Als één of meerdere droge ruimten niet zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de afvoerdebieten van de natte ruimten centraal geregeld worden, op basis van de hoogste behoefte die wordt gedetecteerd in de droge ruimten die zijn uitgerust met een detector. In elke natte ruimte moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan het afvoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 950 ppm in één of meerdere droge ruimten die zijn uitgerust met een detector. In elke natte ruimte mag het afvoerdebiet hoogstens 40% van het afvoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 550 ppm in alle droge ruimten die zijn uitgerust met een detector.

In elke zone waarin droge ruimten aanwezig zijn die niet zijn uitgerust met een detector, moet het totale mechanische afvoerdebiet permanent groter zijn dan of gelijk zijn aan 30% van de som van de afvoerdebieten in nominale stand.

3.4.2.6 *Systemen met centrale detectie in het gemeenschappelijk afvoerkanaal*

Het gemeenschappelijk afvoerkanaal van de ventilatiezone z moet uitgerust zijn met minstens een detector voor de CO₂-concentratie.

Bijlage 1 - Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

3.4.2.6.1 Centrale regeling van de afvoer van de droge ruimten of de natte ruimten

Als alle droge ruimten zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de debieten van deze afvoeren centraal geregeld worden, op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in het gemeenschappelijk afvoerkanaal. In elke droge ruimte moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan 30 m³/h als de CO₂-concentratie hoger is dan 650 ppm. In elke droge ruimte mag het afvoerdebiet hoogstens 5 m³/h bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 450 ppm.

Als één of meerdere droge ruimten niet zijn uitgerust met een bijkomende mechanische afvoer, moeten de afvoerdebieten van de natte ruimten centraal geregeld worden, op basis van de behoefte die wordt gedetecteerd in het gemeenschappelijk afvoerkanaal. In elke natte ruimte moet het afvoerdebiet groter zijn dan of gelijk zijn aan het afvoerdebiet in nominale stand als de CO₂-concentratie hoger is dan 650 ppm. In elke natte ruimte mag het afvoerdebiet hoogstens 50% van het afvoerdebiet in nominale stand bedragen als de CO₂-concentratie lager is dan 450 ppm.

3.4.3 Bijkomende eisen voor systemen met detectie van de behoefte in de natte ruimten en detectie van de behoefte in de droge ruimten

Voor alle systemen die detectie van de behoefte in natte ruimten combineren met de detectie van de behoefte in droge ruimten, geldt:

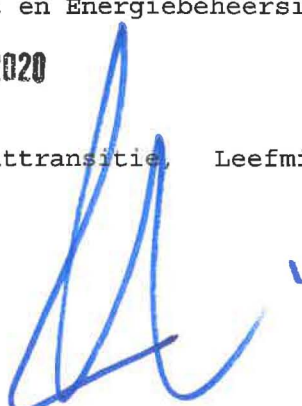
- De afvoerdebieten van de natte ruimten worden bepaald op basis van de eisen in §3.4.1;
- De afvoerdebieten van de droge en/of natte ruimten worden bepaald op basis van de eisen in §3.4.2;
- Indien de twee methodes tot een verschillend resultaat leiden, zijn de hoogste afvoerdebieten van toepassing.

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende uitvoering van bijlagen XXI en XXII 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 en houdende uitvoering van 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

Brussel, ...

10 DEC. 2020

De Minister van Klimaattransitie, Leefmilieu, Energie en Participatieve
democratie
Alain MARON



Annexe 2 - Règles pour déterminer l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive

1 Avant-propos

Ce document fixe les règles qui doivent être respectées lors de la détermination de l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive dans le cadre de la Réglementation PEB.

2 Définitions

- **Terrain adjacent** : partie de terrain non construite, publique ou semi-publique, accessible et adjacente au bâtiment.
- **Hauteur pour descendre** : distance verticale entre le point le plus bas de la partie ouvrante et le plancher (adjacent) du logement situé juste dessous.
- **Surface d'accessibilité** : surface à partir de laquelle une surface d'accessibilité suivante ou une surface d'effraction peut être atteinte.
- **Surface d'effraction** : partie de la surface d'une toiture ou d'une façade qui, à partir d'une surface d'accessibilité, est accessible pour les cambrioleurs.

3 Règles pour la détermination de l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive

3.1 Accessibilité des ouvertures de ventilation intensive

Les ouvertures de ventilation intensive sont considérées accessibles depuis l'extérieur si elles sont situées totalement ou partiellement dans la paroi extérieure de l'unité PER jusqu'à une hauteur maximale de 2,4 m à partir du terrain ou de l'étendue d'eau adjacent(e) (Figure 1A).

De plus, les ouvertures de ventilation intensive sont également considérées accessibles depuis l'extérieur si elles sont situées totalement ou partiellement dans une surface d'effraction de l'unité PER.

Les ouvertures de ventilation intensive sont considérées non accessibles depuis l'extérieur si la hauteur pour descendre dans (ou vers) le logement est supérieure à 3,5 m (Figure 1B).

Annexe 2 - Règles pour déterminer l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive

Figure 1A : Les ouvertures sont considérées accessibles si elles sont situées totalement ou partiellement dans la paroi extérieure de l'unité PER jusqu'à une hauteur maximale de 2,4 m à partir du terrain ou de l'étendue d'eau adjacente (e).

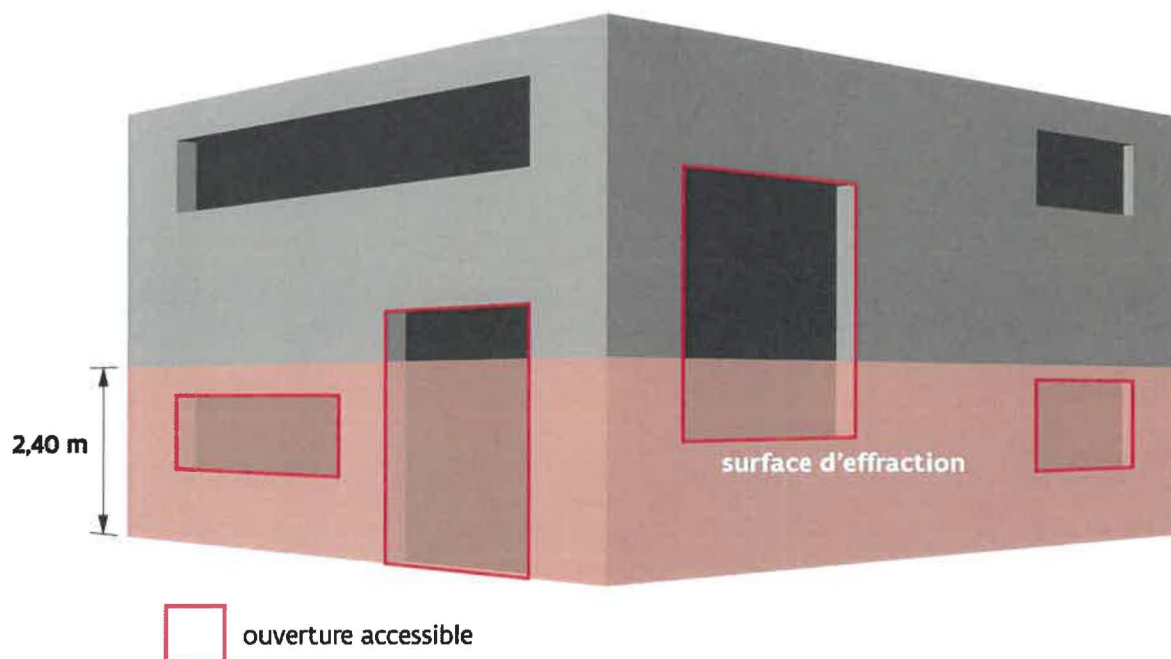
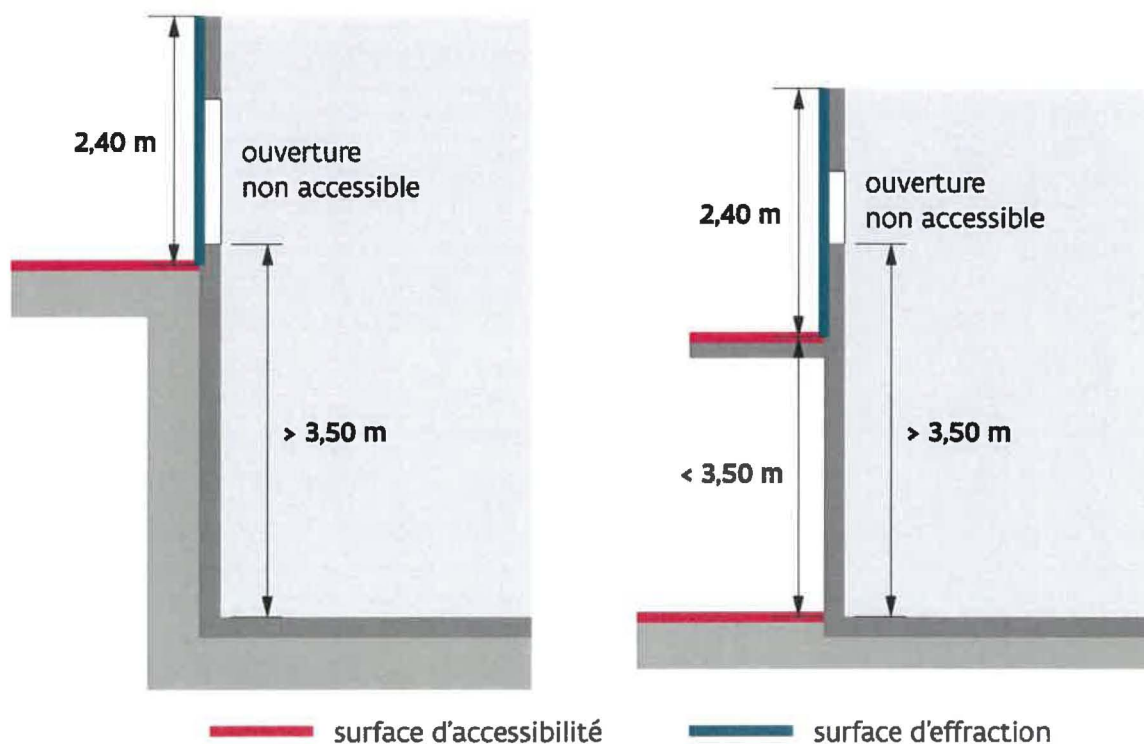


Figure 1B : Les ouvertures sont considérées non accessibles si la hauteur pour descendre dans (ou vers) le logement est supérieure à 3,5 m, même si l'ouverture est située dans une surface d'effraction.



Annexe 2 - Règles pour déterminer l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive

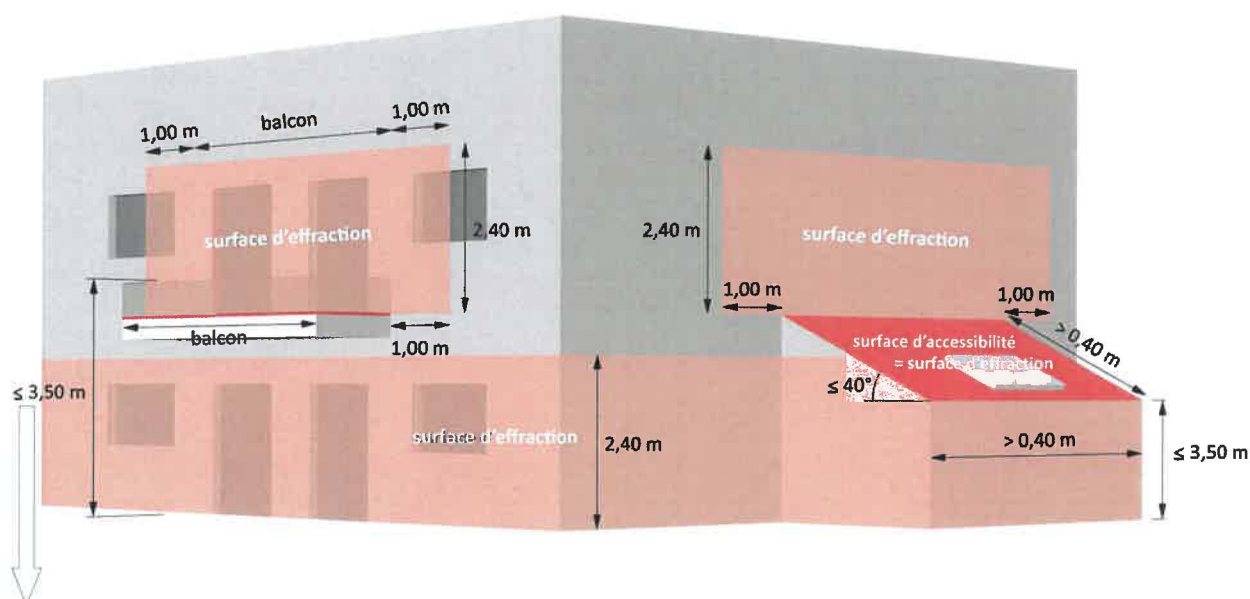
3.2 La surface d'effraction

Une surface d'effraction est une partie de la surface d'une toiture ou d'une façade qui est accessible pour les cambrioleurs à partir d'une surface d'accessibilité.

La surface d'effraction a une largeur égale à la largeur de la surface d'accessibilité augmentée d'1,0 m de chaque côté, et une hauteur de 2,4 m par rapport à la surface d'accessibilité (Figure 2A).

De plus, une surface de toiture inclinée avec une pente maximale de 40° est considérée comme une surface d'effraction, même s'il s'agit également d'une surface d'accessibilité (selon le § 3.3). Dans ce cas, une surface d'accessibilité peut en même temps être une surface d'effraction (Figure 2A).

Figure 2A : Représentation de surfaces d'effraction possibles

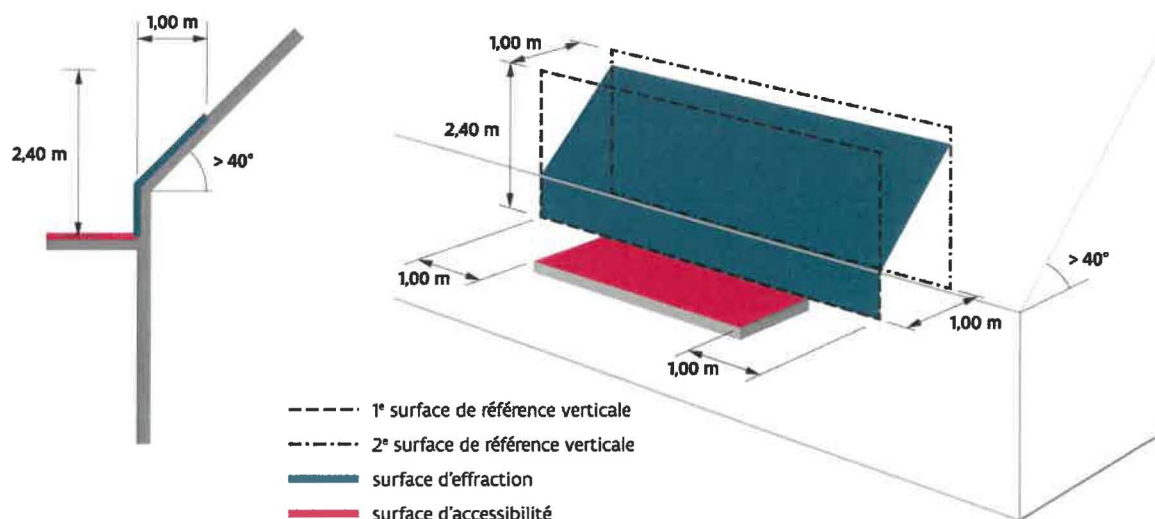


En cas d'écartement par rapport à la surface inclinée d'une toiture ou d'une façade, avec une pente supérieure à 40° , la surface d'effraction est déterminée selon la méthode de projection à l'aide de deux surfaces de référence verticales :

- première surface de référence verticale : surface imaginaire verticale dont la largeur est égale à la largeur de la surface d'accessibilité augmentée d'1,0 m de chaque côté et qui présente une hauteur de 2,4 m à partir de la surface d'accessibilité. La première surface de référence se trouve au bord de la surface d'accessibilité la plus proche de la surface de la toiture ou de la façade ;
- deuxième surface de référence verticale : surface imaginaire verticale, infiniment grande, située à 1,0 m de la première surface de référence verticale.

La surface d'effraction est la partie de la projection horizontale de la première surface de référence verticale sur la paroi extérieure qui se trouve entre la surface d'accessibilité et la deuxième surface de référence verticale (Figure 2B).

Figure 2B : Méthode de projection à l'aide de 2 surfaces de référence verticale



3.3 La surface d'accessibilité

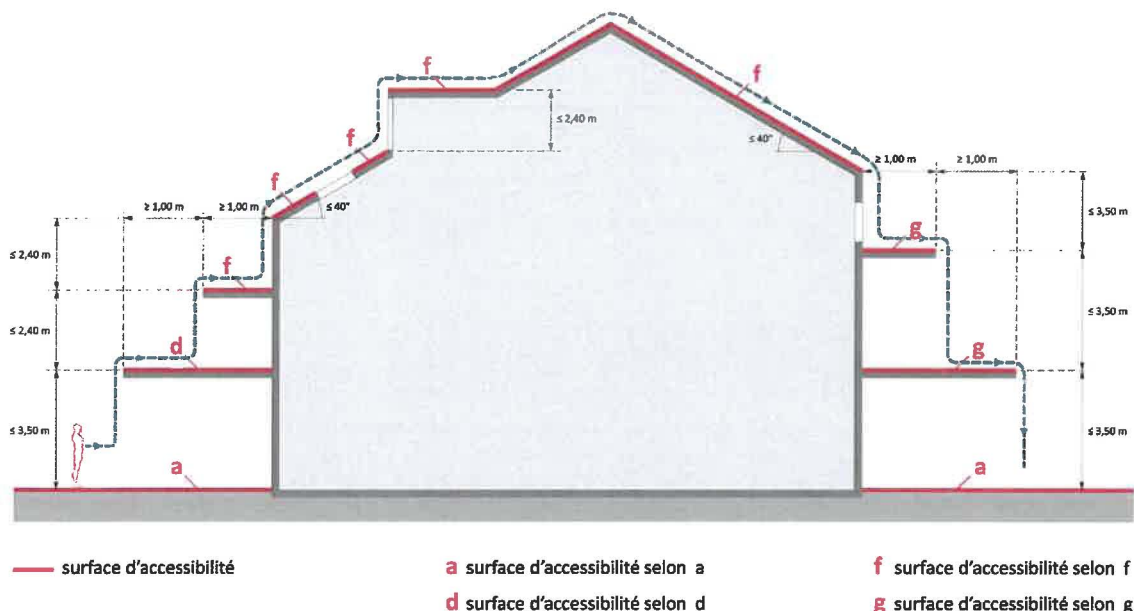
Une surface d'accessibilité est une surface à partir de laquelle une surface d'accessibilité suivante ou une surface d'effraction peut être atteinte.

Une surface présentant une pente maximale de 40° et ayant la capacité de supporter un poids d'au moins 50 kg, est une surface d'accessibilité dans les cas suivant (Figure 3).

- La surface est le terrain et/ou l'étendue d'eau adjacent(e).
- La surface est un plancher d'un passage commun d'un bâtiment résidentiel.
- La surface est accessible depuis le terrain adjacent par un escalier fixe.
- La surface est une zone de minimum 0,4 m x 0,4 m, située à maximum 3,5 m au-dessus du terrain et/ou de l'étendue d'eau adjacent(e).
- La surface est une zone de minimum 0,4 m x 0,4 m, située à maximum 3,5 m au-dessus d'un plancher d'un passage commun d'un bâtiment résidentiel et en retrait sur minimum 1,0 m, au moins d'un côté, par rapport au bord du plancher sous-jacent dans le lieu de passage commun d'un bâtiment résidentiel.
- La surface est une zone de minimum 0,4 m x 0,4 m, située à maximum 2,4 m au-dessus de la surface d'accessibilité précédente et en retrait sur minimum 1,0 m, au moins d'un côté, par rapport au bord de la surface d'accessibilité précédente.
- La surface est une zone de minimum 1,0 m x 0,4 m, située à maximum 3,5 m en dessous de la surface d'accessibilité précédente et en saillie sur minimum 1,0 m, au moins d'un côté, par rapport au bord de la surface d'accessibilité précédente.

Annexe 2 - Règles pour déterminer l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive

Figure 3 : Représentations de surfaces d'accessibilité possibles



Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel portant exécution des annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments et portant exécution de l' Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Bruxelles, le...

10 DEC 2020

Le Ministre de la Transition climatique, de l'Environnement, de l'Energie et de la Démocratie participative

Alain MARON

ANNEXE 3 - PRISE EN COMPTE D'UN COMBILUS DANS LE CADRE DE LA RÉGLEMENTATION PEB

AVANT-PROPOS	2
1 DÉTERMINATION DES BESOINS BRUTS EN ÉNERGIE.....	2
1.1 Besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage	2
1.2 Besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire	3
1.3 Rendement mensuel d'un combilus	6
1.3.1 <i>Combilus utilisé toute l'année</i>	6
1.3.2 <i>Combilus utilisé uniquement pendant la période hivernale</i>	16
2 DÉTERMINATION DE LA CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE.....	17
2.1 Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage	17
2.2 Consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire ...	17
2.2.1 <i>Combilus utilisé toute l'année</i>	17
2.2.2 <i>Combilus utilisé uniquement pendant la période hivernale</i>	18
2.3 Rendement de production des secteurs énergétiques et des points de puisage alimentés par un combilus	19
3 DÉTERMINATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE.....	22
4 DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE RÉFÉRENCE POUR LA CONTRIBUTION DU RENDEMENT DE SYSTÈME DES DÉPERDITIONS MENSUELLES D'UNE CONDUITE DE CIRCULATION OU D'UN COMBILUS	26
5 DÉTERMINATION DE LA VALEUR DE RÉFÉRENCE POUR LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ POUR LA DISTRIBUTION DES CIRCULATEURS D'UN SYSTÈME COMBILUS QUI DESSERT UNE UNITÉ PEN	27
5.1 Détermination de la valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant au chauffage	27
5.2 Détermination de la valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant à la distribution d'eau chaude sanitaire	27
6 ÉMISSIONS MENSUELLES DE CO ₂ RÉSULTANT DU CHAUFFAGE DES LOCAUX ET DE LA PRÉPARATION D'EAU CHAUDE SANITAIRE PAR UN COMBILUS	28

Avant-propos

Par combilus, on entend ici une boucle de circulation qui sert à la fois pour l'eau chaude sanitaire et pour le chauffage des locaux. La chaleur pour l'eau chaude sanitaire est fournie à un ballon d'eau chaude (boiler satellite) ou à un échangeur de chaleur. Dans la suite de ce document, l'échangeur de chaleur sera nommé 'le dispositif de distribution'.

Le texte qui suit décrit comment les besoins bruts et la consommation finale en énergie des secteurs énergétiques (chauffage des locaux) et des points de puisage (eau chaude sanitaire) concernés doivent être déterminés dans le cas de l'application d'un combilus. Deux situations sont envisagées :

- le combilus est utilisé toute l'année : pour le chauffage des locaux et l'eau chaude sanitaire pendant les mois d'hiver et pour l'eau chaude sanitaire pendant les mois d'été ;
- les ballons d'eau chaude des unités PEB (boilers satellites) sont équipés de résistances électriques et le combilus est uniquement utilisé pendant les mois d'hiver pour le chauffage des locaux et la production d'eau chaude sanitaire. Pendant les mois d'été, lorsque la demande en énergie nette pour le chauffage des locaux est nulle, les résistances électriques des ballons d'eau chaude sont utilisées pour produire de l'eau chaude sanitaire.

Le combilus fonctionne lorsque la pompe de circulation est activée. Comme le combilus est utilisé pour l'eau chaude sanitaire, le système est considéré fonctionner en continu (soit toute l'année, soit seulement pendant les mois d'hiver) et il ne faut pas présumer d'un mode de fonctionnement où le système peut être à l'arrêt quelques heures par jour.

1 Détermination des besoins bruts en énergie

1.1 Besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage

Les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , $Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$, sont donnés par :

$$\text{Eq. 33} \quad Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{sys,combi,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i , déterminés selon le § 7.2 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 5.3 de l'annexe PEN pour les unités PEN ;
$\eta_{\text{sys,combi,heat,sec } i,m}$	le rendement mensuel moyen du système pour le chauffage du secteur énergétique i , en tenant compte de la présence du combilus, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-).

Le rendement mensuel moyen du système pour le chauffage du secteur énergétique i , en tenant compte de la présence du combilus, $\eta_{\text{sys,combi,heat,sec } i,m}$, est donné par :

- pour les secteurs énergétiques des unités PER :

$$\text{Eq. 34} \quad \eta_{\text{sys,combi,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{combi,m}} \quad (-)$$

• pour les secteurs énergétiques des unités PEN :

$$\text{Eq. 35} \quad \eta_{\text{sys,combi,heat,seci,m}} = \eta_{\text{sys,heat}} \cdot \eta_{\text{combi,m}} \quad (-)$$

avec :

$\eta_{\text{em,heat,sec i,m}}$	le rendement mensuel moyen d'émission du secteur énergétique i, (-), pour lequel les valeurs pour la catégorie 'chauffage central' du § 9.2.2.2 de l'annexe PER doivent être considérées, pour le cas où un décompte individuel des coûts de chauffage est établi par unité PEB sur la base d'une mesure individuelle des consommations réelles. S'il n'y a pas de décompte individuel réel des coûts de chauffage, les valeurs relatives à la catégorie 'chauffage central' doivent être multipliées par un facteur de réduction de 0,9. Dans le cas d'un combilus, les facteurs de correction pour le chauffage collectif ne sont pas d'application ;
$\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$	le rendement mensuel moyen de distribution du secteur énergétique i, (-), déterminé selon le § 9.2.2.3 de l'annexe PER. Seules les conduites pour le chauffage, à compter à partir du point d'embranchement du combilus, doivent être considérées ;
$\eta_{\text{EPstor,heat,sec i,m}}$	le rendement mensuel moyen de stockage du secteur énergétique i, au niveau de l'unité PEB. Il doit être déterminé comme $\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$ du § 9.2.2.4 de l'annexe PER mais où seuls les ballons d'eau chaude pour le chauffage des locaux situés entre le combilus et le secteur énergétique i sont pris en considération, (-) ;
$\eta_{\text{combi,m}}$	le rendement mensuel du combilus, déterminé selon le § 1.3, (-) ;
$\eta_{\text{sys,heat}}$	le rendement du système de chauffage, déterminé selon le § 6.3 de l'annexe PEN, (-).

1.2 Besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire

Les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire de, respectivement, la douche ou la baignoire i, l'évier de cuisine j et un autre point de puisage k, doivent être déterminés comme suit :

$$\text{Eq. 36} \quad Q_{\text{water,bathi,gross,m}} = r_{\text{water,bathi,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,bathi,net,m}}}{\eta_{\text{sys,combi,water,bathi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 37} \quad Q_{\text{water,sink j,gross,m}} = r_{\text{water,sink j,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,sink j,net,m}}}{\eta_{\text{sys,combi,water,sink j,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 38} \quad Q_{\text{water,other k,gross,m}} = r_{\text{water,other k,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,other k,net,m}}}{\eta_{\text{sys,combi,water,other k,m}}} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$r_{\text{water,bath i,gross}}$	un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le(s) appareil(s) producteur(s) de
---------------------------------	---

chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou à une baignoire i, par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-) ;

$Q_{water,bath\ i,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 7.3 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe PEN pour les unités PEN, en MJ ;

$\eta_{sys,combi,water,bath\ i,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, en tenant compte de la présence du combilus, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$r_{water,sink\ j,gross}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le(s) appareil(s) producteur(s) de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine j, par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-).

$Q_{water,sink\ j,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine j, déterminés selon le § 7.3 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe PEN pour les unités PEN, en MJ ;

$\eta_{sys,combi,water,sink\ j,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine j, en tenant compte de la présence du combilus, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;

$r_{water,other\ k,gross}$ un facteur de réduction pour l'effet du préchauffage de l'amenée d'eau froide vers le(s) appareil(s) producteur(s) de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage k, par récupération de la chaleur de l'évacuation, à déterminer selon des règles déterminées par le Ministre, (-).

$Q_{water,other\ k,net,m}$ les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage k, déterminés selon le § 5.10 de l'annexe PEN, en MJ ;

$\eta_{sys,combi,water,other\ k,m}$ le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage k, en tenant compte de la présence du combilus, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-).

Le rendement mensuel moyen du système pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, d'un évier de cuisine j et d'un autre point de puisage k, en tenant compte de la présence du combilus, $\eta_{sys,combi,water,bath\ i,m}$, $\eta_{sys,combi,water,sink\ j,m}$ et $\eta_{sys,combi,water,other\ k,m}$, est déterminé comme suit.

- Si le rendement de production du combilus (voir § 2.3) est déterminé sur base du § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors on a :

$$\text{Eq. 39} \quad \eta_{sys,combi,water,bath\ i,m} = \eta_{tubing,bath\ i} \cdot \eta_{combi,m} \cdot \eta_{EPstor,water,bath\ i,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 40} \quad \eta_{sys,combi,water,sink\ j,m} = \eta_{tubing,sink\ j} \cdot \eta_{combi,m} \cdot \eta_{EPstor,water,sink\ j,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 41} \quad \eta_{sys,combi,water,other\ k,m} = \eta_{tubing,other\ k} \cdot \eta_{combi,m} \cdot \eta_{EPstor,water,other\ k,m} \quad (-)$$

- Si le rendement de production du combilus (voir § 2.3) n'est pas déterminé sur base du § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors on a :

$$\text{Eq. 42} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i} \cdot \eta_{\text{combi,m}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 43} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,sink } j,m} = \eta_{\text{tubing,sink } j} \cdot \eta_{\text{combi,m}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 44} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,other } k,m} = \eta_{\text{tubing,other } k} \cdot \eta_{\text{combi,m}} \quad (-)$$

avec :

$\eta_{\text{tubing,bath } i}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers une douche ou une baignoire i , telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{\text{combi,m}}$	le rendement mensuel du combilus, déterminé selon le § 1.3, (-) ;
$\eta_{\text{EPstor,water,bath } i,m}$	le rendement mensuel de stockage pour la douche ou la baignoire i au niveau de l'unité PEB, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$\eta_{\text{tubing,sink } j}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers un évier de cuisine j , telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{\text{EPstor,water,sink } i,m}$	le rendement mensuel de stockage pour l'évier de cuisine j au niveau de l'unité PEB, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
$\eta_{\text{tubing,other } k}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers un autre point de puisage k , telle que déterminée au § 6.5 de l'annexe PEN, (-) ;
$\eta_{\text{EPstor,water,other } k,m}$	le rendement mensuel de stockage pour un autre point de puisage k au niveau de l'unité PEB, tel que déterminé ci-dessous, (-).

Le rendement mensuel de stockage au niveau de l'unité PEB, $\eta_{\text{EPstor,water,m}}$, avec l'indice 'bath i ', 'sink j ' ou 'other k ', selon le cas, est déterminé comme suit.

- Si aucun ballon d'eau chaude ne se situe entre le combilus et la douche ou une baignoire i , l'évier de cuisine j ou un autre point de puisage k , alors on a :

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

- S'il y a bien un ballon d'eau chaude entre le combilus et la douche ou une baignoire i , l'évier de cuisine j ou un autre point de puisage k et que le rendement de production du combilus (voir § 2.3) est déterminé sur base du § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors on a :

$$\text{Eq. 45} \quad \eta_{\text{EPstor,water,m}} = \frac{\sum \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubing,bath } i}} + \sum \frac{Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubing,sink } j}} + \sum \frac{Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubing,other } k}}}{\left(\sum \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubing,bath } i}} + \sum \frac{Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubing,sink } j}} + \sum \frac{Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}}{\eta_{\text{tubing,other } k}} + Q_{\text{loss,stor,water,m}} \right)} \quad (-)$$

où :

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i , déterminés selon le § 7.3 de l'annexe PER, en MJ ;
$\eta_{\text{tubing,bath } i}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers une douche ou une baignoire i , déterminée selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, (-) ;
$Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine j , déterminés selon le § 7.3 de l'annexe PER, en MJ ;
$\eta_{\text{tubing,sink } j}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers un évier de cuisine j , déterminée selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, (-) ;
$Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage k , déterminés selon le § 7.3 de l'annexe PER, en MJ ;
$\eta_{\text{tubing,other } k}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers un autre point de puisage k , déterminée selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, (-) ;
$Q_{\text{loss,stor,water},m}$	les pertes mensuelles de stockage du ballon d'eau chaude, déterminées selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, en MJ.

Il faut faire une somme sur toutes les douches et toutes les baignoires i , éviers de cuisine j et autres points de puisage k qui sont connectés au ballon d'eau chaude.

- S'il y a bien un ballon d'eau chaude entre le combilus et la douche ou une baignoire i , l'évier de cuisine j ou un autre point de puisage k mais que le rendement de production du combilus (voir § 2.3) n'est pas déterminé sur base du § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors on a :

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

1.3 Rendement mensuel d'un combilus

Le rendement mensuel d'un combilus est déterminé par :

- le § 1.3.1 lorsque le combilus est utilisé toute l'année ;
- le § 1.3.2 lorsque le combilus est utilisé uniquement pendant les mois d'hiver et la fourniture d'eau chaude sanitaire pendant les mois d'été est assurée par des résistances électriques dans les ballons d'eau chaude des unités PEB (boilers satellites).

1.3.1 Combilus utilisé toute l'année

La valeur mensuelle du rendement du combilus est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 46} \quad \eta_{\text{combi},m} = \frac{Q_{\text{out,combi},m}}{Q_{\text{out,combi},m} + f_{\text{ctrl,combi}} \cdot (Q_{\text{loss,combi,EP},m} + Q_{\text{loss,combi,nEP},m})} \quad (-)$$

avec :

$$\text{Eq. 47} \quad Q_{\text{loss,combi,EP},m} = f_{\text{insul,combi}} \cdot \sum_i Q_{\text{loss,combi,EP,segm } i,m} + \sum_k Q_{\text{loss,combi,EP,hx } k,m} + \sum_o Q_{\text{loss,combi,EP,stor } o,m} \quad (\text{MJ})$$

Eq. 48
$$Q_{loss,combi,nEP,m} = f_{insul,combi} \cdot \sum_j Q_{loss,combi,nEP,segm\ j,m} + \sum_n Q_{loss,combi,nEP,hx\ n,m} + \sum_p Q_{loss,combi,nEP,stor\ p,m} \quad (MJ)$$

et avec :

$Q_{out,combi,m}$	l'émission de chaleur mensuelle du combilus, déterminée selon le § 1.3.1.1, en MJ ;
$f_{ctrl,combi}$	un facteur de correction pour prendre en compte l'effet d'une gestion et d'une présence éventuelle de stockage local d'eau chaude sanitaire dans le combilus, déterminé selon le Tableau [2], (-) ;
$Q_{loss,combi,EP,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du combilus situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, en MJ ;
$Q_{loss,combi,nEP,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du combilus non situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, en MJ ;
$f_{insul,combi}$	un facteur de correction pour prendre en compte l'effet des ponts thermiques sur la résistance thermique des segments du combilus, déterminé comme $f_{insul,circ\ k}$ au § 9.3.2.2 de l'annexe PER en remplaçant l'indice "circ k" par "combi" et les mots "la conduite de circulation k" par "le combilus", (-) ;
$Q_{loss,combi,EP,segm\ i,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du segment i, situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, et qui fait partie du combilus ou de la conduite entre l'appareil producteur de chaleur et le combilus, déterminées selon le § 1.3.1.2, en MJ ;
$Q_{loss,combi,nEP,segm\ j,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du segment j, non situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, et qui fait partie du combilus ou de la conduite entre l'appareil producteur de chaleur et le combilus, déterminées selon le § 1.3.1.2, en MJ ;
$Q_{loss,combi,EP,hx\ k,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du dispositif de distribution k, situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, du combilus, déterminées selon le § 1.3.1.3, en MJ ;
$Q_{loss,combi,nEP,hx\ n,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du dispositif de distribution n, non situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, du combilus, déterminées selon le § 1.3.1.3, en MJ ;
$Q_{loss,combi,EP,stor\ o,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du ballon d'eau chaude o, situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, du combilus, déterminées selon le § 1.3.1.4, en MJ ;
$Q_{loss,combi,nEP,stor\ p,m}$	les pertes de chaleur mensuelles du ballon d'eau chaude p, non situé dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles, du combilus, déterminées selon le § 1.3.1.4, en MJ.

Pour la détermination de $Q_{loss,combi,EP,m}$, il faut effectuer une somme sur :

- tous les segments i du combilus et de la conduite entre l'appareil producteur de chaleur et le combilus et qui sont situés dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles ;
- tous les dispositifs de distribution k du combilus qui sont situés dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles ;
- tous les ballons d'eau chaude o qui font partie du combilus et qui sont situés dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles.

Pour la détermination de $Q_{loss,combi,nEP,m}$, il faut effectuer une somme sur :

- tous les segments j du combilus et de la conduite entre l'appareil producteur de chaleur et le combilus et qui ne sont pas situés dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles ;
- tous les dispositifs de distribution n du combilus qui ne sont pas situés dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles ;
- tous les ballons d'eau chaude p qui font partie du combilus et qui ne sont pas situés dans une unité PER, une unité PEN, une unité PEB d'habitation qui n'est pas une unité PER ou dans des unités PEB non résidentielles.

Dans le calcul des pertes du combilus, il faut considérer une température de l'eau minimale de 60°C dans le combilus. Les systèmes innovants qui, d'une manière intelligente garantiraient une température moyenne plus basse dans le combilus, peuvent être traités par le biais d'une demande d'équivalence. Cela ne s'applique pas aux systèmes équipés d'un simple thermostat ou aux systèmes avec régulation de débit repris au Tableau [2].

**Tableau [2] : Valeur du facteur de correction $f_{ctrl,combi}$
en fonction du type de combilus**

Type de combilus	$f_{ctrl,combi}$ (-)
Sans stockage local d'eau chaude sanitaire et sans régulation de débit	1
Sans stockage local d'eau chaude sanitaire et avec régulation de débit centralisée au niveau de la production	0,9
Sans stockage local d'eau chaude sanitaire et avec régulation de débit décentralisée à la fin de chaque collecteur principal, où, pour au moins 80% des dispositifs de distribution du combilus, la conduite de dérivation qui relie le collecteur principal au dispositif de distribution n'est pas plus longue que 2 mètres (1) (2)	0,8
Sans stockage local d'eau chaude sanitaire et avec régulation de débit local au niveau d'au moins 80% des dispositifs de distribution du combilus (2)	0,75
Avec stockage local d'eau chaude sanitaire et sans régulation de débit	1,05
Avec stockage local d'eau chaude sanitaire et régulation de débit centralisée au niveau de la production, décentralisée à la fin de chaque collecteur principal ou locale au niveau de chaque sous-station	0,9
Tous les autres cas (cette valeur est aussi la valeur par défaut)	1,05

- (1) Il n'y a pas de débit dans les dispositifs de distribution lorsqu'il n'y a pas de demande de chaleur.
- (2) Pour pouvoir être considéré comme un combilus avec régulation de débit décentralisée ou local, le système doit au moins satisfaire aux conditions techniques suivantes.
- Il ne peut pas y avoir de courts-circuits entre les conduites de départ et de retour du combilus ; en d'autres termes, dans le combilus, l'eau chaude peut s'écouler de la conduite de départ vers la conduite de retour qu'en passant par un des dispositifs de distribution du système ou par un by-pass thermostatique à l'extrémité de chaque collecteur principal.
 - La sélection et la régulation des circulateurs du combilus ne peuvent s'opposer à la mise à l'arrêt des dispositifs de distribution ou au by-pass thermostatique. Pour cela, la régulation pour contrôler la vitesse de la pompe doit être équipée avec les sondes appropriées pour la lecture de différence de pression et/ou la différence de température entre le départ et le retour.

1.3.1.1 Émission de chaleur mensuelle du combilus

L'émission de chaleur mensuelle du combilus, $Q_{out,combi,m}$, est donnée par :

$$Q_{out,combi,m} = \left(\begin{aligned} & \sum_i \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{tubing,bath\ i} \cdot \eta_{EPstor,water,bath\ i,m}} \\ & + \sum_i \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{tubing,sink\ i} \cdot \eta_{EPstor,water,sink\ i,m}} \\ & + \sum_i \frac{Q_{water,other\ i,net,m}}{\eta_{tubing,other\ i} \cdot \eta_{EPstor,water,other\ i,m}} \\ & + \sum_j \frac{Q_{heat,net,sec\ j,m}}{\eta_{em,heat,sec\ j,m} \cdot \eta_{distr,heat,sec\ j,m} \cdot \eta_{EPstor,heat,sec\ j,m}} \\ & \quad + \sum_k \frac{Q_{heat,net,sec\ k,m}}{\eta_{sys,heat}} \\ & + \sum_1 Q_{water,ncalc,res,unit\ 1,gross\ woC,m} \\ & + \sum_m Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} \\ & + \sum_n Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m} \end{aligned} \right) \quad (MJ)$$

Eq. 49

avec :

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 7.3 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe PEN pour les unités PEN, en MJ ;
$\eta_{tubing,bath\ i}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers une douche ou une baignoire i, déterminée selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{EPstor,water,bath\ i}$	le rendement mensuel moyen de stockage d'une douche ou d'une baignoire i, au niveau d'une unité PEB, déterminé selon le § 1.2, (-) ;
$Q_{water,sink\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, déterminés selon le § 7.3 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe PEN pour les unités PEN, en MJ ;
$\eta_{tubing,sink\ i}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers un évier de cuisine i, déterminée selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{EPstor,water,sink\ i}$	le rendement mensuel moyen de stockage d'un évier de cuisine i, au niveau d'une unité PEB, déterminé selon le § 1.2, (-) ;
$Q_{water,other\ i,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage d'eau chaude i, déterminés selon le § 5.10 de l'annexe PEN, en MJ ;
$\eta_{tubing,other\ i}$	la contribution au rendement du système des conduites d'eau chaude sanitaire vers un autre point de puisage d'eau chaude i, déterminée selon le § 6.5 de l'annexe PEN, (-) ;

$\eta_{EPstor,water,other\ i}$	le rendement mensuel moyen de stockage d'un autre point de puisage d'eau chaude i, au niveau d'une unité PEB, déterminé selon le § 1.2, (-) ;
$Q_{heat,net,m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage, avec les indices 'sec j' et 'sec k' pour, respectivement, les secteurs énergétiques j et k, déterminés respectivement selon le § 7.2 de l'annexe PER pour les secteurs énergétiques situés dans des unités PER et selon le § 5.3 de l'annexe PEN pour les secteurs énergétiques situés dans des unités PEN, en MJ ;
$\eta_{em,heat,sec\ j,m}$	le rendement mensuel moyen d'émission d'un secteur énergétique j, (-), pour lequel les valeurs pour la catégorie 'chauffage central' du § 9.2.2.2 de l'annexe PER doivent être considérées, pour le cas d'un décompte individuel des coûts de chauffage établi par unité PEB sur base d'une mesure individuelle des consommations réelles. S'il n'y a aucun décompte individuel réel des coûts de chauffage, les valeurs relatives à la catégorie 'chauffage central' doivent être multipliées par un facteur de réduction de 0,9. Dans le cas d'un combilus, les facteurs de correction pour le chauffage collectif ne sont pas d'application ;
$\eta_{distr,heat,sec\ j,m}$	le rendement mensuel moyen de distribution d'un secteur énergétique j, déterminé selon § 9.2.2.3 de l'annexe PER, (-). Seules les conduites pour le chauffage des espaces, à comptabiliser à partir du point d'embranchement du combilus, doivent être considérées ;
$\eta_{EPstor,heat,sec\ j,m}$	le rendement mensuel moyen de stockage d'un secteur énergétique j au niveau d'une unité PEB, déterminé selon le § 1.1, (-) ;
$\eta_{sys,heat}$	le rendement du système de chauffage, déterminé selon le § 6.3 de l'annexe PEN, (-) ;
$Q_{water,ncalc,res,unit\ 1,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une unité résidentielle PEB 1 qui n'est pas une unité PER, sans tenir compte des pertes de la conduite de circulation/du combilus, déterminés selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, en MJ ;
$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire m se trouvant dans des unités PEB non résidentielles et ne faisant pas partie d'une unité PEN, sans tenir compte des pertes de la conduite de circulation/du combilus, déterminés selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, en MJ ;
$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine n se trouvant dans des unités PEB non résidentielles et ne faisant pas partie d'une unité PEN, sans tenir compte des pertes de la conduite de circulation/du combilus, déterminés selon le § 9.3.2.2 de l'annexe PER, en MJ.

Il faut effectuer une somme sur :

- l'ensemble des douches, baignoires et éviers de cuisine i, se trouvant dans une unité PER ou PEN et connectés sur le combilus ;
- l'ensemble des autres points de puisage d'eau chaude i, se trouvant dans une unité PEN et connectés sur le combilus ;
- tous les secteurs énergétiques j situés dans une unité PER et connectés sur le combilus ;

- tous les secteurs énergétiques k situés dans une unité PEN et connectés sur le combilus ;
- l'ensemble des unités résidentielles PEB l qui ne sont pas des unités PER et qui sont connectés sur le combilus ;
- l'ensemble des douches et baignoires m et éviers de cuisine n, se trouvant dans des unités PEB non résidentielles, ne faisant pas partie d'une unité PEN, et qui sont connectés sur le combilus.

1.3.1.2 Pertes de chaleur mensuelles des segments de conduites du combilus, et de la conduite entre l'appareil producteur de chaleur et le combilus

Les pertes de chaleur mensuelles des segments de conduites du combilus, et de la conduite entre l'appareil producteur de chaleur et le combilus, $Q_{\text{loss,combi,EP,segm } i,m}$ et $Q_{\text{loss,combi,nEP,segm } j,m}$, sont donnés par :

$$\text{Eq. 50} \quad Q_{\text{loss,combi,EP,segm } i,m} = (t_m - t_{\text{heat,segm } i,m}) \cdot \frac{l_{\text{segm } i}}{R_{l,\text{segm } i}} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{\text{combi},m}) - \theta_{\text{amb},m,\text{segm } i}) \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 51} \quad Q_{\text{loss,combi,nEP,segm } j,m} = t_m \cdot \frac{l_{\text{segm } j}}{R_{l,\text{segm } j}} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{\text{combi},m}) - \theta_{\text{amb},m,\text{segm } j}) \quad (\text{MJ})$$

avec :

t_m	la longueur du mois considéré, voir Tableau [1] de l'annexe PER, en Ms ;
$t_{\text{heat,segm } i,m}$	la durée mensuelle conventionnelle durant laquelle le segment de conduite i fonctionne pour le chauffage, déterminée comme décrit ci-dessous, en Ms ;
l	la longueur du segment de conduite, avec les indices 'segm i' et 'segm j' pour respectivement les segments de conduite i et j, en m ;
R_l	la résistance thermique linéaire du segment de conduite j, avec les indices 'segm i' et 'segm j' pour respectivement les segments de conduite i et j, déterminée selon l'annexe E.3 de l'annexe PER, en m.K/W ;
$\theta_{\text{combi},m}$	la température moyenne mensuelle de l'eau dans le combilus nécessaire pour le chauffage, prise égale à la température moyenne de l'eau dans un circuit de distribution, déterminée selon le § D.2 de l'annexe PER, en °C ;
$\theta_{\text{amb},m}$	la température ambiante moyenne mensuelle, avec les indices 'segm i' et 'segm j' pour respectivement les segments de conduite i et j, en °C : <ul style="list-style-type: none"> - si le segment de conduite se trouve à l'intérieur du volume protégé mais pas dans une unité PEN, alors : $\theta_{\text{amb},m} = 18$ - si le segment de conduite se trouve à l'intérieur d'une unité PEN, alors : $\theta_{\text{amb},m} = \theta_{i,\text{heat,fctf}}$, déterminée selon le § 5.2 de l'annexe PEN ; - si le segment de conduite se trouve dans un espace adjacent non chauffé, alors : $\theta_{\text{amb},m} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m}$

- si le segment de conduite se trouve à l'extérieur, alors :
 $\theta_{amb,m} = \theta_{e,m}$
 où :
 $\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, selon le
 Tableau [1] de l'annexe PER, en °C.

La durée mensuelle conventionnelle durant laquelle le segment de conduite i
 fonctionne pour le chauffage, $t_{heat,segm\ i,m}$, est donnée par :

$$\text{Eq. 52} \quad t_{heat,segm\ i,m} = \max(t_{heat,sec\ j,m}; t_{heat,fct\ f,m}) \quad (\text{Ms})$$

avec :

$t_{heat,sec\ j,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système
 d'émission de chaleur du secteur énergétique j d'une unité PER,
 déterminé selon le § D.1 de l'annexe PER, en Ms ;
 $t_{heat,fct\ f,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système
 d'émission de chaleur de la partie fonctionnelle f d'une unité
 PEN, déterminé comme décrit ci-dessous, en Ms.

Il faut considérer le maximum sur tous les secteurs énergétiques j dans des
 unités PER et toutes les parties fonctionnelles f dans des unités PEN qui sont
 desservis par le segment de conduite i.

Le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de
 chaleur de la partie fonctionnelle f, $t_{heat,fct\ f,m}$, est donné par :

$$\text{Eq. 53} \quad t_{heat,fct\ f,m} = \frac{Q_{heat,net,int,fct\ f,m}}{\left[H_{T,heat,fct\ f} + H_{V,heat,fct\ f} + \frac{30 \cdot A_{f,fct\ f}}{(\theta_{i,heat,fct\ f} + 8)} \right] \cdot (\theta_{i,heat,fct\ f} - \theta_{e,m})} \quad (\text{Ms})$$

avec :

$Q_{heat,net,int,fct\ f,m}$ les besoins nets en énergie pour le chauffage, tenant compte
 de l'intermittence, de la partie fonctionnelle f, pour le
 mois m, déterminés selon le § 5.3 de l'annexe PEN, en MJ ;
 $\theta_{i,heat,fct\ f}$ la température intérieure pour les calculs de chauffage de la
 partie fonctionnelle f, déterminée selon le § 5.2 de l'annexe
 PEN, en °C ;
 $H_{T,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par transmission de la
 partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage,
 déterminé selon le § 5.5 de l'annexe PEN, en W/K ;
 $H_{V,heat,fct\ f}$ le coefficient de transfert thermique par ventilation de la
 partie fonctionnelle f pour les calculs de chauffage,
 déterminé selon le § 5.6.2 de l'annexe PEN, en W/K ;
 $A_{f,fct\ f}$ la surface d'utilisation de la partie fonctionnelle f, en
 m² ;
 $\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, selon le Tableau
 [1] de l'annexe PER, en °C.

1.3.1.3 Pertes de chaleur mensuelles des dispositifs de distribution du combilus

Les pertes de chaleur mensuelles des dispositifs de distribution du combilus,
 $Q_{loss,combi,EP,hx\ k,m}$ et $Q_{loss,combi,nEP,hx\ n,m}$, sont données par :

$$\text{Eq. 54} \quad Q_{loss,combi,EP,hx\ k,m} = (t_m - t_{heat,hx\ k,m}) \cdot H_{hx\ k} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{combi,m}) - \theta_{amb,m,hx\ k}) \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 55} \quad Q_{\text{loss,combi,nEP,hx n,m}} = t_m \cdot H_{\text{hx n}} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{\text{combi,m}}) - \theta_{\text{amb,m,hx n}}) \quad (\text{MJ})$$

avec :

- t_m la longueur du mois considéré, voir Tableau [1] de l'annexe PER, en Ms ;
- $t_{\text{heat,hx k,m}}$ la durée mensuelle conventionnelle durant laquelle le dispositif de distribution k fonctionne pour le chauffage, déterminée comme décrit ci-dessous, en Ms ;
- H le coefficient de transfert thermique du dispositif de distribution, avec les indices 'hx k' et 'hx n' pour respectivement les dispositifs de distribution k et n, déterminé comme décrit ci-dessous, en W/K ;
- $\theta_{\text{combi,m}}$ la température moyenne mensuelle de l'eau dans le combilus nécessaire pour le chauffage, prise égale à la température moyenne de l'eau dans un circuit de distribution, déterminée selon le § D.2 de l'annexe PER, en °C ;
- $\theta_{\text{amb,m}}$ la température ambiante moyenne mensuelle, avec les indices 'hx k' et 'hx n' pour respectivement les dispositifs de distribution k et n, en °C :
- si le dispositif de distribution se trouve à l'intérieur du volume protégé mais pas dans une unité PEN, alors :
 $\theta_{\text{amb,m}} = 18$
 - si le dispositif de distribution se trouve à l'intérieur d'une unité PEN, alors :
 $\theta_{\text{amb,m}} = \theta_{i,\text{heat,fct f}}$, déterminée selon le § 5.2 de l'annexe PEN ;
 - si le dispositif de distribution se trouve dans un espace adjacent non chauffé, alors :
 $\theta_{\text{amb,m}} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m}$
 - si le dispositif de distribution se trouve à l'extérieur, alors :
 $\theta_{\text{amb,m}} = \theta_{e,m}$
- où :
- $\theta_{e,m}$ la température extérieure moyenne mensuelle, selon le Tableau [1] de l'annexe PER, en °C.

La durée mensuelle conventionnelle durant laquelle le dispositif de distribution k fonctionne pour le chauffage, $t_{\text{heat,hx k,m}}$, est donnée par :

$$\text{Eq. 56} \quad t_{\text{heat,hx k,m}} = \max(t_{\text{heat,sec j,m}}; t_{\text{heat,fct f,m}}) \quad (\text{Ms})$$

avec :

- $t_{\text{heat,sec j,m}}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur du secteur énergétique j d'une unité PER, déterminé selon le § D.1 de l'annexe PER, en Ms ;
- $t_{\text{heat,fct f,m}}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur de la partie fonctionnelle f d'une unité PEN, déterminé comme décrit ci-dessous, en Ms.

Il faut considérer le maximum sur tous les secteurs énergétiques j dans des unités PER et toutes les parties fonctionnelles f dans des unités PEN qui sont desservis par le segment de conduite i.

La détermination du coefficient de transfert thermique $H_{\text{hx k}}$ et $H_{\text{hx n}}$ des dispositifs de distribution k et n se fait de la manière suivante :

- considérer une forme géométrique (pavé droit/octaèdre ou cylindre) qui enveloppe complètement la surface extérieure de l'isolation du dispositif de distribution. Calculer la surface du corps enveloppant, A_{hx} , en m^2 ;
- déterminer la plus courte distance entre les surfaces intérieure et extérieure de l'enveloppe isolante autour de l'échangeur de chaleur, $d_{hx,insul}$, en m. Les raccords des conduites doivent être négligés ;
- déterminer la conductivité thermique du matériau isolant, $\lambda_{hx,insul}$, en $W/(m.K)$, à la température moyenne de fonctionnement ;
- calculer la résistance thermique unidimensionnelle de l'échangeur de chaleur comme suit (avec les indices 'hx k' et 'hx n' pour respectivement les dispositifs de distribution k et n) :

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

- calculer le coefficient de transfert thermique comme suit :

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

- en l'absence de calcul de la résistance thermique unidimensionnelle R_{hx} , la valeur par défaut de $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$ peut être utilisée.

1.3.1.4 Pertes de chaleur mensuelles des ballons d'eau chaude du combilus

Les pertes de chaleur mensuelles des ballons d'eau chaude du combilus, $Q_{loss,combi,EP,stor\ o,m}$ et $Q_{loss,combi,nEP,stor\ p,m}$, sont données par :

$$\text{Eq. 57} \quad Q_{loss,combi,EP,stor\ o,m} = \frac{(t_m - t_{heat,stor\ o,m})}{t_m} \cdot Q_{loss,stor,water,m} \quad (MJ)$$

$$\text{Eq. 58} \quad Q_{loss,combi,nEP,stor\ p,m} = Q_{loss,stor,water,m} \quad (MJ)$$

avec :

t_m	la longueur du mois considéré, voir Tableau [1] de l'annexe PER, en Ms ;
$t_{heat,stor\ o,m}$	la durée mensuelle conventionnelle durant laquelle le ballon d'eau chaude o fonctionne pour le chauffage, déterminée comme décrit ci-dessous, en Ms ;
$Q_{loss,stor,water,m}$	les pertes mensuelles de stockage du ballon d'eau chaude, déterminées selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, en MJ.

La durée mensuelle conventionnelle durant laquelle le ballon d'eau chaude o fonctionne pour le chauffage, $t_{heat,stor\ o,m}$, est donnée par :

$$\text{Eq. 59} \quad t_{heat,stor\ o,m} = \max(t_{heat,sec\ j,m} ; t_{heat,fct\ f,m}) \quad (Ms)$$

avec :

$t_{heat,sec\ j,m}$	le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur du secteur énergétique j d'une unité PER, déterminé selon le § D.1 de l'annexe PER, en Ms ;
---------------------	---

$t_{heat, fct f, m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du système d'émission de chaleur de la partie fonctionnelle f d'une unité PEN, déterminé comme décrit ci-dessous, en Ms.

Il faut considérer le maximum sur tous les secteurs énergétiques j dans des unités PER et toutes les parties fonctionnelles f dans des unités PEN qui sont desservis par le ballon d'eau chaude o.

1.3.2 Combilus utilisé uniquement pendant la période hivernale.

Dans le cas où les ballons d'eau chaude de l'unité PEB (boilers satellites) sont équipés de résistances électriques et où le combilus n'est utilisé que durant les mois d'hiver, le rendement mensuel du combilus est déterminé par :

- si $Q_{heat, net, sec i, m} = 0$ alors $\eta_{combi, m} = 1$;
- si $Q_{heat, net, sec i, m} > 0$ alors $\eta_{combi, m}$ est déterminé selon le § 1.3.1.

$Q_{heat, net, sec i, m}$ sont les besoins mensuels nets en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, déterminés selon § 7.2 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 5.3 de l'annexe PEN pour les unités PEN, en MJ.

2 Détermination de la consommation finale d'énergie

2.1 Consommation finale mensuelle d'énergie pour le chauffage

La consommation finale totale d'énergie pour le chauffage, sans tenir compte de l'énergie des auxiliaires, doit être déterminée pour chaque mois et pour chaque secteur énergétique lié au combilus, de la manière suivante :

$$\text{Eq. 72} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} + Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{as,heat,sec i,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$f_{\text{as,heat,sec i,m}}$	la part des besoins thermiques totaux pour le chauffage du secteur énergétique i couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 7.3.1 de l'annexe PEN pour les unités PEN, (-) ;
$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage du secteur énergétique i, déterminés selon le § 1.1, en MJ ;
$\eta_{\text{gen,combi,m}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur qui alimente(nt) le combilus, déterminé selon le § 2.3, (-).

2.2 Consommation finale mensuelle d'énergie pour l'eau chaude sanitaire

La consommation d'énergie finale mensuelle pour l'eau chaude sanitaire est déterminée par :

- le § 2.2.1 lorsque le combilus est utilisé toute l'année ;
- le § 2.2.2 lorsque le combilus est utilisé pendant les mois d'hiver uniquement et est combiné avec des ballons d'eau chaude (boilers satellites) par unité PEB pour assurer la production d'eau chaude sanitaire pendant les mois d'été.

2.2.1 Combilus utilisé toute l'année

La consommation finale totale d'énergie pour l'eau chaude sanitaire doit être déterminée pour chaque mois et pour chaque point de puisage lié au combilus, de la manière suivante :

$$\text{Eq. 73} \quad \left(\begin{array}{c} Q_{\text{water,bathi,final,m,pref}} \\ + Q_{\text{water,bathi,final,m,npref}} \end{array} \right) = \frac{(1 - f_{\text{as,water,bathi,m}}) \cdot Q_{\text{water,bathi,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 74} \quad \left(\begin{array}{c} Q_{\text{water,sinki,final,m,pref}} \\ + Q_{\text{water,sinki,final,m,npref}} \end{array} \right) = \frac{(1 - f_{\text{as,water,sinki,m}}) \cdot Q_{\text{water,sinki,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 75} \quad \left(\begin{array}{c} Q_{\text{water,otheri,final,m,pref}} \\ + Q_{\text{water,otheri,final,m,npref}} \end{array} \right) = \frac{(1 - f_{\text{as,water,otheri,m}}) \cdot Q_{\text{water,otheri,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$f_{\text{as,m}}$	la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe PER, avec les indices 'water,bath i', 'water,sink i' et 'water,other i' pour la préparation d'eau chaude sanitaire pour, respectivement, la (les) douche(s)/baignoire(s), le
-------------------	--

	(les) évier(s) de cuisine et les autres points de puisage i, (-) ;
$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$\eta_{\text{gen,combi},m}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur qui alimente(nt) le combilus, déterminé selon le § 2.3, (-) ;
$Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,other } i,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage i, déterminés selon le § 1.2, en MJ.

2.2.2 Combilus utilisé uniquement pendant la période hivernale.

Dans le cas où les ballons d'eau chaude de l'unité PEB (boilers satellites) sont équipés de résistances électriques et où le combilus n'est utilisé que durant les mois d'hiver, la consommation en énergie finale pour les besoins en eau chaude sanitaire pour les points de puisage raccordés au combilus est déterminée comme suit.

Lorsque $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = 0$, la consommation en énergie finale mensuelle pour les besoins en eau chaude sanitaire pour les points de puisage raccordés au combilus est donnée par :

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

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

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

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

$$\text{Eq. 62} \quad Q_{\text{water,other } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,other } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,other } i,m}) \cdot Q_{\text{water,other } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,other } i,m,\text{pref}} + \eta_{\text{stor,water,other } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

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

où :

$f_{\text{water},m,\text{pref}}$ la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation d'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), avec l'indice 'bath i', 'sink i' ou 'other i' selon le cas, égale à 1, (-) ;

$f_{\text{as},m}$ la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe PER, avec les indices 'water,bath i', 'water,sink i' et 'water,other i' pour la préparation d'eau chaude sanitaire pour, respectivement la (les) douche(s)/baignoire(s), le

	(les) évier(s) de cuisine et les autres points de puisage i, (-) ;
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$\eta_{gen,water,m,pref}$	le rendement de production mensuel des résistances électriques dans les ballons d'eau chaude, avec l'indice 'bath i', 'sink i' ou 'other i' selon le cas, déterminé selon le § 10.3.3.2 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}$	le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour la douche ou la baignoire i, qui est connecté à la résistance électrique, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER, (-) ;
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$\eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}$	le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour l'évier de cuisine i, qui est connecté à la résistance électrique, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER, (-).
$Q_{water,other\ i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$\eta_{stor,water,other\ i,m,pref}$	le rendement de stockage mensuel du ballon d'eau chaude pour un autre point de puisage i, qui est connecté à la résistance électrique, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER, (-).

Si $Q_{heat,net,sec\ i,m} > 0$ alors la consommation finale d'énergie mensuelle pour l'eau chaude sanitaire pour les points de puisage raccordés au combilus est déterminée selon le § 2.2.1.

2.3 Rendement de production des secteurs énergétiques et des points de puisage alimentés par un combilus

Pour les secteurs énergétiques et les points de puisage qui sont alimentés par le combilus, le rendement de production mensuel pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire doit être déterminé comme suit.

- Si $\eta_{gen,water}$ est déterminé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors :

$$\text{Eq. 76} \quad \eta_{gen,combi,m} = \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} \\ + \sum_j Q_{water,bathj,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,sinkk,gross,m} \\ + \sum_l Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(f_{heat,pref,m} \cdot \frac{Q_{heat,gross,seci,m}}{\eta_{gen,heat,pref} \eta_{combi,water,m}} \right) \\ + \sum_n f_{heat,npref\ n,m} \cdot \frac{Q_{heat,gross,seci,m}}{\eta_{gen,heat,npref\ n} \eta_{combi,water,m}} \\ + \sum_j \left(f_{water,bath\ j,m,pref} \cdot \frac{Q_{water,bath\ j,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,pref} \eta_{combi,water,m}} \right) \\ + \sum_n f_{water,bath\ j,m,npref\ n} \cdot \frac{Q_{water,bath\ j,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref\ n} \eta_{combi,water,m}} \\ + \sum_k \left(f_{water,sink\ k,m,pref} \cdot \frac{Q_{water,sink\ k,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,pref} \eta_{combi,water,m}} \right) \\ + \sum_n f_{water,sink\ k,m,npref\ n} \cdot \frac{Q_{water,sink\ k,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref\ n} \eta_{combi,water,m}} \\ + \sum_l \left(f_{water,other\ l,m,pref} \cdot \frac{Q_{water,other\ l,gross,m}}{\eta_{gen,water,other\ l,m,pref} \eta_{combi,water,m}} \right) \\ + \sum_n f_{water,other\ l,m,npref\ n} \cdot \frac{Q_{water,other\ l,gross,m}}{\eta_{gen,water,other\ l,m,npref\ n} \eta_{combi,water,m}} \end{array} \right)} \quad (-)$$

- Si $\eta_{\text{gen,water}}$ n'est pas déterminé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors :

$$\text{Eq. 77} \quad \eta_{\text{gen,combi,m}} = \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} \\ + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} \\ + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} \\ + \sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(\frac{f_{\text{heat,pref,m}} \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{heat,npref,n}} \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref,n}}} \right) \\ + \sum_j \left(\frac{f_{\text{water,bath j,m,pref}} \cdot Q_{\text{water,bath j,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath j,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water,bath j,m,npref,n}} \cdot Q_{\text{water,bath j,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath j,m,npref,n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref,n}}} \right) \\ + \sum_k \left(\frac{f_{\text{water,sink k,m,pref}} \cdot Q_{\text{water,sink k,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink k,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water,sink k,m,npref,n}} \cdot Q_{\text{water,sink k,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink k,m,npref,n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref,n}}} \right) \\ + \sum_l \left(\frac{f_{\text{water,other l,m,pref}} \cdot Q_{\text{water,other l,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,other l,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water,other l,m,npref,n}} \cdot Q_{\text{water,other l,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,other l,m,npref,n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref,n}}} \right) \end{array} \right) \quad (-)$$

avec :

$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, déterminés selon le § 1.1, en MJ ;
$Q_{\text{water,bath j,gross,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire j, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,sink k,gross,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine k, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,other l,gross,m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage l, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 10.2.3 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{\text{gen,heat,npref,n}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, déterminé selon le § 10.2.3 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{\text{gen,water,pref}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER ;
$\eta_{\text{gen,water,npref,n}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER ;
$\eta_{\text{combistor,water,m}}$	le rendement mensuel de stockage d'un ballon d'eau chaude situé entre l'appareil producteur et le combilus, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;
$\eta_{\text{stor,water,pref}}$	le rendement de stockage d'un ballon d'eau chaude, qui est connecté au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé en combinaison avec $\eta_{\text{gen,water,pref}}$ selon le § 10.3.3.4.2 de l'annexe PER, (-). Aussi bien les ballons d'eau chaude situés avant qu'après le combilus doivent être pris en compte.

$\eta_{stor,water,pref,n}$ le rendement de stockage d'un ballon d'eau chaude, qui est connecté au(x) producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n déterminé, en combinaison avec $\eta_{gen,water,npref,n}$, selon le § 10.3.3.4.2 de l'annexe PER, (-). Aussi bien les ballons d'eau chaude situés avant qu'après le combilus doivent être pris en compte.

Il faut faire une somme sur tous les générateurs de chaleur non-préférentiels n qui alimentent le combilus et sur tous les secteurs énergétiques i, toutes les douches et baignoires j, tous les éviers de cuisine k et tous les autres points de puisages l qui sont desservis par le combilus.

Le rendement mensuel de stockage d'un ballon d'eau chaude pour le combilus, $\eta_{combistor,water,m}$, est déterminé comme suit.

- S'il n'y a pas de ballon d'eau chaude entre l'appareil producteur et le combilus, alors on a :

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

- Si un ballon d'eau chaude se situe entre l'appareil producteur et le combilus, alors on a :

$$\eta_{combistor,water,m} = \frac{\left(\sum_i Q_{heat,gross,seci,m} + \sum_j Q_{water,bath j,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink k,gross,m} + \sum_l Q_{water,other l,gross,m} \right)}{\left(\sum_i Q_{heat,gross,seci,m} + \sum_j Q_{water,bath j,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink k,gross,m} + \sum_l Q_{water,other l,gross,m} + Q_{loss,stor,water,m} \right)} \quad (-)$$

Eq. 65

avec :

$Q_{heat,gross,seci,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i, déterminés selon le § 1.1, en MJ ;
$Q_{water,bath j,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire j, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{water,sink k,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine k, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{water,other l,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage l, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{loss,stor,water,m}$	les pertes mensuelles de stockage du ballon d'eau chaude, déterminées selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i, toutes les baignoires/douches j, tous les éviers de cuisine k et tous les autres points de puisages l desservis par le combilus.

3 Détermination de la consommation d'énergie primaire

Pour les secteurs énergétiques et les points de puisage qui sont alimentés par le combilus, les consommations mensuelles d'énergie primaire pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire doivent être déterminées comme suit.

- Pour la conversion des besoins bruts en énergie pour le chauffage des locaux vers la consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage des locaux :

$$\text{Eq. 78} \quad E_{p,heat,m} = \sum_i \frac{(1-f_{as,heat,seci,m}) \cdot Q_{heat,gross,seci,m}}{\eta_{p,gen,combi,m}} \quad (\text{MJ})$$

- Pour la conversion des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire vers la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'eau chaude sanitaire, pour les combilus qui sont utilisés toute l'année :

$$\text{Eq. 79} \quad E_{p,water,m} = \left(\begin{aligned} &\sum_i \frac{(1-f_{as,water,bathi,m}) \cdot Q_{water,bathi,gross,m}}{\eta_{p,gen,combi,m}} \\ &+ \sum_i \frac{(1-f_{as,water,sinki,m}) \cdot Q_{water,sinki,gross,m}}{\eta_{p,gen,combi,m}} \\ &+ \sum_i \frac{(1-f_{as,water,otheri,m}) \cdot Q_{water,otheri,gross,m}}{\eta_{p,gen,combi,m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{MJ})$$

- Pour la conversion des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire vers la consommation mensuelle d'énergie primaire pour l'eau chaude sanitaire, pour les combilus qui sont utilisés uniquement pendant la période hivernale et qui, pendant l'été, sont remplacés par les ballons d'eau chaude de l'unité PEB équipés de résistances électriques (boilers satellites) :

- Pour les mois où $Q_{heat,net,sec i,m} = 0$:

$$\text{Eq. 80} \quad E_{p,water,m} = \left(\begin{aligned} &\sum_i f_{p,elec} \cdot Q_{water,bathi,final,m,pref} \\ &+ \sum_i f_{p,elec} \cdot Q_{water,sinki,final,m,pref} \\ &\sum_i f_{p,elec} \cdot Q_{water,otheri,final,m,pref} \end{aligned} \right) \quad (\text{MJ})$$

- Pour tous les autres mois :

$$\text{Eq. 81} \quad E_{p,water,m} = \left(\begin{aligned} &\sum_i \frac{(1-f_{as,water,bathi,m}) \cdot Q_{water,bathi,gross,m}}{\eta_{p,gen,combi,m}} \\ &\sum_i \frac{(1-f_{as,water,sinki,m}) \cdot Q_{water,sinki,gross,m}}{\eta_{p,gen,combi,m}} \\ &\sum_i \frac{(1-f_{as,water,otheri,m}) \cdot Q_{water,otheri,gross,m}}{\eta_{p,gen,combi,m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{MJ})$$

où :

$f_{as,heat,sec i,m}$

la part des besoins thermiques totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique i, qui est couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 7.3.1 de l'annexe PEN pour les unités PEN, (-) ;

$Q_{heat,gross,sec i,m}$

les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 1.1, en MJ ;

$\eta_{p,gen,combi,m}$

le rendement de production primaire mensuel du/des producteur(s) de chaleur qui alimente(nt) le combilus, déterminé comme ci-dessous, (-).

$f_{as,m}$	la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe PER avec les indices 'water,bath i' et 'water,sink i' pour la préparation de l'eau chaude sanitaire respectivement, soit pour la douche/baignoire, soit pour l'évier de cuisine, (-) ;
$Q_{water,bath i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{water,sink i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{water,other i,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$f_{p,elec}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire pour l'électricité, tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", (-) ;
$Q_{water,bath i,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire i, déterminée selon le § 2.2.2, en MJ ;
$Q_{water,sink i,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminée selon le § 2.2.2, en MJ ;
$Q_{water,other i,final,m,pref}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage i, déterminée selon le § 2.2.2, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i, toutes les douches et baignoires i, tous les éviers de cuisine i et tous les autres points de puisages i qui sont desservis par le combilus.

On détermine le rendement de production primaire mensuel du/des producteur(s) de chaleur qui alimente(nt) le combilus, déterminé comme suit :

Si $\eta_{gen,water}$ est déterminé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors :

$$\text{Eq. 82} \quad \eta_{p,gen,combi,m} = \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} \\ + \sum_j Q_{water,bathj,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,sinkk,gross,m} \\ + \sum_l Q_{water,other l,gross,m} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(f_{heat,pref,m} \cdot f_{p,pref} \cdot \frac{Q_{heat,gross,seci,m}}{\eta_{gen,heat,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \\ + \sum_n \left(f_{heat,npref n,m} \cdot f_{p,npref n} \cdot \frac{Q_{heat,gross,seci,m}}{\eta_{gen,heat,npref n} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \\ + \sum_j \left(f_{water,bath j,m,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot \frac{Q_{water,bath j,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath j,m,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \\ + \sum_n \left(f_{water,bath j,m,npref n} \cdot f_{p,npref n} \cdot \frac{Q_{water,bath j,gross,m}}{\eta_{gen,water,bath j,m,npref n} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \\ + \sum_k \left(f_{water,sink k,m,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot \frac{Q_{water,sink k,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink k,m,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \\ + \sum_n \left(f_{water,sink k,m,npref n} \cdot f_{p,npref n} \cdot \frac{Q_{water,sink k,gross,m}}{\eta_{gen,water,sink k,m,npref n} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \\ + \sum_l \left(f_{water,other l,m,pref} \cdot f_{p,pref} \cdot \frac{Q_{water,other l,gross,m}}{\eta_{gen,water,other l,m,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \\ + \sum_n \left(f_{water,other l,m,npref n} \cdot f_{p,npref n} \cdot \frac{Q_{water,other l,gross,m}}{\eta_{gen,water,other l,m,npref n} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \right) \end{array} \right) \quad (-)$$

• Si $\eta_{gen,water}$ n'est pas déterminé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors :

$$\text{Eq. 83} \quad \eta_{p, \text{gen, combi}, m} = \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{\text{heat, gross, seci}, m} \\ + \sum_j Q_{\text{water, bathj}, \text{gross}, m} \\ + \sum_k Q_{\text{water, sinkk}, \text{gross}, m} \\ + \sum_l Q_{\text{water, other } l, \text{gross}, m} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(\frac{f_{\text{heat, pref}, m} \cdot f_{p, \text{pref}} \cdot Q_{\text{heat, gross, seci}, m}}{\eta_{\text{gen, heat, pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{heat, npref}, n, m} \cdot f_{p, \text{npref}, n} \cdot Q_{\text{heat, gross, seci}, m}}{\eta_{\text{gen, heat, npref}, n}} \right) \\ + \sum_j \left(\frac{f_{\text{water, bath } j, m, \text{pref}} \cdot f_{p, \text{pref}} \cdot Q_{\text{water, bath } j, \text{gross}, m}}{\eta_{\text{gen, water, bath } j, m, \text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, bath } j, m, \text{npref}, n} \cdot f_{p, \text{npref}, n} \cdot Q_{\text{water, bath } j, \text{gross}, m}}{\eta_{\text{gen, water, bath } j, m, \text{npref}, n} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref}, n}} \right) \\ + \sum_k \left(\frac{f_{\text{water, sink } k, m, \text{pref}} \cdot f_{p, \text{pref}} \cdot Q_{\text{water, sink } k, \text{gross}, m}}{\eta_{\text{gen, water, sink } k, m, \text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, sink } k, m, \text{npref}, n} \cdot f_{p, \text{npref}, n} \cdot Q_{\text{water, sink } k, \text{gross}, m}}{\eta_{\text{gen, water, sink } k, m, \text{npref}, n} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref}, n}} \right) \\ + \sum_l \left(\frac{f_{\text{water, other } l, m, \text{pref}} \cdot f_{p, \text{pref}} \cdot Q_{\text{water, other } l, \text{gross}, m}}{\eta_{\text{gen, water, other } l, m, \text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, other } l, m, \text{npref}, n} \cdot f_{p, \text{npref}, n} \cdot Q_{\text{water, other } l, \text{gross}, m}}{\eta_{\text{gen, water, other } l, m, \text{npref}, n} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref}, n}} \right) \end{array} \right) \quad (-)$$

où :

$Q_{\text{heat, gross, seci}, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 1.1, en MJ ;
$Q_{\text{water, bath } i, \text{gross}, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water, sink } i, \text{gross}, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water, other } i, \text{gross}, m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage i, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$f_{p, \text{pref}}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s), tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", (-) ;
$f_{p, \text{npref}, k}$	le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire de la source d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s), tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", (-) ;
$\eta_{\text{gen, heat, pref}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 10.2.3 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{\text{gen, heat, npref}, n}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, déterminé selon le § 10.2.3 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{\text{gen, water, pref}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER ;
$\eta_{\text{gen, water, npref}, n}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER ;
$\eta_{\text{combistor, water}, m}$	le rendement mensuel de stockage d'un ballon d'eau chaude situé entre l'appareil producteur et le combilus, déterminé comme mentionné ci-dessous, (-) ;
$\eta_{\text{stor, water, pref}}$	le rendement de stockage d'un ballon d'eau chaude, qui est connecté au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), en combinaison avec $\eta_{\text{gen, water, pref}}$, déterminé selon le § 10.3.3.4.2 de l'annexe PER, (-). Aussi bien les ballons d'eau chaude situés avant qu'après le combilus doivent être pris en compte ;

$\eta_{stor,water,pref,n}$

le rendement de stockage d'un ballon d'eau chaude, qui est connecté au(x) producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, en combinaison avec $\eta_{gen,water,npref,n}$, déterminé selon le § 10.3.3.4.2 de l'annexe PER, (-). Aussi bien les ballons d'eau chaude situés avant qu'après le combilus doivent être pris en compte.

Il faut faire une somme sur tous les générateurs de chaleur non-préférentiels n qui alimentent le combilus et sur tous les secteurs énergétiques i, toutes les douches et baignoires j, tous les éviers de cuisine k et tous les autres points de puisages l qui sont desservis par le combilus.

4 Détermination de la valeur de référence pour la contribution du rendement de système des déperditions mensuelles d'une conduite de circulation ou d'un combilus

La valeur de référence pour la contribution au rendement du système des déperditions mensuelles d'une conduite de circulation ou d'un combilus est déterminée comme suit.

- Pour les points de puisage connectés à un combilus qui dessert au moins un point de puisage situé dans une unité PER, une unité PEB habitation individuelle qui n'est pas une unité PER ou une partie fonctionnelle ayant la fonction "hébergement", "soins de santé avec occupation nocturne", "hall de sport / gymnase", "fitness / danse" ou "sauna / piscine", on a :
 - pour la baignoire ou la douche i :

$$\eta_{\text{water,circ,bath } i,m,\text{ref}} = 1,05 \cdot \frac{Q_{\text{out,combi,m,ref}}}{Q_{\text{out,combi,m,ref}} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,segm } j})}{R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

Eq. 66

- pour l'évier de cuisine j :

$$\eta_{\text{water,circ,sink } j,m,\text{ref}} = 1,20 \cdot \frac{Q_{\text{out,combi,m,ref}}}{Q_{\text{out,combi,m,ref}} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,segm } j})}{R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

Eq. 67

- pour un autre point de puisage d'eau chaude k :

$$\eta_{\text{water,circ,other } l,m,\text{ref}} = 1,60 \cdot \frac{Q_{\text{out,combi,m,ref}}}{Q_{\text{out,combi,m,ref}} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,segm } j})}{R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

Eq. 68

- Pour les points de puisage connectés à un combilus qui ne dessert aucun point de puisage situé dans une unité PER, une unité PEB habitation individuelle qui n'est pas une unité PER ou une partie fonctionnelle ayant la fonction "hébergement", "soins de santé avec occupation nocturne", "hall de sport / gymnase", "fitness / danse" ou "sauna / piscine", on a :

$$\eta_{\text{water,circ,bath } i,m,\text{ref}} = \eta_{\text{water,circ,sink } j,m,\text{ref}} = \eta_{\text{water,circ,other } l,m,\text{ref}} = 1 \quad (-)$$

Eq. 69

avec :

$Q_{\text{out,combi,m,ref}}$	la valeur de référence pour l'émission de chaleur mensuelle du combilus, en MJ. Celle-ci est déterminée comme $Q_{\text{out,combi,m}}$ selon le § 1.3.1.1, mais en ne sommant que sur les points de puisage desservis et sur les unités PEB habitation individuelle qui ne sont pas des unités PEB desservies (et non sur les secteurs énergétiques desservis) ;
t_m	la longueur du mois considéré, voir Tableau [1] de l'annexe PER, en Ms ;
$l_{\text{segm } j}$	la longueur du segment j, en m ;
$\theta_{\text{amb,m,segm } j}$	la température ambiante moyenne mensuelle du segment de conduite j, telle que déterminée au § 1.3.1.2, en °C ;
$R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}$	la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite j reprise du Tableau [42] de l'annexe PEN en

fonction du diamètre extérieur du segment non isolée $D_{i,j}$, en m.K/W.

5 Détermination de la valeur de référence pour la consommation d'électricité pour la distribution des circulateurs d'un système combilus qui dessert une unité PEN

5.1 Détermination de la valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant au chauffage

La valeur de référence pour la puissance installée du circulateur j servant au chauffage de l'unité PEN considérée, $P_{\text{pump,dis,instal,heat},j,\text{ref}}$, est donnée par :

$$\text{Eq. 70} \quad P_{\text{pump,dis,instal,heat},j,\text{ref}} = \text{MAX}(70 ; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,\text{sec } i}) \quad (\text{W})$$

avec :

$A_{f,\text{sec } i}$ la surface d'utilisation du secteur énergétique i , en m^2 .

Il faut faire la somme sur tous secteurs énergétiques i qui sont desservis par le circulateur j .

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la valeur de référence pour la puissance du circulateur ($P_{\text{pumps,dis,instal,heat},j,\text{ref}}$) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts en énergie pour le chauffage totaux de ces unités respectives.

Si un circulateur ne dessert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "espaces techniques", alors $P_{\text{pumps,dis,instal,heat},j,\text{ref}}$ est considérée comme nulle.

Si un circulateur ne dessert que des parties fonctionnelles ayant la fonction "enseignement" ou la fonction "espaces techniques", alors la puissance calculée selon l'Eq. 69 doit être multipliée par un facteur 0,83.

5.2 Détermination de la valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant à la distribution d'eau chaude sanitaire

La valeur de référence pour la puissance installée du circulateur l servant à la distribution d'eau chaude sanitaire dans l'unité PEN considérée, $P_{\text{pump,dis,instal,water},l,\text{ref}}$, est donnée par :

$$\text{Eq. 71} \quad P_{\text{pump,dis,instal,water},j,\text{ref}} = \text{MAX}\left(25 ; \frac{\sum_j l_{\text{segm } j}}{13,94 \cdot 10^3} \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January,segm } j})}{R_{l,\text{segm } j,\text{ref}}}\right) \quad (\text{W})$$

avec :

$l_{\text{segm } j}$ la longueur du segment j , en m ;

$\theta_{\text{amb,January,segm } j}$ la température ambiante moyenne pour le mois de janvier du segment de conduite j , telle que déterminée au § 9.3.2.2 de l'annexe PER, en $^{\circ}\text{C}$;

$R_{l,\text{segm } j,\text{ref}}$ la valeur de référence pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite j reprise du Tableau [42] de l'annexe PEN en fonction du diamètre extérieur du segment non isolée $D_{i,j}$, en m.K/W.

Il faut faire la somme sur tous segments j du combilus qui sont desservis par le circulateur j.

Si un circulateur dessert plusieurs unités PEN et/ou PER, la valeur de référence pour la puissance du circulateur ($P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$) doit être répartie de façon proportionnelle entre ces unités PEN et/ou PER sur base des besoins bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire totaux de ces unités respectives.

6 Émissions mensuelles de CO₂ résultant du chauffage des locaux et de la préparation d'eau chaude sanitaire par un combilus

Pour les secteurs énergétiques et les points de puisage qui sont alimentés par le combilus, les émissions mensuelles de CO₂ de l'unité PER résultant du chauffage des locaux et de la production d'eau chaude sanitaire doivent être déterminées comme suit :

- Pour le calcul des émissions mensuelles de CO₂ pour le chauffage des locaux :

$$\text{Eq. 84} \quad CO_{2,heat,m} = \sum_i \frac{(1-f_{as,heat,seci,m}) \cdot Q_{heat,gross,seci,m}}{\eta_{CO_2,gen,combi,m}} \quad (\text{kg})$$

- Pour le calcul des émissions mensuelles de CO₂ pour la production d'eau chaude sanitaire, pour les combilus qui sont utilisés toute l'année :

$$\text{Eq. 85} \quad CO_{2,water,m} = \left(\begin{aligned} & \sum_j \frac{(1-f_{as,water,bath j,m}) \cdot Q_{water,bath j,gross,m}}{\eta_{CO_2,gen,combi,m}} \\ & + \sum_k \frac{(1-f_{as,water,sink k,m}) \cdot Q_{water,sink k,gross,m}}{\eta_{CO_2,gen,combi,m}} \\ & + \sum_l \frac{(1-f_{as,water,other l,m}) \cdot Q_{water,other l,gross,m}}{\eta_{CO_2,gen,combi,m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{kg})$$

- Pour le calcul des émissions mensuelles de CO₂ pour la production d'eau chaude sanitaire, pour les combilus qui sont utilisés uniquement pendant la période hivernale et qui, pendant l'été, sont remplacés par les ballons d'eau chaude de l'unité PEB équipés de résistances électriques (boilers satellites) :

- pour les mois où $Q_{heat,net,sec i,m} = 0$:

$$\text{Eq. 86} \quad CO_{2,water,m} = \left(\begin{aligned} & \sum_j f_{CO_2,elec} \cdot f_{NCV/GCV,elec} \cdot Q_{water,bath j,final,m,pref} \\ & + \sum_k f_{CO_2,elec} \cdot f_{NCV/GCV,elec} \cdot Q_{water,sink k,final,m,pref} \\ & + \sum_l f_{CO_2,elec} \cdot f_{NCV/GCV,elec} \cdot Q_{water,other l,final,m,pref} \end{aligned} \right) \quad (\text{kg})$$

- pour tous les autres mois :

$$\text{Eq. 87} \quad CO_{2,water,m} = \left(\begin{aligned} & \sum_j \frac{(1-f_{as,water,bath j,m}) \cdot Q_{water,bath j,gross,m}}{\eta_{CO_2,gen,combi,m}} \\ & + \sum_k \frac{(1-f_{as,water,sink k,m}) \cdot Q_{water,sink k,gross,m}}{\eta_{CO_2,gen,combi,m}} \\ & + \sum_l \frac{(1-f_{as,water,other l,m}) \cdot Q_{water,other l,gross,m}}{\eta_{CO_2,gen,combi,m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{kg})$$

où :

$f_{as,heat,sec i,m}$

la part des besoins thermiques totaux pour le chauffage d'un secteur énergétique i, qui est couverte par le système

	d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 7.3.1 de l'annexe PEN pour les unités PEN, (-) ;
$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i , déterminés selon le § 1.1, en MJ ;
$\eta_{\text{CO}_2,\text{gen,combi},m}$	le rendement de production ' CO_2 ' mensuel du/des producteur(s) de chaleur qui alimente(nt) le combilus, déterminé comme ci-dessous, (-) ;
$f_{\text{as},m}$	la part des besoins de chaleur totaux couverte par le système d'énergie solaire thermique, déterminée selon le § 10.4 de l'annexe PER, avec les indices ' $\text{water,bath } j$ ', ' $\text{water,sink } k$ ' et ' $\text{water,other } l$ ' pour la préparation d'eau chaude sanitaire pour, respectivement, la (les) douche(s)/baignoire(s) j , le(s) évier(s) de cuisine k et les autres points de puisage l , (-) ;
$Q_{\text{water,bath } j,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire j , déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,sink } k,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine k , déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage l , déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$f_{\text{CO}_2,\text{elec}}$	le facteur d'émissions de CO_2 pour l'électricité, par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", en (kg/MJ) ;
$f_{\text{NCV/GCV,elec}}$	le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur pour l'électricité, tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", (-) ;
$Q_{\text{water,bath } j,\text{final},m,\text{pref}}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à une douche ou une baignoire j , déterminée selon le § 2.2.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,sink } k,\text{final},m,\text{pref}}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine k , déterminée selon le § 2.2.2, en MJ ;
$Q_{\text{water,other } l,\text{final},m,\text{pref}}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage l , déterminée selon le § 2.2.2, en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les secteurs énergétiques i , toutes les douches et baignoires j , tous les éviers de cuisine k et tous les autres points de puisages l qui sont desservis par le combilus.

On détermine le rendement de production 'CO₂' mensuel du/des producteur(s) de chaleur qui alimente(nt) le combilus, comme suit :

- Si $\eta_{\text{gen,water}}$ est déterminé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors :

Eq. 88 $\eta_{\text{CO}_2, \text{gen, combi, m}} =$

$$\frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} \right) \left(\& + \sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}} + \sum_l Q_{\text{water, other 1, gross, m}} \right)}{\left(\sum_i \left(\frac{f_{\text{heat, pref, m}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}}{\eta_{\text{gen, heat, pref}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{heat, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}}{\eta_{\text{gen, heat, npref, n}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) + \sum_j \left(\frac{f_{\text{water, bath j, m}} \cdot \text{pref} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, bath j, m}} \cdot \text{pref} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{water, bath j, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, bath j, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) + \sum_k \left(\frac{f_{\text{water, sink k, m}} \cdot \text{pref} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, sink k, m}} \cdot \text{pref} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{water, sink k, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, sink k, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) + \sum_l \left(\frac{f_{\text{water, other 1, m}} \cdot \text{pref} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, other 1, m}} \cdot \text{pref} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{water, other 1, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, other 1, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}} \right) \right)} \quad (-)$$

- Si $\eta_{\text{gen,water}}$ n'est pas déterminé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors :

Eq. 89 $\eta_{\text{p, gen, combi, m}} =$

$$\frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} \right) \left(\& + \sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}} + \sum_l Q_{\text{water, other 1, gross, m}} \right)}{\left(\sum_i \left(\frac{f_{\text{heat, pref, m}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}}{\eta_{\text{gen, heat, pref}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{heat, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}}{\eta_{\text{gen, heat, npref, n}}} \right) + \sum_j \left(\frac{f_{\text{water, bath j, m}} \cdot \text{pref} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, bath j, m}} \cdot \text{pref} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{water, bath j, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, bath j, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref, n}}} \right) + \sum_k \left(\frac{f_{\text{water, sink k, m}} \cdot \text{pref} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, sink k, m}} \cdot \text{pref} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{water, sink k, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, sink k, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref, n}}} \right) + \sum_l \left(\frac{f_{\text{water, other 1, m}} \cdot \text{pref} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \frac{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, other 1, m}} \cdot \text{pref} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}} \right) + \sum_n \frac{f_{\text{water, other 1, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \frac{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}}{\eta_{\text{gen, water, other 1, m}} \cdot \text{npref, n} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref, n}}} \right) \right)} \quad (-)$$

où :

$Q_{\text{heat, gross, seci, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour le chauffage des locaux d'un secteur énergétique i, déterminés selon le § 1.1, en MJ ;
$Q_{\text{water, bath j, gross, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une douche ou d'une baignoire j, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water, sink k, gross, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire destinée à un évier de cuisine k, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$Q_{\text{water, other 1, gross, m}}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage l, déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$f_{\text{CO}_2, \text{pref}}$	le facteur d'émissions de CO ₂ du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s), par rapport au pouvoir

	calorifique inférieur, tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", en (kg/MJ) ;
$f_{NCV/GCV,pref}$	le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique du/des producteur(s) préférentiel(s), tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", (-) ;
$f_{CO2,npref\ n}$	le facteur d'émissions de CO ₂ du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s), par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", en (kg/MJ) ;
$f_{NCV/GCV,npref\ n}$	le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique du/des producteur(s) non préférentiel(s), tel qu'établi dans l'Arrêté "Lignes directrices", (-) ;
$\eta_{gen,heat,pref}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 10.2.3 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{gen,heat,npref\ n}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, déterminé selon le § 10.2.3 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{gen,water,pref}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER ;
$\eta_{gen,water,npref\ n}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, déterminé selon le § 10.3.3 de l'annexe PER ;
$\eta_{combistor,water,m}$	le rendement mensuel de stockage d'un ballon d'eau chaude situé entre l'appareil producteur et le combilus, déterminé selon le § 2.3, (-) ;
$\eta_{stor,water,pref}$	le rendement de stockage d'un ballon d'eau chaude, qui est connecté au(x) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), en combinaison avec $\eta_{gen,water,pref}$, déterminé selon le § 10.3.3.4.2 de l'annexe PER, (-). Aussi bien les ballons d'eau chaude situés avant qu'après le combilus doivent être pris en compte ;
$\eta_{stor,water,npref\ n}$	le rendement de stockage d'un ballon d'eau chaude, qui est connecté au(x) producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) n, en combinaison avec $\eta_{gen,water,npref\ n}$, déterminé selon le § 10.3.3.4.2 de l'annexe PER, (-). Aussi bien les ballons d'eau chaude situés avant qu'après le combilus doivent être pris en compte.

Il faut faire une somme sur tous les générateurs de chaleur non-préférentiels n qui alimentent le combilus et sur tous les secteurs énergétiques i, toutes les douches et baignoires j, tous les éviers de cuisine k et tous les autres points de puisages l qui sont desservis par le combilus.

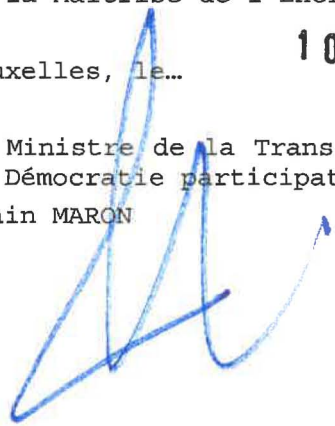
Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel portant exécution des annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments et portant exécution de l' Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

10 DEC. 2020

Bruxelles, le...

Le Ministre de la Transition climatique, de l'Environnement, de l'Energie et de la Démocratie participative

Alain MARON



Bijlage 3 - Inrekening van een combilus in het kader van de energieprestatieregelgeving

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	6
1.3.1	<i>De combilus wordt het hele jaar door gebruikt.....</i>	<i>6</i>
1.3.2	<i>De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt.....</i>	<i>15</i>
2	BEPALING EINDENERGIEVERBRUIK.....	17
2.1	Het maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming	17
2.2	Het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater	17
2.2.1	<i>De combilus wordt het hele jaar door gebruikt.....</i>	<i>17</i>
2.2.2	<i>De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt.....</i>	<i>18</i>
2.3	Het opwekkingsrendement voor energiesectoren en tappenpunten die bediend worden door een combilus	19
3	BEPALING VAN HET PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK.....	22
4	BEPALING VAN DE REFERENTIEWAARDE VOOR DE BIJDRAGE AAN HET SYSTEEMRENDEMENT VAN DE MAANDELIJKSE VERLIEZEN VAN EEN CIRCULATIELEIDING OF COMBILUS	26
5	BEPALING VAN DE REFERENTIEWAARDE VOOR HET ELECTRICITEITSVERBRUIK VOOR DISTRIBUTIE VAN DE POMP(EN) VAN EEN SYSTEEM COMBILUS DIE EEN EPN-EENHEID BEDIENT	27
5.1	Bepaling van de referentiewaarde voor het geïnstalleerd vermogen van een pomp ten dienste van ruimteverwarming	27
5.2	Bepaling van de referentiewaarde voor het geïnstalleerd vermogen van een pomp ten dienste van sanitair warm waterdistributie	27
6	MAANDELIJKSE CO ₂ -UITSTOOT DIE HET GEVOLG IS VAN RUIMTEVERWARMING EN DE BEREIDING VAN WARM TAPWATER DOOR EEN COMBILUS	28

Voorwoord

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

In de onderstaande tekst wordt beschreven hoe in het geval van de toepassing 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 warmwatertanks 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 warmwatertanks gebruikt voor de opwekking van warm tapwater.

De combilus is in bedrijf als de circulatiepomp is ingeschakeld. Aangezien de combilus wordt toegepast voor warm tapwater, wordt verondersteld 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.

1 Bepaling bruto energiebehoefte

1.1 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming

Bepaal de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , $Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$, als:

$$\text{Eq. 33} \quad Q_{\text{heat,gross,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec i,m}}}{\eta_{\text{sys,combi,heat,sec i,m}}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 7.2 van bijlage EPW voor EPW-eenheden en volgens § 5.3 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, in MJ;
$\eta_{\text{sys,combi,heat,sec i,m}}$	het maandgemiddeld systeemrendement voor ruimteverwarming van energiesector i , rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, zoals hieronder bepaald, (-).

Bepaal het maandgemiddeld systeemrendement voor ruimteverwarming van energiesector i , rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, $\eta_{\text{sys,combi,heat,sec i,m}}$, als:

- voor energiesectoren in EPW-eenheden:

$$\text{Eq. 34} \quad \eta_{\text{sys,combi,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{EPstor,heat,seci,m}} \cdot \eta_{\text{combi,m}} \quad (-)$$

- voor energiesectoren in EPN-eenheden:

$$\text{Eq. 35} \quad \eta_{\text{sys,combi,heat,seci,m}} = \eta_{\text{sys,heat}} \cdot \eta_{\text{combi,m}} \quad (-)$$

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 warmwatertanks voor ruimteverwarming die tussen de combilus en energiesector i opgesteld staan, beschouwd moeten worden, (-);
$\eta_{\text{combi,m}}$	het maandelijks rendement van de combilus, bepaald volgens § 1.3, (-);
$\eta_{\text{sys,heat}}$	het systeemrendement voor verwarming, bepaald volgens § 6.3 van bijlage EPN, (-).

1.2 De maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater

Bepaal de maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater van respectievelijk douche of bad i, keukenaanrecht j en ander tappunt k, als:

$$\text{Eq. 36} \quad Q_{\text{water,bathi,gross,m}} = r_{\text{water,bathi,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,bathi,net,m}}}{\eta_{\text{sys,combi,water,bathi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 37} \quad Q_{\text{water,sink j,gross,m}} = r_{\text{water,sink j,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,sink j,net,m}}}{\eta_{\text{sys,combi,water,sink j,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 38} \quad Q_{\text{water,other k,gross,m}} = r_{\text{water,other k,gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,other k,net,m}}}{\eta_{\text{sys,combi,water,other k,m}}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$r_{\text{water,bath i,gross}}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-);
---------------------------------	---

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , bepaald volgens § 7.3 van bijlage EPW voor EPW-eenheden en § 5.10 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, in MJ;
$\eta_{\text{sys,combi,water,bath } i,m}$	het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van douche of bad i , rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{\text{water,sink } j,\text{gross}}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht j d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-);
$Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht j , bepaald volgens § 7.3 van bijlage EPW voor EPW-eenheden en § 5.10 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, in MJ;
$\eta_{\text{sys,combi,water,sink } j,m}$	het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van keukenaanrecht j , rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{\text{water,other } k,\text{gross}}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor ander tappunt k d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-);
$Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt k , bepaald volgens § 5.10 van bijlage EPN, in MJ;
$\eta_{\text{sys,combi,water,other } k,m}$	het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van ander tappunt k , rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, zoals hieronder bepaald, (-).

Bepaal het maandgemiddeld systeemrendement voor warm tapwater van respectievelijk bad of douche i , keukenaanrecht j en ander tappunt k , rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, $\eta_{\text{sys,combi,water,bath } i,m}$, $\eta_{\text{sys,combi,water,sink } j,m}$ en $\eta_{\text{sys,combi,water,other } k,m}$ als:

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

$$\text{Eq. 39} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i} \cdot \eta_{\text{combi},m} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,bath } i,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 40} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,sink } j,m} = \eta_{\text{tubing,sink } j} \cdot \eta_{\text{combi},m} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,sink } j,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 41} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,other } k,m} = \eta_{\text{tubing,other } k} \cdot \eta_{\text{combi},m} \cdot \eta_{\text{EPstor,water,other } k,m} \quad (-)$$

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

$$\text{Eq. 42} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i} \cdot \eta_{\text{combi},m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 43} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,sink } j, m} = \eta_{\text{tubing,sink } j} \cdot \eta_{\text{combi}, m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 44} \quad \eta_{\text{sys,combi,water,other } k, m} = \eta_{\text{tubing,other } k} \cdot \eta_{\text{combi}, m} \quad (-)$$

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, (-);
$\eta_{\text{combi}, m}$	het maandelijks rendement van de combilus, bepaald volgens § 1.3, (-);
$\eta_{\text{EPstor,water,bath } i, m}$	het maandelijks opslagrendement van douche of bad i op niveau van de EPB-eenheid, zoals hieronder bepaald (-);
$\eta_{\text{tubing,sink } j}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht j , zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{EPstor,water,sink } j, m}$	het maandelijks opslagrendement van keukenaanrecht j op niveau van de EPB-eenheid, zoals hieronder bepaald (-);
$\eta_{\text{tubing,other } k}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar andere tappunt k , zoals bepaald in § 6.5 van bijlage EPN, (-);
$\eta_{\text{EPstor,water,other } k, m}$	het maandelijks opslagrendement van ander tappunt k op niveau van de EPB-eenheid, zoals hieronder bepaald (-).

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

- Indien zich tussen de combilus en bad of douche i , keukenaanrecht j of ander tappunt k geen warmwatertank bevindt, geldt:

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

- Indien zich tussen de combilus en bad of douche i , keukenaanrecht j of ander tappunt k 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:

$$\text{Eq. 45} \quad \eta_{\text{EPstor,water}, m} = \frac{\sum \frac{Q_{\text{water,bath } i, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing,bath } i}} + \sum \frac{Q_{\text{water,sink } j, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing,sink } j}} + \sum \frac{Q_{\text{water,other } k, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing,other } k}}}{\left(\sum \frac{Q_{\text{water,bath } i, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing,bath } i}} + \sum \frac{Q_{\text{water,sink } j, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing,sink } j}} + \sum \frac{Q_{\text{water,other } k, \text{net}, m}}{\eta_{\text{tubing,other } k}} + Q_{\text{loss,stor,water}, m} \right)} \quad (-)$$

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, (-);
$Q_{\text{water,sink } j, \text{net}, m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht j , bepaald volgens § 7.3 van bijlage EPW, in MJ;

$\eta_{\text{tubing,sink } j}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht j , bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-);
$Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt k , in MJ, bepaald volgens § 5.10 van bijlage EPN;
$\eta_{\text{tubing,other } k}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar andere tappunt k , zoals bepaald in § 6.5 van bijlage EPN, (-);
$Q_{\text{loss,stor,water},m}$	de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle baden of douches i , keukenaanrechten j en andere tappunten k die aangesloten zijn op de warmwatertank.

- Indien zich tussen de combilus en bad of douche i , keukenaanrecht j of ander tappunt k 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:

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

1.3 Maandelijks rendement van een combilus

Het maandelijks rendement van een combilus wordt bepaald volgens:

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

1.3.1 De combilus wordt het hele jaar door gebruikt

Bepaal het maandelijks rendement van de combilus als:

$$\text{Eq. 46} \quad \eta_{\text{combi},m} = \frac{Q_{\text{out,combi},m}}{Q_{\text{out,combi},m} + f_{\text{ctrl,combi}} \cdot (Q_{\text{loss,combi,EP},m} + Q_{\text{loss,combi,nEP},m})} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 47} \quad Q_{\text{loss,combi,EP},m} = f_{\text{insul,combi}} \cdot \sum_i Q_{\text{loss,combi,EP,segm } i,m} + \sum_k Q_{\text{loss,combi,EP,hx } k,m} + \sum_o Q_{\text{loss,combi,EP,stor } o,m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 48} \quad Q_{\text{loss,combi,nEP},m} = f_{\text{insul,combi}} \cdot \sum_j Q_{\text{loss,combi,nEP,segm } j,m} + \sum_n Q_{\text{loss,combi,nEP,hx } n,m} + \sum_p Q_{\text{loss,combi,nEP,stor } p,m} \quad (\text{MJ})$$

en met:

$Q_{\text{out,combi},m}$	de maandelijkse warmteafgifte van de combilus, zoals bepaald in § 1.3.1.1, in MJ;
$f_{\text{ctrl,combi}}$	correctiefactor die rekening houdt met de sturing en de eventuele aanwezigheid van lokale opslag van warm tapwater in de combilus, bepaald volgens Tabel [2] in functie van het type combilus, (-);

$Q_{loss,combi,EP,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van de combilus gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, in MJ;
$Q_{loss,combi,nEP,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van de combilus niet gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, in MJ;
$f_{insul,combi}$	een correctiefactor om rekening te houden met de impact van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van de combilus, bepaald zoals $f_{insul,circ\ k}$ in § 9.3.2.2 van bijlage EPW waarbij de index "circ k" wordt vervangen door "combi" en het woord "circulatieleiding k" door het woord "combilus", (-);
$Q_{loss,combi,EP,segm\ i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van segment i, gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, en dat deel uitmaakt van de combilus of van de leiding tussen het warmteopwekkingstoestel en de combilus, bepaald volgens § 1.3.1.2, in MJ;
$Q_{loss,combi,nEP,segm\ j,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van segment j, niet gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, en dat deel uitmaakt van de combilus of van de leiding tussen het warmteopwekkingstoestel en de combilus, bepaald volgens § 1.3.1.2, in MJ;
$Q_{loss,combi,EP,hx\ k,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van afleverset k, gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, van de combilus, bepaald volgens § 1.3.1.3, in MJ;
$Q_{loss,combi,nEP,hx\ n,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van afleverset n, niet gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, van de combilus, bepaald volgens § 1.3.1.3, in MJ;
$Q_{loss,combi,EP,stor\ o,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van warmwatertank o, gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, van de combilus, bepaald volgens § 1.3.1.4, in MJ;
$Q_{loss,combi,nEP,stor\ p,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van warmwatertank p, niet gelegen in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden, van de combilus, bepaald volgens § 1.3.1.4, in MJ.

Voor de bepaling van $Q_{loss,combi,EP,m}$ moet gesommeerd worden over:

- alle segmenten i van de combilus en van de leiding tussen het gemeenschappelijke warmteopwekkingstoestel en de combilus, die gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden;
- alle afleversets k van de combilus, die gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden;
- alle warmwatertanks o die deel uitmaken van de combilus en die gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden.

Voor de bepaling van $Q_{\text{loss,combi,EP,m}}$ moet gesommeerd worden over:

- alle segmenten j van de combilus en van de leiding tussen het gemeenschappelijke warmteopwekkingstoestel en de combilus, die niet gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden;
- alle afleversets n van de combilus, die niet gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden;
- alle warmwatertanks p die deel uitmaken van de combilus en die niet gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in niet-residentiële EPB-eenheden.

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 en voor de systemen met debietssturing die vermeld zijn in Tabel [2].

**Tabel [2]: Waarde van de correctiefactor $f_{ctrl,combi}$
in functie van de eigenschappen van de combilus**

Type combilus	$f_{ctrl,combi}$ (-)
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 decentrale debietssturing ter hoogte van het uiteinde van elke hoofdverdeelleiding, waarbij voor minstens 80% van de afleversets op de combilus de aftakleiding die de hoofdverdeelleiding verbindt met de afleverset niet langer is dan 2 meter (1) (2)	0,8
Zonder lokale opslag van warm tapwater en met lokale debietssturing ter hoogte van minstens 80% van de afleversets op de combilus (2)	0,75
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, decentraal ter hoogte van de uiteinden van elke hoofdverdeelleiding of lokaal ter hoogte van elke afleverset (1) (2)	0,9
Andere gevallen (dit is tevens de waarde bij ontstentenis)	1,05

(1) De afleversets worden niet doorstroomd wanneer er geen warmtevraag is.

(2) Om beschouwd te worden als een combilus met decentrale of lokale debietssturing, moet het systeem minimaal aan de volgende technische voorwaarden voldoen:

- Er mogen geen kortsluitingen zijn tussen aanvoer- en retourleidingen in de combilus, m.a.w. in de combilus kan het warme water enkel van aanvoer- naar retourleiding stromen via één van de afleversets opgenomen in het systeem of via een thermostatische bypass op het uiteinde van elke hoofdverdeelleiding.
- De selectie en regeling van de circulatiepompen in de combilus mogen de stilstandswerking van de afleversets of thermostatische by-pass niet tegenwerken. De regeling om het toerental van de pomp aan te sturen, dient daarvoor uitgerust te zijn met de nodige sondes voor uitlezing van drukverschil en/of temperatuursverschil tussen aanvoer en retour.

1.3.1.1 De maandelijkse warmteafgifte van de combilus

Bepaal de maandelijkse warmteafgifte van de combilus, $Q_{out,combi,m}$, als:

$$Q_{out,combi,m} = \left(\begin{aligned} & \sum_i \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{tubing,bath\ i} \cdot \eta_{EPstor,water,bath\ i,m}} \\ & + \sum_i \frac{Q_{water,sink\ i,net,m}}{\eta_{tubing,sink\ i} \cdot \eta_{EPstor,water,sink\ i,m}} \\ & + \sum_i \frac{Q_{water,other\ i,net,m}}{\eta_{tubing,other\ i} \cdot \eta_{EPstor,water,other\ i,m}} \\ & + \sum_j \frac{Q_{heat,net,sec\ j,m}}{\eta_{em,heat,sec\ j,m} \cdot \eta_{distr,heat,sec\ j,m} \cdot \eta_{EPstor,heat,sec\ j,m}} \\ & \quad + \sum_k \frac{Q_{heat,net,sec\ k,m}}{\eta_{sys,heat}} \\ & + \sum_l Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m} \\ & + \sum_m Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woC,m} \\ & + \sum_n Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m} \end{aligned} \right) \quad (MJ) \quad \text{Eq. 49}$$

met:

$Q_{water,bath\ i,net,m}$	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;
$\eta_{tubing,bath\ i}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i , bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{EPstor,water,bath\ i}$	het opslagrendement van douche of bad i , (-), op niveau van de EPB-eenheid, bepaald volgens § 1.2;
$Q_{water,sink\ i,net,m}$	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;
$\eta_{tubing,sink\ i}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht i , bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{EPstor,water,sink\ i}$	het opslagrendement van keukenaanrecht i , (-), op niveau van de EPB-eenheid, bepaald volgens § 1.2;
$Q_{water,other\ i,net,m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i voor warm tapwater, bepaald volgens § 5.10 van bijlage EPN, in MJ;
$\eta_{tubing,other\ i}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar ander tappunt i voor warm water, bepaald volgens § 6.5 van bijlage EPN, (-);
$\eta_{EPstor,water,other\ i}$	het opslagrendement van ander tappunt i voor warm tapwater, (-), op niveau van de EPN-eenheid, bepaald volgens § 1.2;

$Q_{\text{heat,net,m}}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming met indices 'sec j' en 'sec k' voor respectievelijk energiesector j en energiesector k, respectievelijk bepaald volgens § 7.2 van bijlage EPW voor energiesectoren in EPW-eenheden en volgens § 5.3 van bijlage EPN voor energiesectoren in EPN-eenheden, in MJ;
$\eta_{\text{em,heat,sec j,m}}$	het maandelijks afgifterendement van energiesector j, 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 vermenigvuldigingsfactoren voor gemeenschappelijke verwarming worden in het geval van een combilus niet toegepast;
$\eta_{\text{distr,heat,sec j,m}}$	het maandelijks verdeelrendement van energiesector j, 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;
$\eta_{\text{EPstor,heat,sec j,m}}$	het maandelijks opslagrendement van energiesector j op het niveau van de EPB-eenheid, bepaald volgens § 1.1, (-);
$\eta_{\text{sys,heat}}$	het systeemrendement voor verwarming, bepaald volgens § 6.3 van bijlage EPN, (-);
$Q_{\text{water,ncalc,res,unit l,gross woC,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van EPB-wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, in MJ;
$Q_{\text{water,ncalc,nres,bath m,gross woC,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van bad of douche m die zich in niet-residentiële EPB-eenheden bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, in MJ;
$Q_{\text{water,ncalc,nres,sink n,gross woC,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht n dat zich in niet-residentiële EPB-eenheden bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage EPW, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over:

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

1.3.1.2 De maandelijkse warmteverliezen van de leidingsegmenten van de combilus en de leiding tussen het opwekkingstoestel en de combilus

Bepaal de warmteverliezen van de leidingsegmenten van de combilus en de leiding tussen het opwekkingstoestel en de combilus, $Q_{\text{loss,combi,EP,segm } i,m}$ en $Q_{\text{loss,combi,nEP,segm } j,m}$, als:

$$\text{Eq. 50} \quad Q_{\text{loss,combi,EP,segm } i,m} = (t_m - t_{\text{heat,segm } i,m}) \cdot \frac{l_{\text{segm } i}}{R_{1,\text{segm } i}} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{\text{combi},m}) - \theta_{\text{amb},m,\text{segm } i}) \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 51} \quad Q_{\text{loss,combi,nEP,segm } j,m} = t_m \cdot \frac{l_{\text{segm } j}}{R_{1,\text{segm } j}} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{\text{combi},m}) - \theta_{\text{amb},m,\text{segm } j}) \quad (\text{MJ})$$

met:

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

$t_{\text{heat,segm } i,m}$ de conventionele maandelijkse tijd dat het leidingsegment i voor ruimteverwarming functioneert, zoals hieronder bepaald, in Ms;

l de lengte, met indices 'segm i ' en 'segm j ' voor respectievelijk leidingsegment i en leidingsegment j , in m;

R_1 de lineaire warmteweerstand, met indices 'segm i ' en 'segm j ' voor respectievelijk leidingsegment i en leidingsegment j , bepaald volgens § E.3 van bijlage EPW, in m.K/W;

$\theta_{\text{combi},m}$ de maandgemiddelde watertemperatuur in de combilus nodig voor ruimteverwarming, gelijk genomen aan de gemiddelde watertemperatuur in een afgiftekering, bepaald volgens D.2 van bijlage EPW, in $^\circ\text{C}$;

$\theta_{\text{amb},m}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur, met indices 'segm i ' en 'segm j ' voor respectievelijk leidingsegment i en leidingsegment j , in $^\circ\text{C}$:

- indien het leidingsegment binnen het beschermd volume maar niet in een EPN-eenheid ligt, geldt: $\theta_{\text{amb},m} = 18$;
- indien het leidingsegment binnen een EPN-eenheid ligt, geldt: $\theta_{\text{amb},m} = \theta_{i,\text{heat,fct } f}$, bepaald volgens § 5.2 van bijlage EPN;
- indien het leidingsegment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{\text{amb},m} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m}$;
- indien het leidingsegment buiten ligt, geldt: $\theta_{\text{amb},m} = \theta_{e,m}$;

waarin:

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, volgens Tabel [1] van bijlage EPW, in $^\circ\text{C}$.

Bepaal de conventionele maandelijkse tijd dat het leidingsegment i voor ruimteverwarming functioneert, $t_{\text{heat,segm } i,m}$, als:

$$\text{Eq. 52} \quad t_{\text{heat,segm } i,m} = \max(t_{\text{heat,segm } j,m}; t_{\text{heat,fct } f,m}) \quad (\text{Ms})$$

met:

$t_{\text{heat,sec } j,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector j van een EPW-eenheid, in Ms, bepaald volgens § D.1 van bijlage EPW;

$t_{\text{heat,fct } f,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van functioneel deel f van een EPN-eenheid, in Ms, zoals hieronder bepaald.

Het maximum moet genomen worden over alle energiesectoren j in EPW-eenheden en alle functionele delen f in EPN-eenheden die door leidingsegment i worden bediend.

Bepaal de conventionele werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van functioneel deel f , $t_{\text{heat,fct } f,m}$, met:

$$\text{Eq. 53} \quad t_{\text{heat,fct } f,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,int,fct } f,m}}{\left[H_{T,\text{heat,fct } f} + H_{V,\text{heat,fct } f} + \frac{30 \cdot A_{f,\text{fct } f}}{(\theta_{I,\text{heat,fct } f} + 8)} \right] (\theta_{I,\text{heat,fct } f} - \theta_{e,m})} \quad (\text{Ms})$$

met:

$Q_{\text{heat,net,int,fct } f,m}$ de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming, rekening houdend met tussentijdse temperatuurverlagingen, van functioneel deel f voor de maand m , bepaald volgens § 5.3 van bijlage EPN, in MJ;

$\theta_{I,\text{heat,fct } f}$ de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekening van functioneel deel f , bepaald volgens § 5.2 van bijlage EPN, in °C;

$H_{T,\text{heat,fct } f}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, bepaald volgens § 5.5 van bijlage EPN, in W/K;

$H_{V,\text{heat,fct } f}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, bepaald volgens § 5.6.2 van bijlage EPN, in W/K;

$A_{f,\text{fct } f}$ de gebruiksoppervlakte van functioneel deel f , in m²;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1] van bijlage EPW.

1.3.1.3 De maandelijkse warmteverliezen van de afleversets van de combilus

Bepaal de warmteverliezen van de afleversets van de combilus, $Q_{\text{loss,combi,EP,hx } k,m}$ en $Q_{\text{loss,combi,nEP,hx } n,m}$, als:

$$\text{Eq. 54} \quad Q_{\text{loss,combi,EP,hx } k,m} = (t_m - t_{\text{heat,hx } k,m}) \cdot H_{\text{hx } k} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{\text{combi},m}) - \theta_{\text{amb},m,\text{hx } k}) \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 55} \quad Q_{\text{loss,combi,nEP,hx } n,m} = t_m \cdot H_{\text{hx } n} \cdot (\max(60^\circ; \theta_{\text{combi},m}) - \theta_{\text{amb},m,\text{hx } n}) \quad (\text{MJ})$$

met:

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

$t_{\text{heat,hx } k,m}$ de conventionele maandelijkse tijd dat de afleverset k voor ruimteverwarming functioneert, zoals hieronder bepaald, in Ms;

H de warmteoverdrachtscoëfficiënt, met indices 'hx k' en 'hx n' voor respectievelijk afleverset k en afleverset n, zoals hieronder bepaald, in W/K;

$\theta_{combi,m}$ de maandgemiddelde watertemperatuur in de combilus nodig voor ruimteverwarming, gelijk genomen aan de gemiddelde watertemperatuur in een afgiftekering, bepaald volgens § D.2 van bijlage EPW, in °C;

$\theta_{amb,m}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur, met indices 'hx k' en 'hx n' voor respectievelijk afleverset k en afleverset n, in °C:

- indien de afleverset binnen het beschermd volume maar niet in een EPN-eenheid ligt, geldt:
 $\theta_{amb,m} = 18$;
- indien de afleverset binnen een EPN-eenheid ligt, geldt:
 $\theta_{amb,m} = \theta_{i,heat,fctf}$, bepaald volgens § 5.2 van bijlage EPN;
- indien de afleverset in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt:
 $\theta_{amb,m} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m}$;
- indien de afleverset buiten ligt, geldt:
 $\theta_{amb,m} = \theta_{e,m}$

waarin:
 $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, volgens Tabel [1] van bijlage EPW, in °C.

Bepaal de conventionele maandelijkse tijd dat de afleverset k voor ruimteverwarming functioneert, $t_{heat,hx k,m}$, als:

Eq. 56 $t_{heat,hx k,m} = \max(t_{heat,sec j,m}; t_{heat,fct f,m})$ (Ms)

met:

$t_{heat,sec j,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector j in een EPW-eenheid, in Ms, bepaald volgens § D.1 van bijlage EPW;

$t_{heat,fct f,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van functioneel deel f in een EPN-eenheid, in Ms, zoals bepaald in § 1.3.1.2.

Het maximum moet genomen worden over alle energiesectoren j in EPW-eenheden en alle functionele delen f in EPN-eenheden die door afleverset k worden bediend.

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënten $H_{hx k}$ en $H_{hx n}$ van afleversets k en n 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 m²;
- beschouw 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.
- beschouw 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:

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

- bereken de warmteoverdrachtscoëfficiënt als volgt (met indices 'hx k' en 'hx n' voor respectievelijk afleverset k en afleverset n):

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

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

1.3.1.4 De maandelijkse warmteverliezen van de warmwatertanks van de combilus

Bepaal de warmteverliezen van de warmwatertanks van de combilus, $Q_{loss,combi,EP,stor o,m}$ en $Q_{loss,combi,nEP,stor p,m}$, als:

$$\text{Eq. 57} \quad Q_{loss,combi,EP,stor o,m} = \frac{(t_m - t_{heat,stor o,m})}{t_m} \cdot Q_{loss,stor,water,m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 58} \quad Q_{loss,combi,nEP,stor p,m} = Q_{loss,stor,water,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

t_m	de lengte van de betreffende maand, zie Tabel [1] van bijlage EPW, in Ms;
$t_{heat,stor o,m}$	de conventionele maandelijkse tijd dat de warmwatertank o voor ruimteverwarming functioneert, zoals hieronder bepaald, in Ms;
$Q_{loss,stor,water,m}$	de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, in MJ.

Bepaal de conventionele maandelijkse tijd dat de warmwatertank o voor ruimteverwarming functioneert, $t_{heat,stor o,m}$, als:

$$\text{Eq. 59} \quad t_{heat,stor o,m} = \max(t_{heat,sec j,m}; t_{heat,fct f,m}) \quad (\text{Ms})$$

met:

$t_{heat,sec j,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector j van een EPW-eenheid, in Ms, bepaald volgens § D.1 van bijlage EPW voor EPW-eenheden;
$t_{heat,fct f,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van functioneel deel f van een EPN-eenheid, in Ms, zoals bepaald in § 1.3.1.2.

Het maximum moet genomen worden over alle energiesectoren j in EPW-eenheden en alle functionele delen f in EPN-eenheden die door warmwatertank o worden bediend.

1.3.2 De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt

Voor de situatie waarbij de warmwatertanks van de EPB-eenheden (satellietboilers) elektrische weerstanden bevatten en de combilus enkel tijdens

de wintermaanden wordt gebruikt, wordt het maandelijks rendement van de combilus als volgt bepaald:

- als $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = 0$ dan $\eta_{\text{combi},m} = 1$;
- als $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} > 0$ dan wordt $\eta_{\text{combi},m}$ bepaald volgens § 1.3.1.

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ is de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , zoals bepaald volgens § 7.2 van bijlage EPW voor EPW-eenheden en § 5.3 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, in MJ.

2 Bepaling eindenergieverbruik

2.1 Het maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming

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

$$\text{Eq. 72} \quad Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} + Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \frac{(1-f_{\text{as,heat,sec i,m}}) \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{as,heat,sec i,m}}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage EPW voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, (-);
$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;
$\eta_{\text{gen,combi,m}}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) die de combilus van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3, (-).

2.2 Het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater

Het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater wordt bepaald volgens:

- § 2.2.1, als de combilus het hele jaar door wordt gebruikt;
- § 2.2.2, als de combilus enkel tijdens de wintermaanden wordt gebruikt en de warm tapwatervoorziening tijdens de zomermaanden wordt voorzien door elektrische weerstanden in de warmwatertanks van de EPB-eenheden (satellietboilers).

2.2.1 De combilus wordt het hele jaar door gebruikt

Het totale eindenergieverbruik voor elk van de warm tapwater voor tappunten aangesloten op de combilus wordt per maand gegeven door:

$$\text{Eq. 73} \quad \left(\begin{array}{l} Q_{\text{water,bathi,final,m,pref}} \\ + Q_{\text{water,bathi,final,m,npref}} \end{array} \right) = \frac{(1-f_{\text{as,water,bathi,m}}) \cdot Q_{\text{water,bathi,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 74} \quad \left(\begin{array}{l} Q_{\text{water,sinki,final,m,pref}} \\ + Q_{\text{water,sinki,final,m,npref}} \end{array} \right) = \frac{(1-f_{\text{as,water,sinki,m}}) \cdot Q_{\text{water,sinki,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 75} \quad \left(\begin{array}{l} Q_{\text{water,otheri,final,m,pref}} \\ + Q_{\text{water,otheri,final,m,npref}} \end{array} \right) = \frac{(1-f_{\text{as,water,otheri,m}}) \cdot Q_{\text{water,otheri,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m}}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{as,m}}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage EPW. Met indices 'water,bath i', 'water,sink i' en 'water,other i' voor de warm tapwater
-------------------	--

	bereiding van respectievelijk douche/bad i, keukenaanrecht i en ander tappunt i, (-);
$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{\text{gen,combi},m}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) die de combilus van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3, (-);
$Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,other } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i, bepaald volgens § 1.2, in MJ.

2.2.2 De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt

Voor de situatie waarbij de warmwatertanks 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 de combilus 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 per maand gegeven door:

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

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

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

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

$$\text{Eq. 62} \quad Q_{\text{water,other } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,other } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,other } i,m}) \cdot Q_{\text{water,other } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,other } i,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,other } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

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

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', 'sink i' of 'other 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 van bijlage EPW. Met indices 'water,bath i', 'water,sink i' en 'water,other i' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche/bad i, keukenaanrecht i en ander tappunt i, (-);
$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{\text{gen,water},m,\text{pref}}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de elektrische weerstanden in de warmwatertanks, met index 'bath i', 'sink

	i' of 'other i' al naar gelang het geval, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}$	het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor douche of bad i, die verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}$	het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht i, die verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$Q_{water,other\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{stor,water,other\ i,m,pref}$	het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor ander tappunt i, die verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage EPW, (-).

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

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

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

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

$$\text{Eq. 76} \quad \eta_{gen,combi,m} = \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} \\ + \sum_j Q_{water,bathj,gross,m} \\ + \sum_k Q_{water,sinkk,gross,m} \\ + \sum_l Q_{water,other\ l,gross,m} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(\frac{f_{heat,pref,m} \cdot \eta_{gen,heat,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}}{\eta_{gen,heat,npref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \cdot Q_{heat,gross,seci,m} \right) \\ + \sum_j \left(\frac{f_{water,bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{gen,water,bath\ j,m,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}}{\eta_{gen,water,bath\ j,m,npref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \cdot Q_{water,bath\ j,gross,m} \right) \\ + \sum_k \left(\frac{f_{water,sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{gen,water,sink\ k,m,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}}{\eta_{gen,water,sink\ k,m,npref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \cdot Q_{water,sink\ k,gross,m} \right) \\ + \sum_l \left(\frac{f_{water,other\ l,m,pref} \cdot \eta_{gen,water,other\ l,m,pref} \cdot \eta_{combistor,water,m}}{\eta_{gen,water,other\ l,m,npref} \cdot \eta_{combistor,water,m}} \cdot Q_{water,other\ l,gross,m} \right) \end{array} \right)} \quad (-)$$

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

$$\text{Eq. 77} \quad \eta_{\text{gen,combi,m}} = \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} \\ + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} \\ + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} \\ + \sum_l Q_{\text{water,other 1,gross,m}} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(\frac{f_{\text{heat,pref,m}} \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} + \frac{f_{\text{heat,npref n}} \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref n}}} \right) \\ + \sum_j \left(\frac{f_{\text{water,bath j,m,pref}} \cdot Q_{\text{water,bath j,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath j,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} + \frac{f_{\text{water,bath j,m,npref n}} \cdot Q_{\text{water,bath j,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath j,m,npref n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref n}}} \right) \\ + \sum_k \left(\frac{f_{\text{water,sink k,m,pref}} \cdot Q_{\text{water,sink k,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink k,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} + \frac{f_{\text{water,sink k,m,npref n}} \cdot Q_{\text{water,sink k,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink k,m,npref n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref n}}} \right) \\ + \sum_l \left(\frac{f_{\text{water,other 1,m,pref}} \cdot Q_{\text{water,other 1,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,other 1,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} + \frac{f_{\text{water,other 1,m,npref n}} \cdot Q_{\text{water,other 1,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,other 1,m,npref n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref n}}} \right) \end{array} \right) \quad (-)$$

met:

$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;
$Q_{\text{water,bath j,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink k,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,other 1,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt l, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,heat,npref n}}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,water,pref}}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,water,npref n}}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{combistor,water,m}}$	het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank tussen het opwekkingstoestel en de combilus, zoals hieronder bepaald (-);
$\eta_{\text{stor,water,pref}}$	het opslagrendement van een warmwatertank, die verbonden is met de preferente warmteopwekker(s), bepaald, samen met $\eta_{\text{gen,water,pref}}$, volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage EPW, (-). Zowel de warmwatertanks voor als na de combilus worden hierbij beschouwd;
$\eta_{\text{stor,water,npref n}}$	het opslagrendement van een warmwatertank, die verbonden is met de niet-preferente warmteopwekker(s) n, bepaald, samen met $\eta_{\text{gen,water,npref n}}$, volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage EPW, (-). Zowel de warmwatertanks voor als na de combilus worden hierbij beschouwd.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmte-opwekkers n die de combilus bedienen en over alle energiesectoren i, baden/douches j, keukenaanrechten k en andere tappunten l 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 warmwatertank bevindt, geldt:

$$\eta_{\text{combistor,water,m}} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bath j,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sink k,gross,m}} + \sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}} \right)}{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bath j,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sink k,gross,m}} + \sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}} + Q_{\text{loss,stor,water,m}} \right)} \quad (-)$$

Eq. 65

met:

$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;
$Q_{\text{water,bath j,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink k,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,other l,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt l, bepaald volgens § 1.2, 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 en andere tappunten l die door de combilus worden bediend.

3 Bepaling van het primair energieverbruik

De berekening van het maandelijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming en warm tapwater van toestellen die een combilus bedienen, gebeurt als volgt:

- Voor de omzetting van de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming naar het maandelijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming:

$$\text{Eq. 78} \quad E_{p, \text{heat}, m} = \sum_i \frac{(1 - f_{\text{as}, \text{heat}, \text{seci}, m}) \cdot Q_{\text{heat}, \text{gross}, \text{seci}, m}}{\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}} \quad (\text{MJ})$$

- Voor de omzetting van de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater naar het maandelijks primair energieverbruik voor warm tapwater, bij combilussen die het hele jaar door worden gebruikt:

$$\text{Eq. 79} \quad E_{p, \text{water}, m} = \left(\begin{aligned} &\sum_i \frac{(1 - f_{\text{as}, \text{water}, \text{bathi}, m}) \cdot Q_{\text{water}, \text{bathi}, \text{gross}, m}}{\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}} \\ &+ \sum_i \frac{(1 - f_{\text{as}, \text{water}, \text{sinki}, m}) \cdot Q_{\text{water}, \text{sinki}, \text{gross}, m}}{\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}} \\ &+ \sum_i \frac{(1 - f_{\text{as}, \text{water}, \text{otheri}, m}) \cdot Q_{\text{water}, \text{otheri}, \text{gross}, m}}{\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{MJ})$$

- Voor de omzetting van de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater naar het maandelijks primair energieverbruik voor warm tapwater, bij combilussen die enkel tijdens de wintermaanden worden gebruikt en die in de zomer worden vervangen door warmwatertanks in de EPB-eenheden die elektrische weerstanden bevatten:

- In de maanden dat $Q_{\text{heat}, \text{net}, \text{seci}, m} = 0$, geldt:

$$\text{Eq. 80} \quad E_{p, \text{water}, m} = \left(\begin{aligned} &\sum_i f_{p, \text{elec}} \cdot Q_{\text{water}, \text{bathi}, \text{final}, m, \text{pref}} \\ &+ \sum_i f_{p, \text{elec}} \cdot Q_{\text{water}, \text{sinki}, \text{final}, m, \text{pref}} \\ &\sum_i f_{p, \text{elec}} \cdot Q_{\text{water}, \text{otheri}, \text{final}, m, \text{pref}} \end{aligned} \right) \quad (\text{MJ})$$

- In alle andere maanden geldt:

$$\text{Eq. 81} \quad E_{p, \text{water}, m} = \left(\begin{aligned} &\sum_i \frac{(1 - f_{\text{as}, \text{water}, \text{bathi}, m}) \cdot Q_{\text{water}, \text{bathi}, \text{gross}, m}}{\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}} \\ &\sum_i \frac{(1 - f_{\text{as}, \text{water}, \text{sinki}, m}) \cdot Q_{\text{water}, \text{sinki}, \text{gross}, m}}{\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}} \\ &\sum_i \frac{(1 - f_{\text{as}, \text{water}, \text{otheri}, m}) \cdot Q_{\text{water}, \text{otheri}, \text{gross}, m}}{\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{MJ})$$

met:

$f_{\text{as}, \text{heat}, \text{seci}, m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage EPW voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, (-);
$Q_{\text{heat}, \text{gross}, \text{seci}, m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;
$\eta_{p, \text{gen}, \text{combi}, m}$	het maandelijks primair opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) die de combilus van warmte voorzien, zoals hieronder bepaald, (-).
$f_{\text{as}, m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage EPW. Met indices 'water, bath i',

	'water,sink i' en 'water,other i' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche/bad i, keukenaanrecht i en ander tappunt i, (-);
$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{p,\text{gen,combi},m}$	het maandelijks primair opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) die de combilus van warmte voorzien, zoals hieronder bepaald, (-);
$Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,other } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$f_{p,\text{elec}}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
$Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}}$	het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 2.2.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}}$	het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 2.2.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}}$	het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater van andere tappunten i, bepaald volgens § 2.2.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i en over alle douches en baden i, alle keukenaanrechten i en alle andere tappunten i die door de combilus worden bediend.

Bepaal het primair opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) die de combilus van warmte voorzien, als volgt:

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

$$\text{Eq. 82} \quad \eta_{p,\text{gen,combi},m} = \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{\text{heat,gross,seci},m} \\ + \sum_j Q_{\text{water,bath } j,\text{gross},m} \\ + \sum_k Q_{\text{water,sink } k,\text{gross},m} \\ + \sum_l Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m} \end{array} \right)}{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(\frac{f_{\text{heat,pref},m} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{gen,heat,pref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} \cdot \frac{Q_{\text{heat,gross,seci},m}}{Q_{\text{water,bath } j,\text{gross},m}} \right) \\ + \sum_j \left(\frac{f_{\text{water,bath } j,m,\text{pref}} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{gen,water,bath } j,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } j,m,\text{npref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} \cdot \frac{Q_{\text{water,bath } j,\text{gross},m}}{Q_{\text{water,sink } k,\text{gross},m}} \right) \\ + \sum_k \left(\frac{f_{\text{water,sink } k,m,\text{pref}} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{gen,water,sink } k,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } k,m,\text{npref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} \cdot \frac{Q_{\text{water,sink } k,\text{gross},m}}{Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m}} \right) \\ + \sum_l \left(\frac{f_{\text{water,other } l,m,\text{pref}} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{gen,water,other } l,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}}{\eta_{\text{gen,water,other } l,m,\text{npref}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} \cdot \frac{Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m}}{Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m}} \right) \end{array} \right) \quad (-)$$

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

$$\begin{aligned}
 & \left(\begin{array}{l} \sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} \\ + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} \\ + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} \\ + \sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}} \end{array} \right) \\
 \text{Eq. 83} \quad \eta_{p,\text{gen,combi,m}} = & \frac{\left(\begin{array}{l} \sum_i \left(\frac{f_{\text{heat,pref,m}} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{heat,npref n,m}} \cdot f_{p,\text{npref n}} \cdot Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref n}}} \right) \\ + \sum_j \left(\frac{f_{\text{water,bath j,m,pref}} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot Q_{\text{water,bath j,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath j,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water,bath j,m,npref n}} \cdot f_{p,\text{npref n}} \cdot Q_{\text{water,bath j,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath j,m,npref n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref n}}} \right) \\ + \sum_k \left(\frac{f_{\text{water,sink k,m,pref}} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot Q_{\text{water,sink k,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink k,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water,sink k,m,npref n}} \cdot f_{p,\text{npref n}} \cdot Q_{\text{water,sink k,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,sink k,m,npref n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref n}}} \right) \\ + \sum_l \left(\frac{f_{\text{water,other l,m,pref}} \cdot f_{p,\text{pref}} \cdot Q_{\text{water,other l,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,other l,m,pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,pref}}} \right) \\ + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water,other l,m,npref n}} \cdot f_{p,\text{npref n}} \cdot Q_{\text{water,other l,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,other l,m,npref n}} \cdot \eta_{\text{stor,water,npref n}}} \right) \end{array} \right) \quad (-)
 \end{aligned}$$

met:

$Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;
$Q_{\text{water,bath j,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink k,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,other l,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt l, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$f_{p,\text{pref}}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferente opwekker(s), zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
$f_{p,\text{npref n}}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente opwekker(s) n, zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,heat,npref n}}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,water,pref}}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,water,npref n}}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{combistor,water,m}}$	het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank tussen het opwekkingstoestel en de combilus, zoals hieronder bepaald (-);
$\eta_{\text{stor,water,pref}}$	het opslagrendement van een warmwatertank, die verbonden is met de preferente warmteopwekker(s), bepaald, samen met $\eta_{\text{gen,water,pref}}$, volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage EPW, (-). Zowel de warmwatertanks voor als na de combilus worden hierbij beschouwd;
$\eta_{\text{stor,water,npref n}}$	het opslagrendement van een warmwatertank, die verbonden is met de niet-preferente warmteopwekker(s) n, bepaald, samen met $\eta_{\text{gen,water,npref n}}$, volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage EPW, (-). Zowel de warmwatertanks voor als na de combilus worden hierbij beschouwd.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmte-opwekkers n die de combilus bedienen en over alle energiesectoren i, baden/douches j, keukenaanrechten k en andere tappunten l die door de combilus worden bediend.

4 Bepaling van de referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding of combilus

Bepaal de referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding of combilus als volgt:

- Voor tappunten die aangesloten zijn op een combilus die minstens een tappunt in een EPW-eenheid, in een EPB-wooneenheid die geen EPW-eenheid of in een functioneel deel met de functie "logeerfunctie", "gezondheidszorg met verblijf", "sporthal, sportzaal", "fitness, dans" of "sauna, zwembad" bedient, geldt:

- Voor bad of douche i:

$$\eta_{\text{water,circ,bath } i,m,\text{ref}} = 1,05 \cdot \frac{Q_{\text{out,combi,m,ref}}}{Q_{\text{out,combi,m,ref}} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,segm } j})}{R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

Eq. 66

- Voor keukenaanrecht j:

$$\eta_{\text{water,circ,sink } j,m,\text{ref}} = 1,20 \cdot \frac{Q_{\text{out,combi,m,ref}}}{Q_{\text{out,combi,m,ref}} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,segm } j})}{R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

Eq. 67

- Voor ander tappunt k voor warm tapwater:

$$\eta_{\text{water,circ,other } l,m,\text{ref}} = 1,60 \cdot \frac{Q_{\text{out,combi,m,ref}}}{Q_{\text{out,combi,m,ref}} + t_m \cdot 1,3 \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,segm } j})}{R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}}} \quad (-)$$

Eq. 68

- Voor tappunten die aangesloten zijn op een combilus die geen tappunten in EPW-eenheden, in EPB-wooneenheden die geen EPW-eenheid zijn of in functionele delen met de functie "logeerfunctie", "gezondheidszorg met verblijf", "sporthal, sportzaal", "fitness, dans" of "sauna, zwembad" bedient, geldt:

$$\eta_{\text{water,circ,bath } i,m,\text{ref}} = \eta_{\text{water,circ,sink } j,m,\text{ref}} = \eta_{\text{water,circ,other } l,m,\text{ref}} = 1 \quad (-)$$

Eq. 69

met:

$Q_{\text{out,combi,m,ref}}$	de referentiewaarde voor de maandelijkse warmteafgifte van de combilus, in MJ. Deze wordt bepaald zoals $Q_{\text{out,combi,m}}$ in § 1.3.1.1; waarbij echter enkel gesommeerd wordt over de bediende tappunten en de bediende EPB-wooneenheden die geen EPW-eenheid zijn (en niet over de bediende energiesectoren);
t_m	de lengte van de betreffende maand, zie Tabel [1] van bijlage EPW, in Ms;
$l_{\text{segm } j}$	de lengte van segment j, in m;
$\theta_{\text{amb,m,segm } j}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j, zoals bepaald in § 1.3.1.2, in °C;
$R_{1,\text{segm } j,\text{ref}}$	de referentiewaarde voor de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, ontleend aan Tabel [42] van bijlage EPN in functie van de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingsegment $D_{i,j}$, in mK/W.

5 Bepaling van de referentiewaarde voor het elektriciteitsverbruik voor distributie van de pomp(en) van een systeem combilus die een EPN-eenheid bedient

5.1 Bepaling van de referentiewaarde voor het geïnstalleerd vermogen van een pomp ten dienste van ruimteverwarming

Bepaal de referentiewaarde van het geïnstalleerd vermogen van pomp j ten dienste van de verwarming van de beschouwde EPN-eenheid, $P_{\text{pump,dis,instal,heat},j,\text{ref}}$, voor een pomp in de combilus als volgt:

$$\text{Eq. 70} \quad P_{\text{pump,dis,instal,heat},j,\text{ref}} = \text{MAX}(70; 0,3 \cdot \sum_i A_{f,\text{sec } i}) \quad (\text{W})$$

met:

$A_{f,\text{sec } i}$ de gebruiksoppervlakte van energiesector i , in m^2 .

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i die door circulatiepomp j worden bediend.

Indien een pomp meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient, dan dient de referentiewaarde voor het vermogen van de pomp ($P_{\text{pumps,dis,instal,heat},j,\text{ref}}$) proportioneel verdeeld te worden over deze EPW- en/of EPN-eenheden op basis van de totale bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van de respectievelijke eenheden.

Indien een pomp enkel functionele delen met de functie "technische ruimten" bedient, wordt $P_{\text{pump,dis,instal,heat},j,\text{ref}}$ gelijk genomen aan nul. Indien een pomp enkel functionele delen met de functie "onderwijs" of de functie "technische ruimten" bedient, wordt het pompvermogen bekomen volgens bovenstaande vergelijking Eq. 69 vermenigvuldigd met een factor 0,83.

5.2 Bepaling van de referentiewaarde voor het geïnstalleerd vermogen van een pomp ten dienste van sanitair warm waterdistributie

Bepaal de referentiewaarde van het geïnstalleerd vermogen van pomp l ten dienste van de sanitair warm waterdistributie van de beschouwde EPN-eenheid, $P_{\text{pump,dis,instal,water},l,\text{ref}}$, voor een pomp in de combilus, als volgt:

$$\text{Eq. 71} \quad P_{\text{pump,dis,instal,water},j,\text{ref}} = \text{MAX}\left(25; \frac{\sum_j l_{\text{segm } j}}{13,94 \cdot 10^3} \cdot \sum_j \frac{l_{\text{segm } j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January,segm } j})}{R_{l,\text{segm } j,\text{ref}}}\right) \quad (\text{W})$$

met:

$l_{\text{segm } j}$ de lengte van segment j , in m;

$\theta_{\text{amb,January,segm } j}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j voor de maand januari, in $^{\circ}\text{C}$, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage EPW;

$R_{l,\text{segm } j,\text{ref}}$ de referentiewaarde voor de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j , ontleend aan Tabel [42] van bijlage EPN in functie van de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingssegment $D_{i,j}$, in mK/W .

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van de combilus die bediend worden door pomp j .

Indien een pomp meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient, dan dient de referentiewaarde voor het vermogen van de pomp ($P_{pumps,dis,instal,water,j,ref}$) proportioneel verdeeld te worden over deze EPW- en/of EPN-eenheden op basis van de totale bruto energiebehoefte voor warm tapwater van de respectievelijke eenheden.

6 Maandelijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van ruimteverwarming en de bereiding van warm tapwater door een combilus

Voor de energiesectoren en de tappunten die worden bediend door een combilus, moet de maandelijkse CO₂-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van ruimteverwarming en de bereiding van warm tapwater als volgt bepaald worden:

- Voor de berekening van de maandelijkse CO₂-uitstoot voor ruimteverwarming:

$$\text{Eq. 84} \quad CO_{2,heat,m} = \sum_i \frac{(1-f_{as,heat,seci,m}) \cdot Q_{heat,gross,seci,m}}{\eta_{CO2,gen,combi,m}} \quad (\text{kg})$$

- Voor de berekening van de maandelijkse CO₂-uitstoot voor de bereiding van warm tapwater, bij combilussen die het hele jaar door worden gebruikt:

$$\text{Eq. 85} \quad CO_{2,water,m} = \left(\begin{aligned} &\sum_j \frac{(1-f_{as,water,bath j,m}) \cdot Q_{water,bath j,gross,m}}{\eta_{CO2,gen,combi,m}} \\ &+ \sum_k \frac{(1-f_{as,water,sink k,m}) \cdot Q_{water,sink k,gross,m}}{\eta_{CO2,gen,combi,m}} \\ &+ \sum_l \frac{(1-f_{as,water,other l,m}) \cdot Q_{water,other l,gross,m}}{\eta_{CO2,gen,combi,m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{kg})$$

- Voor de berekening van de maandelijkse CO₂-uitstoot voor de bereiding van warm tapwater, bij combilussen die enkel tijdens de wintermaanden worden gebruikt en die, tijdens de zomer, worden vervangen door de warmwatertanks van de EPW-eenheden voorzien van elektrische weerstanden (satellietboilers):

- Voor de maanden waarin $Q_{heat,net,sec i,m} = 0$:

$$\text{Eq. 86} \quad CO_{2,water,m} = \left(\begin{aligned} &\sum_j f_{CO2,elec} \cdot f_{NCV/GCV,elec} \cdot Q_{water,bath j,final,m,pref} \\ &+ \sum_k f_{CO2,elec} \cdot f_{NCV/GCV,elec} \cdot Q_{water,sink k,final,m,pref} \\ &+ \sum_l f_{CO2,elec} \cdot f_{NCV/GCV,elec} \cdot Q_{water,other l,final,m,pref} \end{aligned} \right) \quad (\text{kg})$$

- Voor alle andere maanden:

$$\text{Eq. 87} \quad CO_{2,water,m} = \left(\begin{aligned} &\sum_j \frac{(1-f_{as,water,bath j,m}) \cdot Q_{water,bath j,gross,m}}{\eta_{CO2,gen,combi,m}} \\ &+ \sum_k \frac{(1-f_{as,water,sink k,m}) \cdot Q_{water,sink k,gross,m}}{\eta_{CO2,gen,combi,m}} \\ &+ \sum_l \frac{(1-f_{as,water,other l,m}) \cdot Q_{water,other l,gross,m}}{\eta_{CO2,gen,combi,m}} \end{aligned} \right) \quad (\text{kg})$$

met:

$f_{as,heat,sec i,m}$

het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage EPW voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, (-);

$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 1.1, in MJ;
$\eta_{\text{CO2,gen,combi},m}$	het maandelijks 'CO ₂ ' opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) die de combilus bedienen, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{\text{as},m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage EPW. Met indices 'water,bath j ', 'water,sink k ' en 'water,other l ' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche/bad j , keukenaanrecht k en ander tappunt l , (-);
$Q_{\text{water,bath } j,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j , bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink } k,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k , bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt l , bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$f_{\text{CO2,elec}}$	de CO ₂ -emissiefactor voor elektriciteit, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);
$f_{\text{NCV/GCV,elec}}$	de vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde voor elektriciteit, zoals opgenomen in het "Richtlijnenbesluit", (-);
$Q_{\text{water,bath } j,\text{final},m,\text{pref}}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad j , bepaald volgens § 2.2.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink } k,\text{final},m,\text{pref}}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht k , bepaald volgens § 2.2.2, in MJ;
$Q_{\text{water,other } l,\text{final},m,\text{pref}}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor ander tappunt l , bepaald volgens § 2.2.2, in MJ.

Men moet sommeren over alle energiesectoren i , alle douches en baden j , alle keukenaanrechten k en alle andere tappunten l die worden bediend door de combilus.

Men bepaalt het maandelijks 'CO₂' opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) die de combilus bedienen als volgt:

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

Eq. 88 $\eta_{\text{CO}_2, \text{gen, combi, m}} =$

$$\frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} \right.}{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} + \sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}} + \sum_l Q_{\text{water, other 1, gross, m}} \right)} \quad (-)$$

$$\left(\sum_i \left(\frac{f_{\text{heat, pref, m}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, heat, pref}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{heat, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, heat, npref, n}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}} \right) \right) +$$

$$\sum_j \left(\frac{f_{\text{water, bath j, m, pref}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, water, bath j, m, pref}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, bath j, m, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, water, bath j, m, npref, n}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}} \right) +$$

$$\sum_k \left(\frac{f_{\text{water, sink k, m, pref}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, water, sink k, m, pref}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, sink k, m, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, water, sink k, m, npref, n}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}} \right) +$$

$$\sum_l \left(\frac{f_{\text{water, other 1, m, pref}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, water, other 1, m, pref}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, other 1, m, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, water, other 1, m, npref, n}} \cdot \eta_{\text{combistor, water, m}}}{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}} \right)$$

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

Eq. 89 $\eta_{\text{CO}_2, \text{gen, combi, m}} =$

$$\frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} \right.}{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, seci, m}} + \sum_j Q_{\text{water, bathj, gross, m}} + \sum_k Q_{\text{water, sinkk, gross, m}} + \sum_l Q_{\text{water, other 1, gross, m}} \right)} \quad (-)$$

$$\left(\sum_i \left(\frac{f_{\text{heat, pref, m}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, heat, pref}}}{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{heat, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, heat, npref, n}}}{Q_{\text{heat, gross, seci, m}}} \right) \right) +$$

$$\sum_j \left(\frac{f_{\text{water, bath j, m, pref}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, water, bath j, m, pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}}{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, bath j, m, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, water, bath j, m, npref, n}} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref, n}}}{Q_{\text{water, bath j, gross, m}}} \right) +$$

$$\sum_k \left(\frac{f_{\text{water, sink k, m, pref}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, water, sink k, m, pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}}{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, sink k, m, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, water, sink k, m, npref, n}} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref, n}}}{Q_{\text{water, sink k, gross, m}}} \right) +$$

$$\sum_l \left(\frac{f_{\text{water, other 1, m, pref}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, pref}} \cdot \eta_{\text{gen, water, other 1, m, pref}} \cdot \eta_{\text{stor, water, pref}}}{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}} \right) + \sum_n \left(\frac{f_{\text{water, other 1, m, npref, n}} \cdot f_{\text{CO}_2, \text{npref, n}} \cdot f_{\text{NCV/GCV, npref, n}} \cdot \eta_{\text{gen, water, other 1, m, npref, n}} \cdot \eta_{\text{stor, water, npref, n}}}{Q_{\text{water, other 1, gross, m}}} \right)$$

met:

$Q_{\text{heat, gross, seci, m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;
$Q_{\text{water, bath j, gross, m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water, sink k, gross, m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$Q_{\text{water, other 1, gross, m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt 1, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$f_{\text{CO}_2, \text{pref}}$	de CO ₂ -emissiefactor van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s), in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);

$f_{NCV/GCV,pref}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof van de preferente warmteopwekker(s), zoals opgenomen in het "Richtlijnenbesluit", , (-);
$f_{CO_2,npref\ n}$	de CO ₂ -emissiefactor van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s), in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV,npref\ n}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof van de niet-preferente warmteopwekker(s) n, zoals opgenomen in het "Richtlijnenbesluit", , (-);
$\eta_{gen,heat,pref}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{gen,heat,npref\ n}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{gen,water,pref}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{gen,water,npref\ n}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwekker(s) n voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{combistor,water,m}$	het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank tussen het opwekkingstoestel en de combilus, zoals hieronder bepaald (-);
$\eta_{stor,water,pref}$	het opslagrendement van een warmwatertank, die verbonden is met de preferente warmteopwekker(s), bepaald, samen met $\eta_{gen,water,pref}$, volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage EPW, (-). Zowel de warmwatertanks voor als na de combilus worden hierbij beschouwd;
$\eta_{stor,water,npref\ n}$	het opslagrendement van een warmwatertank, die verbonden is met de niet-preferente warmteopwekker(s) n, bepaald, samen met $\eta_{gen,water,npref\ n}$, volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage EPW, (-). Zowel de warmwatertanks voor als na de combilus worden hierbij beschouwd.

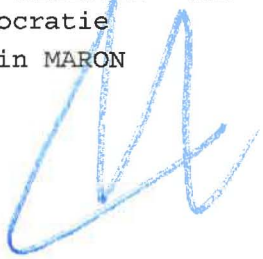
Men moet sommeren over alle niet-preferentie warmteopwekkers n die de combilus bedienen en over alle energiesectoren i, alle douches en baden j, alle keukenaanrechten k en alle andere tappunten l die worden bediend door de combilus.

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende uitvoering van bijlagen XXI en XXII 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 en houdende uitvoering van 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

Brussel, ...

10 DEC. 2020

De Minister van Klimaattransitie, Leefmilieu, Energie en Participatieve
democratie
Alain MARON



Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

MÉTHODE DE CALCUL DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE D'UN SYSTÈME DE FOURNITURE DE CHALEUR EXTERNE

Table des matières

1	Définitions	2
2	Normes	2
3	Limites du système de fourniture de chaleur externe.....	2
4	Rendement de production d'un secteur énergétique.....	3
4.1	Rendement de production pour le chauffage des locaux par fourniture de chaleur externe.....	3
4.2	Rendement de production pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par fourniture de chaleur externe	3
5	Facteur d'énergie primaire équivalent du système de fourniture de chaleur externe.....	4
5.1	Facteur d'énergie primaire équivalent du système de fourniture de chaleur externe.....	4
5.2	Quantité annuelle de chaleur fournie aux demandeurs de chaleur.....	4
5.2.1	Quantité annuelle de chaleur fournie déterminée à partir de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s).....	5
5.2.2	Chaleur fournie à partir de la consommation d'énergie.....	5
5.2.3	Chaleur fournie sur base de la surface plancher.....	8
5.2.4	Valeur par défaut pour la chaleur fournie.....	10
5.3	La consommation d'énergie primaire du système de fourniture de chaleur externe.....	10
5.3.1	Quantité annuelle d'énergie consommée.....	11
5.3.2	Consommation annuelle d'énergie pour la production de chaleur.....	11
5.3.3	Quantité annuelle de chaleur produite par les générateurs de chaleur....	14
5.3.4	Déperditions de chaleur linéaires.....	15
5.3.5	Déperditions de chaleur locales.....	17
5.3.6	Fraction d'énergie fournie par chaque générateur.....	19
5.3.7	Consommation d'énergie auxiliaire.....	22
5.3.8	Quantité annuelle d'énergie produite.....	25
5.3.9	Utilisation des valeurs mesurées.....	26
5.3.10	Utilisation des valeurs facturées.....	27
5.3.11	Exigences minimales en matière d'isolation des échangeurs thermiques et des réservoirs tampons.....	27
6	Exigence supplémentaire	28
7	Calcul du facteur d'émissions de CO ₂	28
7.1	Les émissions de CO ₂ résultant de la production de chaleur.....	29
7.2	Les émissions de CO ₂ résultant de la consommation d'énergie des auxiliaires	29
7.3	Les émissions de CO ₂ évitées résultant de la production d'énergie.....	30

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Avant-propos

La présente annexe décrit la méthode de calcul qui permet de caractériser un système de fourniture de chaleur externe par la détermination des paramètres suivant :

- $f_{p,dh}$: le facteur en énergie primaire équivalent du système;
- $\eta_{equiv,heat,dh}$ et $\eta_{equiv,water,dh}$: les rendements de production du système, respectivement pour le chauffage des locaux et pour la production d'eau chaude sanitaire.

1 Définitions

Le demandeur de chaleur le bâtiment raccordé à un système de fourniture de chaleur externe

2 Normes

La présente annexe fait référence aux normes suivantes :

NBN EN 15603	Performance énergétique des bâtiments - Consommation globale d'énergie et définition des évaluations énergétiques
NBN EN 12667:2001	Thermal performance of building materials and products - Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Products of high and medium thermal resistance

3 Limites du système de fourniture de chaleur externe

Toutes les limites du système unique de chaleur externe spécifiques au projet doivent être fixées et écrites de façon univoque, pour chaque demandeur de chaleur. Les limites sont définies comme suit :

- s'il y a un compteur d'énergie thermique : celui-ci constitue la limite entre le système de fourniture de chaleur externe et le demandeur de chaleur. Si plusieurs compteurs d'énergie thermique sont placés en série, c'est le compteur d'énergie thermique utilisé par l'exploitant du système de fourniture de chaleur externe pour le calcul des frais de chauffage qui constitue la limite ;
- s'il n'y a pas de compteur d'énergie thermique : c'est le raccordement de la sous-station ou l'échangeur thermique qui forme la limite entre le système de fourniture de chaleur externe et le demandeur de chaleur, vu du côté du réseau de chaleur. En cas d'absence d'une sous-station ou

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

d'un échangeur thermique, le passage de la conduite dans le bâtiment constitue la limite.

4 Rendement de production d'un secteur énergétique

Le rendement de production d'un secteur énergétique qui est relié à un système de fourniture de chaleur externe désigne le ratio d'énergie utilisé au sein du secteur énergétique concerné par rapport à la chaleur fournie par le système de fourniture de chaleur externe.

Le principe de base consiste à ce que les déperditions affectant le rendement de production dans les sous-stations ou les échangeurs thermiques soient traitées si ces composants ne sont pas déjà compris dans le système de fourniture de chaleur externe considéré. Cela dépend des limites fixées telles que décrites dans le § 3.

4.1 Rendement de production pour le chauffage des locaux par fourniture de chaleur externe

Par défaut, le rendement de production pour le chauffage des locaux d'un système de fourniture de chaleur externe, $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}^1$, vaut :

$$\text{Eq. 1} \quad \eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 0,97 \quad (-)$$

Si l'une des conditions suivantes est remplie :

- aucun échangeur thermique ou aucune sous-station n'a été placé(e) ;
- l'échangeur thermique ou la sous-station est déjà compris(e) dans le système de fourniture de chaleur externe ;
- l'échangeur thermique ou la sous-station sort du cadre des limites du système de fourniture de chaleur externe et est isolé(e), conformément aux exigences minimales décrites au § 5.3.11 ;

alors :

$$\text{Eq. 2} \quad \eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 1,00 \quad (-)$$

4.2 Rendement de production pour la préparation de l'eau chaude sanitaire par fourniture de chaleur externe

Le rendement de production pour la préparation d'eau chaude sanitaire d'un système de fourniture de chaleur externe, $\eta_{\text{equiv,water,dh}}^2$, vaut :

¹ Pour les périodes d'application à partir du 01/01/2014, le symbole $\eta_{\text{heat,dh}}$ est utilisé dans l'annexe PER.

² Pour les périodes d'application à partir du 01/01/2014, le symbole $\eta_{\text{water,dh}}$ est utilisé dans l'annexe PER.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Eq. 3 $\eta_{\text{equiv,water,dh}} = \eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ (-)

où :

$\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ le rendement de production pour le chauffage des locaux d'un système de fourniture de chaleur externe, déterminé selon le § 4.1, (-).

L'influence de la présence ou non d'un stockage de chaleur est calculée conformément aux prescriptions du Tableau [46] de l'annexe PER.

5 Facteur d'énergie primaire équivalent du système de fourniture de chaleur externe

Ce chapitre décrit la méthode de détermination du facteur d'énergie primaire équivalent du système de fourniture de chaleur externe.

5.1 Facteur d'énergie primaire équivalent du système de fourniture de chaleur externe

Le facteur d'énergie primaire équivalent d'un système de fourniture de chaleur externe, $f_{p,dh}$, est une caractéristique unique de ce système et est déterminé comme suit :

Eq. 4 $f_{p,dh} = \max\left(\frac{E_{p,dh}}{Q_{del,dh}}; 0,7\right)$ (-)

où :

$E_{p,dh}$ la consommation d'énergie primaire du système de fourniture de chaleur externe, déterminée selon le § 5.3, en MJ ;

$Q_{del,dh}$ la quantité annuelle de chaleur fournie aux demandeurs de chaleur alimentés par le système de fourniture de chaleur externe, déterminée selon le § 5.2, en MJ.

5.2 Quantité annuelle de chaleur fournie aux demandeurs de chaleur

La quantité annuelle de chaleur fournie aux demandeurs de chaleur alimentés par le système de fourniture de chaleur externe, $Q_{del,dh}$, est déterminée comme suit :

Eq. 5 $Q_{del,dh} = \sum_j Q_{del,j}$ (MJ)

où :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$Q_{del,j}$ la quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j , en MJ.

Il faut faire une somme sur tous les demandeurs de chaleur j alimentés par le système de fourniture de chaleur externe.

Cette quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j , $Q_{del,j}$, se détermine au choix selon l'une des quatre méthodes suivantes :

- utilisation de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s) (§ 5.2.1) ;
- utilisation d'une valeur de calcul (§ 5.2.2) ;
- utilisation de la surface de plancher chauffée, A_{EPR} (§ 5.2.3) ;
- utilisation d'une valeur par défaut (§ 5.2.4).

5.2.1 Quantité annuelle de chaleur fournie déterminée à partir de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s)

Il faut déterminer la quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j , $Q_{del,j}$, conformément aux spécifications des § 5.3.9 et 5.3.10.

5.2.2 Chaleur fournie à partir de la consommation d'énergie

Si le demandeur de chaleur j ne comprend que des secteurs énergétiques pour lesquels les besoins bruts en énergie sont déjà calculés, la quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j , $Q_{del,j}$, est déterminée comme suit :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$$\begin{aligned}
 & Q_{del,j} \\
 &= \sum_{m=1}^{12} \left(\sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref,j} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref,j} \right. \\
 &+ \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,npref,j} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,bath\ k,pref,j} \cdot Q_{water,bath\ k,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,bath\ k,npref,j} \cdot Q_{water,bath\ k,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,sink\ l,pref,j} \cdot Q_{water,sink\ l,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,sink\ l,npref,j} \cdot Q_{water,sink\ l,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,other\ m,pref,j} \cdot Q_{water,other\ m,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,other\ m,npref,j} \cdot Q_{water,other\ m,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,cool,sec\ i,pref,j} \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,cool,sec\ i,npref,j} \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m,npref,j} \\
 &\left. + \sum_i w_{dh,hum,n,pref,j} \cdot Q_{hum,final,n,m,pref,j} + \sum_i w_{dh,hum,n,npref,j} \cdot Q_{hum,final,n,m,npref,j} \right)
 \end{aligned}
 \tag{MJ}$$

où :

$w_{dh,j}$

un facteur de pondération qui détermine, pour le demandeur de chaleur j , si le système de fourniture de chaleur externe dh fourni de la chaleur ou non pour le chauffage des locaux du secteur énergétique i (indice « $heat,sec\ i$ »), pour la préparation de l'eau chaude sanitaire pour la douche/le bain k , l'évier de la cuisine l ou un autre point de puisage m (indices « $water,bath\ k$ », « $water,sink\ l$ » et « $water,other\ m$ »), pour le refroidissement du secteur énergétique i (indice « $cool,sec\ i$ ») ou pour le système d'humidification n (indice « hum,n »), le cas échéant via une fourniture de chaleur préférentielle ou non préférentielle (indices « $pref$ » et « $npref$ »). Si oui, $w_{dh,j} = 1$; si non, $w_{dh,j} = 0$, (-) ;

$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref,j}$

la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) destiné(s) au chauffage

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

	des locaux du secteur énergétique i du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.2.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.2.1 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{npref},j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) destiné(s) au chauffage des locaux du secteur énergétique i du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.2.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.2.1 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,bath } k,\text{final},m,\text{pref},j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou à la baignoire k du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.3.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.6 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,bath } k,\text{final},m,\text{npref},j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à la douche ou à la baignoire k du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.3.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.6 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,sink } 1,\text{final},m,\text{pref},j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine 1 du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.3.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.6 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,sink } 1,\text{final},m,\text{npref},j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à l'évier de cuisine 1 du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.3.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.6 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,other } m,\text{final},m,\text{pref},j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage m du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.3.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.6 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{\text{water,other } m,\text{final},m,\text{npref},j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteur(s) non préférentiel(s) pour la préparation de l'eau chaude sanitaire destinée à un autre point de puisage m du demandeur de chaleur j, déterminée pour les unités PER selon le § 10.3.2 de l'annexe PER et pour les unités PEN selon le § 7.6 de l'annexe PEN, en MJ ;

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$Q_{cool,final,sec,i,m,pref,j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteurs préférentiel pour le refroidissement des locaux par secteur énergétique i du demandeur de chaleur j , définie selon le § 7.2.2 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{cool,final,sec,i,m,npref,j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteurs non préférentiel pour le refroidissement des locaux par secteur énergétique i du demandeur de chaleur j , définie selon le § 7.2.2 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{hum,final,n,m,pref,j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteurs préférentiel pour l'humidificateur n du demandeur de chaleur j , définie selon le § 7.2.1 de l'annexe PEN, en MJ ;
$Q_{hum,final,n,m,npref,j}$	la consommation finale mensuelle d'énergie du/des producteurs non préférentiel pour l'humidificateur n du demandeur de chaleur j , définie selon le § 7.2.1 de l'annexe PEN, en MJ.

Il faut faire une somme sur :

- tous les secteurs énergétiques i du demandeur de chaleur j qui sont dotés du système de fourniture de chaleur externe ;
- tous les bains et toutes les douches k du demandeur de chaleur j qui sont doté(e)s du système de fourniture de chaleur externe ;
- tous les éviers l du demandeur de chaleur j qui sont dotés du système de fourniture de chaleur externe ;
- tous les secteurs énergétiques i du demandeur de chaleur j qui sont dotés du système de fourniture de chaleur externe destiné au refroidissement (par le biais d'une installation de refroidissement thermique) ;
- toutes les installations d'humidification n du demandeur de chaleur j qui sont dotées du système de fourniture de chaleur externe destiné au refroidissement.

5.2.3 Chaleur fournie sur base de la surface plancher

La quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j^3 , $Q_{del,j}$, est déterminée comme suit :

³ Lorsque l'on détermine la chaleur fournie sur base de la surface totale de plancher chauffée ou climatisée, il faut considérer que la demande de chaleur du demandeur de chaleur est toujours constituée d'une demande de chaleur destinée au chauffage des locaux et d'une demande de chaleur destinée à l'eau chaude sanitaire. On considère donc toujours qu'il n'y a pas de demande destinée au refroidissement et à l'humidification.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$$\text{Eq. 7} \quad Q_{\text{del},j} = \sum_f (w_{\text{dh,heat},j} \cdot q_{\text{del},j,\text{heat},f} + w_{\text{dh,water},j} \cdot q_{\text{del},j,\text{water},f}) \cdot A_{\text{EPR},j,f} \quad (\text{MJ})$$

où :

$w_{\text{dh},j}$	un facteur de pondération qui détermine, pour le demandeur de chaleur j , si le système de fourniture de chaleur externe dh fourni de la chaleur ou non pour le chauffage des locaux de l'unité f (indice « heat f ») ou pour la préparation de l'eau chaude sanitaire de l'unité f (indices « water f »). Si oui, $w_{\text{dh},j} = 1$; si non, $w_{\text{dh},j} = 0$, (-) ;
$q_{\text{del},j,\text{heat},f}$	la quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j pour le chauffage des locaux de l'unité f , par unité de surface plancher, telle que définie au Tableau [1], en MJ/m ² ;
$q_{\text{del},j,\text{water},f}$	la quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j pour la préparation de l'eau chaude sanitaire de l'unité f , par unité de surface plancher, telle que définie au Tableau [1], en MJ/m ² ;
$A_{\text{EPR},j,f}$	la surface plancher de l'unité f , appartenant au demandeur de chaleur j , telle que définie à l'annexe 2 de l'Arrêté Lignes directrices, en m ² . Des valeurs par défaut sont données au Tableau [2].

Tableau [1] : Valeurs par défaut pour les demandes de chaleur $q_{\text{del},j,\text{heat},f}$ et $q_{\text{del},j,\text{water},f}$ en fonction de la surface plancher $A_{\text{EPR},j,f}$

Type d'unité d'habitation	$q_{\text{del},j,\text{heat},f}$ en MJ/m ² de surface $A_{\text{EPR},j,f}$	$q_{\text{del},j,\text{water},f}$ en MJ/m ² de surface $A_{\text{EPR},j,f}$
Appartement	177	34
Maison mitoyenne	177	32
Maison 3 façades	195	32
Maison 4 façades	198	31
Autres unités	145	20

Tableau [2] : Valeurs par défaut pour la surface totale de plancher chauffée ou climatisée d'une unité d'habitation, $A_{EPR,j,f}$

Type d'unité d'habitation	Surface $A_{EPR,j,f}$ en m ²
Appartement	98
Maison mitoyenne	181
Maison 3 façades	189
Maison 4 façades	227

5.2.4 Valeur par défaut pour la chaleur fournie

La valeur par défaut pour la quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j , $Q_{del,j}$, est 0 MJ.

5.3 La consommation d'énergie primaire du système de fourniture de chaleur externe

La consommation d'énergie primaire du système de fourniture externe, $E_{p,dh}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 8} \quad E_{p,dh} = \sum_i E_{in,i} \cdot f_{p,i} - \sum_i E_{out,i} \cdot f_{p,i} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{in,i}$ la quantité annuelle d'énergie consommée par le système de fourniture de chaleur externe, pour le vecteur énergétique i , telle que définie au § 5.3.1, en MJ ;

$f_{p,i}$ le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du vecteur énergétique i , tel que défini ci-dessous, (-) ;

$E_{out,i}$ la quantité annuelle d'énergie produite par le système de fourniture de chaleur externe sortante, pour le vecteur énergétique i , telle que définie au § 5.3.8, en MJ.

Il faut effectuer la somme sur tous les vecteurs énergétiques i .

Le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire, $f_{p,i}$, est déterminé comme suit :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

- dans le cas de l'utilisation de chaleur résiduelle⁴, il vaut 1 ;
- dans le cas d'une fourniture de chaleur par un réseau de chaleur pré-existant, il est identique au facteur $f_{p,dh}$ de ce réseau de chaleur pré-existant, pour lequel la limite de 0,7 n'est pas d'application⁵ ;
- pour tous les autres vecteurs énergétiques, il est déterminé selon l'Arrêté Lignes Directrices.

5.3.1 Quantité annuelle d'énergie consommée

La quantité annuelle d'énergie consommée par le système de fourniture de chaleur externe pour le vecteur énergétique i , $E_{in,i}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 9} \quad E_{in,i} = E_{gen,i} + E_{aux,i} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{gen,i}$	la consommation annuelle finale d'énergie pour la production de chaleur, pour le vecteur énergétique i , telle que définie au § 5.3.2, en MJ ;
$E_{aux,i}$	la consommation annuelle finale d'énergie pour les auxiliaires, pour le vecteur énergétique i , telle que définie au § 5.3.7, en MJ.

5.3.2 Consommation annuelle d'énergie pour la production de chaleur

La consommation annuelle d'énergie pour la production de chaleur pour le vecteur énergétique i , $E_{gen,i}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 10} \quad E_{gen,i} = \sum_k E_{gen,i,k} = \sum_k f_{heat,k} \cdot \frac{\bar{Q}_{gen,dh}}{\eta_{gen,heat,i,k}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{gen,i,k}$	la consommation annuelle finale d'énergie pour la production de chaleur par le producteur de chaleur k , pour le vecteur énergétique i , définie sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s),
---------------	--

⁴ Le terme « chaleur résiduelle » désigne, entre autre, la chaleur provenant de l'incinération des déchets. Par contre, il ne désigne pas la chaleur qui n'est pas utilisée directement (ou par l'intervention d'un échangeur thermique) mais qui sert de source de chaleur pour une pompe à chaleur.

⁵ Déterminez le facteur de conversion conventionnel en énergie primaire du système de fourniture de chaleur externe pré-existant comme étant égal au facteur $f_{p,dh}$ de ce réseau de chaleur pré-existant, où la limite inférieure de 0,7 ne s'applique pas:

$$f_{p,dh} = \frac{E_{p,dh}}{Q_{del,dh}}$$

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

	conformément aux spécifications des § 5.3.9 et § 5.3.10, ou calculées à partir des paramètres indiqués ci-dessous, en MJ ;
$f_{\text{heat},k}$	la fraction de chaleur fournie par le producteur de chaleur k au système de fourniture de chaleur externe, définie selon le § 5.3.6, (-) ;
$Q_{\text{gen,dh}}$	la quantité annuelle de chaleur produite par les producteurs de chaleur dans le système de fourniture de chaleur externe, définie selon le § 5.3.3 ou sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s), conformément aux spécifications du § 5.3.9, en MJ ;
$\eta_{\text{gen,heat},i,k}$	le rendement de production de chaleur du producteur de chaleur k , par rapport au vecteur énergétique i , tel que défini ci-dessous, (-).

Il faut effectuer la somme sur tous les producteurs de chaleur k du système de fourniture de chaleur externe.

5.3.2.1 Pompe à chaleur électrique utilisant l'eau comme source de chaleur

Seules les pompes à chaleur électriques utilisant l'eau comme source de chaleur sont prises en compte dans le cadre de cette méthode de calcul. Pour ces pompes à chaleur électriques, le rendement de production, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, est identique au coefficient de performance saisonnier, SPF.

Ce coefficient de performance saisonnier, SPF, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 11 } \text{SPF} = f_{\theta,\text{heat}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot \text{COP}_{\text{test}} \quad (-)$$

où :

$f_{\theta,\text{heat}}$	un facteur de correction pour la différence entre la température de départ de conception depuis la pompe à chaleur vers les éléments de distribution de chaleur du système de fourniture de chaleur externe et la température de sortie du condenseur dans l'essai selon la norme NBN EN 14511, tel que défini ci-dessous, (-) ;
$f_{\Delta\theta}$	un facteur de correction pour la différence entre les variations de température, d'une part, du départ et retour de la pompe à chaleur vers les éléments de distribution de chaleur dans des conditions de conception et, d'autre part, de l'eau à travers le condenseur dans les conditions d'essai selon la norme NBN EN 14511, tel que défini ci-dessous, (-) ;

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

f_{pumps}	un facteur de correction pour la consommation d'énergie d'une pompe sur le circuit vers l'évaporateur, tel que défini au § 10.2.3.3.3 de l'annexe PER, (-) ;
COP_{test}	le coefficient de performance de la pompe à chaleur selon la norme NBN EN 14511 dans les conditions d'essai décrites dans le Tableau [12] de l'annexe PER, (-).

Le facteur de correction $f_{\theta, \text{heat}}$ est déterminé comme suit:

$$\text{Eq. 12 } f_{\theta, \text{heat}} = 1 + 0.01 \cdot (43 - \theta_{\text{supply, design}}) \quad (-)$$

où :

$\theta_{\text{supply, design}}$	La température de départ depuis la pompe à chaleur vers le système de fourniture de chaleur externe dans des conditions de conception, en °C.
----------------------------------	---

Le facteur de correction $f_{\Delta\theta}$ est déterminé comme suit:

$$\text{Eq. 13 } f_{\Delta\theta} = 1 + 0.01 \cdot (\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}}) \quad (-)$$

où :

$\Delta\theta_{\text{design}}$	La différence entre la température de départ depuis la pompe à chaleur vers les éléments de distribution de chaleur et la température de retour des éléments de distribution de chaleur vers la pompe à chaleur dans des conditions de conception, en °C ;
$\Delta\theta_{\text{test}}$	L'augmentation de la température de l'eau à travers le condenseur dans les conditions d'essai selon la norme NBN EN 14511, en °C.

La valeur par défaut pour $\eta_{\text{gen, heat, i, k}}$ pour les pompes à chaleur électriques utilisant l'eau comme source de chaleur est fixée à 2,0.

5.3.2.2 Incinération de déchets et chaleur résiduelle

La valeur pour $\eta_{\text{gen, heat, i, k}}$ pour les producteurs de chaleur suivants :

- l'incinération des déchets (ménagers, industriels, etc.) ;
 - chaleur résiduelle issue d'un processus industriel ;
- est fixée invariablement à 1,0.

5.3.2.3 Géothermie profonde

Pour l'application de la géothermie profonde, la valeur par défaut pour le rendement de production de chaleur $\eta_{\text{gen, heat, i, k}}$ est fixé à 7,00.

5.3.2.4 Réseau de chaleur pré-existant

Pour la production de chaleur à partir d'un réseau de chaleur pré-existant, si l'une des conditions suivantes est remplie :

- il n'y a pas d'échangeur thermique ou de sous-station ;
- l'échangeur thermique ou la sous-station présent(e) est isolé(e) conformément aux exigences minimales décrites au § 5.3.11 ;

le rendement de production de chaleur, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, vaut :

$$\text{Eq. 14 } \eta_{\text{gen,heat},i,k} = 1,00 \quad (-)$$

Si non, le rendement de production de chaleur, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, vaut :

$$\text{Eq. 15 } \eta_{\text{gen,heat},i,k} = 0,97 \quad (-)$$

5.3.2.5 Autres générateurs

La valeur par défaut pour $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$ pour les chaudières à eau chaude à condensation (ou non) est fixée à 0,73.

Pour les autres générateurs, le rendement $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$ doit être déterminé selon le § 10.2.3.2.3 de l'annexe PER.

5.3.3 Quantité annuelle de chaleur produite par les générateurs de chaleur

La quantité annuelle de chaleur produite par les générateurs de chaleur dans le système de fourniture de chaleur externe, $Q_{\text{gen,dh}}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 16 } Q_{\text{gen,dh}} = Q_{\text{del,dh}} + Q_{\text{lossdist,dh}} + Q_{\text{lossloc,dh}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{\text{del,dh}}$	la quantité annuelle de chaleur délivrée aux demandeurs de chaleur du système de fourniture de chaleur externe, telle que définie au § 5.2, en MJ ;
$Q_{\text{lossdist,dh}}$	la quantité annuelle de chaleur perdue dans le système de fourniture de chaleur externe, en raison des déperditions de chaleur linéaires, telle que définie au § 5.3.4, en MJ ;
$Q_{\text{lossloc,dh}}$	la quantité annuelle de chaleur perdue dans le système de fourniture de chaleur externe, en raison des déperditions de chaleur locales, telle que définie au § 5.3.5, en MJ.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

En alternative, la valeur par défaut pour $Q_{gen,dh}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 17 } Q_{gen,dh} = 1,4 \cdot Q_{del,dh} \quad (\text{MJ})$$

5.3.4 Déperditions de chaleur linéaires

La quantité annuelle de chaleur perdue dans le système de fourniture de chaleur externe, en raison des déperditions de chaleur linéaires, $Q_{lossdist,dh}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 18 } Q_{lossdist,dh} = \sum_{m=1}^{12} Q_{distr,heat,netw\ n,m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$

la quantité mensuelle de chaleur perdue par le réseau de distribution de chaleur n , telle que définie aux § E.2 et § E.3 de l'annexe PER, en MJ, en tenant compte toutefois des adaptations suivantes :

- pour le § E.2 : l'application de quelques conventions, telle que décrites ci-dessous ;
- pour le § E.3.3 : l'application de la résistance thermique linéaire corrigée pour les conduites souterraines, telle que décrite ci-dessous.

Il faut effectuer la somme sur tous les mois de l'année.

Pour déterminer les déperditions de chaleur linéaires, il faut considérer tous les segments de conduites du réseau de distribution de chaleur situés entre les raccordements du/des producteur(s) de chaleur et la limite du système de fourniture de chaleur externe.

Pour les conduites souterraines, le sous-terme du calcul de la résistance thermique du segment de conduite j , $R'_{1,j}$, tel que défini au § E.3.3 de l'annexe PER, est corrigé comme suit :

$$\text{Eq. 19 } R'_{1,j,corr} = f_{x,j} \cdot R'_{1,j} \quad (\text{m.K/W})$$

où :

$f_{x,j}$

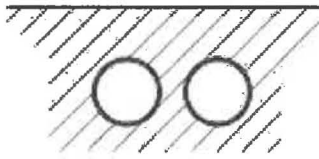
le facteur de correction pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite souterraine j , défini selon le Tableau [3], (-) ;

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$R'_{1,j}$ le sous-terme du calcul de la résistance thermique linéaire du segment de conduite souterraine j , $R_{1,j}$, tel que défini au § E.3.3 de l'annexe PER, en m.K/W.

Dans les calculs ultérieurs relatifs aux conduites souterraines, le calcul s'effectue toujours à l'aide de la valeur corrigée $R'_{1,j,corr}$ à la place de la valeur $R'_{1,j}$.

Tableau [3] : Facteurs de correction relatifs à la résistance thermique linéaire pour les segments souterrains en fonction du mode de placement

Mode de placement des conduites souterraines	Illustration	Facteur de correction $f_{x,j}$
Au moins deux conduites, placées en parallèle en pleine terre		1,05
Autre mode de placement		1,00

Pour l'application des calculs selon le § E.2 de l'annexe PER, les conventions ci-dessous sont d'application :

$t_{heat,netw\ n,m}$ le temps de fonctionnement mensuel conventionnel du réseau de distribution de chaleur n , en Ms. Par défaut, sa valeur est prise égale à la durée du mois concerné, définie selon le Tableau [1] de l'annexe PER ;

$\theta_{c,netw\ n,m}$ la température du fluide caloporteur dans le réseau de distribution n^6 , en °C. Par défaut, sa valeur est prise égale à la moyenne arithmétique des températures de départ et de retour vers le producteur central⁷.

$\theta_{amb,m,j}$ la température moyenne mensuelle de segment j du réseau de distribution de chaleur :

- si le segment se trouve dans le volume protégé : $\theta_{amb,m,j}=18^{\circ}\text{C}$;
- si le segment se trouve dans un espace adjacent non-chauffé : $\theta_{amb,m,j}= 11 + 0.4*\theta_{e,m}$;

⁶ La température du fluide dans le réseau de distribution de chaleur n , est une valeur qui est considérée identique pour chaque mois.

⁷ S'il y a plusieurs producteurs de chaleur et que ces producteurs de chaleur utilisent différentes températures de départ et de retour, il faut calculer l'ensemble du réseau de distribution à l'aide de la valeur la plus élevée parmi les moyennes arithmétiques des températures de départ et de retour.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$\theta_{e,m}$ la température moyenne mensuelle extérieure, en °C, selon le Tableau [1] de l'annexe PER.

5.3.5 Déperditions de chaleur locales

La quantité annuelle de chaleur perdue dans le système de fourniture de chaleur en raison des déperditions de chaleur locales, $Q_{lossloc,dh}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 20 } Q_{lossloc,dh} = \sum_l (1 - \eta_l) \cdot Q_{delloc,l} \quad (\text{MJ})$$

où :

η_l le rendement thermique annuel du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l, (-) ;

$Q_{delloc,l}$ la quantité annuelle de chaleur fournie par le réservoir tampon ou l'échangeur thermique l, pour lequel il faut considérer toutes les fournitures et les déperditions de chaleur qui ont lieu au sein du système de fourniture de chaleur externe situé en aval de l'appareil, telle que définie ci-dessous, en MJ.

Il faut effectuer la somme sur tous les réservoirs tampons et tous les échangeurs thermiques l qui se trouvent dans le système de fourniture de chaleur externe.

La quantité annuelle de chaleur fournie par le réservoir tampon ou l'échangeur thermique l, $Q_{delloc,l}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 21 } Q_{delloc,l} = \sum_j Q_{del,l,j} + \sum_p Q_{lossdist,l,p} \quad (\text{MJ})$$

où :

$Q_{del,l,j}$ la quantité annuelle de chaleur fournie par le réservoir tampon ou l'échangeur thermique l au demandeur de chaleur j qui se trouve en aval du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l, telle que définie ci-dessous, en MJ ;

$Q_{lossdist,l,p}$ la quantité annuelle de chaleur perdue dans le segment de conduite p qui se trouve en aval du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l, telle que définie ci-dessous, en MJ.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Il faut effectuer la somme sur tous les demandeurs de chaleur j et tous les segments de conduites p qui se trouvent en aval du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l .

La quantité annuelle de chaleur fournie par le réservoir tampon ou l'échangeur thermique l au demandeur de chaleur j qui se trouve en aval du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l , $Q_{del,l,j}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 22 } Q_{del,l,j} = w_{l,j} \cdot Q_{del,j} \quad (\text{MJ})$$

où :

$w_{l,j}$	un facteur de pondération qui détermine si le demandeur de chaleur j se trouve ou non en aval du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l , (-). Si oui, $w_{l,j} = 1$; si non, $w_{l,j} = 0$;
$Q_{del,j}$	la quantité annuelle de chaleur fournie au demandeur de chaleur j , déterminée selon le § 5.2, en MJ.

La quantité annuelle de chaleur perdue dans le segment de conduite p qui se trouve en aval du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l , $Q_{lossdist,l,p}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 23 } Q_{lossdist,l,p} = \sum_{m=1}^{12} w_{l,p} \cdot Q_{distr,heat,netw\ n,m} \quad (\text{MJ})$$

où :

$w_{l,p}$	un facteur de pondération qui détermine si le segment de conduite p se trouve en aval du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l . Si oui, $w_{l,p} = 1$; si non, $w_{l,p} = 0$, (-) ;
$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$	la déperdition mensuelle de chaleur du réseau de distribution de chaleur n , déterminée selon le § 5.3.4, en MJ.

Il faut effectuer la somme sur tous les mois de l'année.

Si l'isolation du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l satisfait aux exigences minimales décrites au § 5.3.11, le rendement thermique annuel du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique l , η_l , vaut :

$$\text{Eq. 24 } \eta_l = 1,00 \quad (-)$$

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Si non, le rendement thermique annuel, η_1 , vaut :

$$\text{Eq. 25 } \eta_1 = 0,97 \quad (-)$$

5.3.6 Fraction d'énergie fournie par chaque générateur

S'il n'y a qu'un seul générateur de chaleur ou un groupe de générateurs de chaleur identiques (décrit alors comme un générateur de chaleur unique dont la puissance nominale totale vaut la somme des puissances nominales des générateurs du groupe), la fraction de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur est égale à 1.

En présence de plusieurs générateurs de chaleur différents dans le système de fourniture de chaleur externe, il faut déterminer pour chaque générateur la part de chaleur fournie au système de fourniture de chaleur externe. Celle-ci est exprimée, pour chaque générateur spécifique, par la fraction de la quantité totale de chaleur fournie par ce générateur, $f_{\text{heat},k}$.

Pour déterminer cette fraction, une distinction est faite entre les générateurs d'un système de fourniture de chaleur externe pré-existant et les générateurs de chaleur indépendants de l'environnement, pour lesquels la capacité de chaleur est toujours disponible (donc indépendante des conditions extérieures ou de processus industriels internes) et où seule la demande de chaleur du système de fourniture de chaleur externe étudié est assurée.

Priorisation entre les générateurs

Les générateurs d'un système de fourniture de chaleur externe pré-existant qui fournissent de la chaleur au système de fourniture de chaleur unique étudié sont repris comme les premiers générateurs dans l'ordre de priorité, en commençant par un indice $k = 1$. Les ' m ' générateurs d'un système de fourniture de chaleur externe pré-existant qui fournissent de la chaleur au système de fourniture de chaleur unique étudié sont donc numérotés dans leur indice jusqu'à $k = m$. Les ' n ' générateurs de chaleur indépendants de l'environnement qui viennent en complément sont numérotés dans leur indice jusqu'à $k = m+n$.

Détermination des fractions $f_{\text{heat},k}$

Pour chaque générateur d'un système de fourniture de chaleur externe pré-existant, ainsi que pour chaque générateur de chaleur indépendants de l'environnement, il faut tout d'abord déterminer la puissance thermique de référence du système de fourniture de chaleur externe, $P_{\text{gen,dh}}$. Ces puissances permettent par après de déterminer un ratio de puissance, $\beta_{\text{gen},k}$, pour chaque générateur de chaleur k .

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

La puissance thermique de référence du système de fourniture de chaleur externe, $P_{\text{gen,dh}}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 26 } P_{\text{gen,dh}} = \frac{Q_{\text{gen,dh}}}{4000} \quad (\text{kW})$$

où :

$Q_{\text{gen,dh}}$ la quantité annuelle de chaleur produite par les producteurs de chaleur dans le système de fourniture de chaleur externe, déterminée selon le § 5.3.3 ou sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s), conformément aux spécifications du § 5.3.9, en MJ.

Les ratios de puissance pour chaque générateur, $\beta_{\text{gen,k}}$, sont déterminées comme suit :

Eq. 27	Pour le 1 ^{er} générateur ($k = 1$) :	$\beta_{\text{gen,1}} = \frac{P_{\text{gen,1}}}{P_{\text{gen,dh}}}$	(-)
	Pour le 2 ^e générateur ($k = 2$) :	$\beta_{\text{gen,2}} = \frac{P_{\text{gen,2}}}{(P_{\text{gen,dh}} - P_{\text{gen,1}})}$	(-)
	Pour le 3 ^e générateur ($k = 3$) :	$\beta_{\text{gen,3}} = \frac{P_{\text{gen,3}}}{(P_{\text{gen,dh}} - P_{\text{gen,1}} - P_{\text{gen,2}})}$	(-)
	Jusqu'au dernier générateur ($k = m+n$) :	$\beta_{\text{gen,(m+n)}} = \frac{P_{\text{gen,m+n}}}{(P_{\text{gen,dh}} - \sum_{i=1}^{m+n-1} P_{\text{gen,i}})}$	(-)

où :

$P_{\text{gen,k}}$ la puissance nominale du générateur de chaleur k , déterminée selon le § 7.3.1 de l'annexe PEN, en kW. Pour la fourniture de chaleur à partir d'un générateur d'un système de fourniture de chaleur externe pré-existant, il faut utiliser la puissance des échangeurs thermiques ou des sous-stations situés entre le réseau pré-existant et le système de fourniture de chaleur unique étudié dans les conditions de conception et telle que reprise sur la fiche technique. Pour la fourniture de chaleur résiduelle avec échangeur thermique, il faut utiliser la puissance dans les conditions de conception et telle que reprise sur la fiche technique. Pour la fourniture de chaleur (résiduelle) sans échangeur thermique, il faut utiliser la puissance dans les conditions de conception ;

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$P_{gen, dh}$ la puissance thermique de référence du système de fourniture de chaleur externe, telle que déterminé ci-dessus, en kW.

Ensuite, il faut déterminer à l'aide du Tableau [4], pour chaque générateur k et à partir des valeurs des ratios de puissance $\beta_{gen,k}$, une variable adimensionnelle $f'_{heat,k}$, qui sera utilisée ensuite pour déterminer la fraction de la quantité totale de chaleur fournie par ce générateur. Dans le Tableau [4], pour les valeurs intermédiaires de $\beta_{gen,k}$, il faut effectuer une interpolation linéaire.

Tableau [4] : Variable auxiliaire adimensionnelle pour la détermination de la fraction d'énergie relative à l'énergie fournie par le producteur de chaleur k au système de fourniture de chaleur externe ($f'_{heat,k}$)

$\beta_{gen,k}$	$f'_{heat,k}$
0,0	0,00
0,1	0,45
0,2	0,70
0,3	0,84
0,4	0,92
0,5	0,96
0,6	0,98
A partir de 0,7	1,00

Enfin, la fraction de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur k au système de fourniture de chaleur externe, $f_{heat,k}$, avec des numéros d'ordre allant de $k = 1$ jusqu'à $k = m+n$, est déterminée comme suit :

Eq. 28	Pour le 1 ^{er} générateur ($k = 1$) :	$f_{heat,1} = f'_{heat,1}$	(-)
	Pour le dernier générateur ($k = m+n$) :	$f_{heat,m+n} = 1 - \sum_{j=1}^{m+n-1} f_{heat,j}$	(-)
	Pour les autres générateurs :	$f_{heat,k} = f'_{heat,k} \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^{k-1} f_{heat,j} \right)$	(-)

où :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$f'_{heat,k}$ la variable auxiliaire du générateur de chaleur portant le numéro d'ordre k , telle que déterminée au Tableau [4], (-) ;

$f_{heat,k}$ la fraction de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur portant le numéro d'ordre k au système de fourniture de chaleur externe, (-).

5.3.7 Consommation d'énergie auxiliaire

Lorsque le vecteur énergétique est l'électricité, la consommation d'énergie auxiliaire, $E_{aux,i}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 29 } E_{aux,i} = E_{aux,el} \quad (\text{MJ})$$

Lorsque le vecteur énergétique n'est pas l'électricité, la consommation d'énergie auxiliaire, $E_{aux,i}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 30 } E_{aux,i} = 0 \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{aux,el}$ la consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires du système de fourniture de chaleur externe, telle que déterminée ci-dessous, en MJ.

La consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires du système de fourniture externe, $E_{aux,el}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 31 } E_{aux,el} = \sum_j E_{auxdist,el,j} + \sum_k E_{auxprod,el,k} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{auxdist,el,j}$ la consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires de la pompe de circulation j , telle que déterminée ci-dessous ou telle qu'évaluée sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s), conformément aux spécifications du § 5.3.9 et du § 5.3.10, en MJ ;

$E_{auxprod,el,k}$ la consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires du générateur de chaleur k , telle que déterminée ci-dessous ou telle qu'évaluée sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s), conformément aux spécifications du § 5.3.9 et du § 5.3.10, en MJ.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Il faut effectuer la somme sur toutes les pompes de circulation j et sur tous les générateurs de chaleur k qui font partie du système de fourniture de chaleur externe.

Pour les circulateurs doubles de secours, seul le circulateur ayant la puissance électrique la plus élevée doit être décrit. Si une pompe d'alimentation d'un générateur de chaleur sert également de circulateur pour le système de fourniture de chaleur externe, cette pompe ne doit être décrite qu'une seule fois et en tant que circulateur.

La consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires de la pompe de circulation j , $E_{\text{auxdist,el,j}}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 32 } E_{\text{auxdist,el,j}} = 1,5 \cdot P_{\text{auxdist,el,j}} \cdot 4,4 \quad (\text{MJ})$$

où :

$P_{\text{auxdist,el,j}}$ la puissance électrique de la pompe de circulation j , en W. La puissance électrique de la pompe de circulation doit être déterminée comme la puissance électrique absorbée au point de fonctionnement pour lequel le circulateur est configuré, telle que reprise sur la fiche technique. Si cette valeur n'est pas connue, il faut considérer la puissance électrique nominale du circulateur.

La consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires du générateur de chaleur k , $E_{\text{auxprod,el,k}}$, est déterminée comme suit :

$$\text{Eq. 33 } E_{\text{auxprod,el,k}} = P_{\text{auxprod,el,k}} \cdot t_{\text{on,k}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$P_{\text{auxprod,el,k}}$ la puissance électrique totale des circulateurs, moteurs et fonctions auxiliaires assignées au générateur de chaleur k , en W ;
La puissance du circulateur doit être déterminée comme la puissance électrique absorbée au point de fonctionnement pour lequel le circulateur est configuré, telle que reprise sur la fiche technique. Si cette valeur n'est pas connue, vous devez indiquer la puissance électrique nominale du circulateur. Pour tous les autres éléments auxiliaires, vous devez indiquer la puissance nominale.

$t_{\text{on,k}}$ le temps de fonctionnement équivalent du générateur de chaleur k , tel que déterminé ci-dessous ou tel qu'évalué

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s), conformément aux spécifications du § 5.3.9, en Ms.

Le temps de fonctionnement du générateur de chaleur k , $t_{on,k}$, est déterminé comme suit :

$$\text{Eq. 34 } t_{on,k} = 1,5 \cdot \frac{1,1}{1000 \cdot P_{gen,k}} \cdot f_{heat,k} \cdot Q_{gen,dh} \quad (\text{MJ})$$

où :

$P_{gen,k}$

la puissance nominale du générateur de chaleur k , déterminée selon le § 7.3.1 de l'annexe PEN, en kW. Pour la fourniture de chaleur à partir d'un générateur d'un système de fourniture de chaleur externe pré-existant, il faut utiliser la puissance des échangeurs thermiques ou des sous-stations situés entre le réseau pré-existant et le système de fourniture de chaleur unique étudié dans les conditions de conception et telle que reprise sur la fiche technique. Pour la fourniture de chaleur résiduelle avec échangeur thermique, il faut utiliser la puissance dans les conditions de conception et telle que reprise sur la fiche technique. Pour la fourniture de chaleur (résiduelle) sans échangeur thermique, il faut utiliser la puissance dans les conditions de conception ;

$f_{heat,k}$

la fraction adimensionnelle de chaleur fournie par le producteur de chaleur k au système de fourniture de chaleur externe, définie selon le § 5.3.6 ;

$Q_{gen,dh}$

la quantité annuelle de chaleur produite par les producteurs de chaleur dans le système de fourniture de chaleur externe, déterminée selon le § 5.3.3 ou évaluée sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) conformément aux spécifications du § 5.3.9, en MJ.

Pour les générateurs de chaleur de type 'Incinération de déchets (ménagers, industriels, ...)' et 'Chaleur résiduelle issue d'un processus industriel', il faut considérer par convention que la consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires, $E_{auxprod,el,k}$, vaut 0 MJ.

La valeur par défaut pour la consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires, $E_{aux,el}$, est déterminée comme suit :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Eq. 35 $E_{aux,el} = 0,02 \cdot Q_{gen,dh}$ (MJ)

où :

$Q_{gen,dh}$ la quantité annuelle de chaleur produite par les producteurs de chaleur dans le système de fourniture de chaleur externe, déterminée selon le § 5.3.3 ou évaluée sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) conformément aux spécifications du § 5.3.9, en MJ.

5.3.8 Quantité annuelle d'énergie produite

Lorsque le vecteur énergétique est l'électricité, la quantité annuelle d'énergie produite par le système de fourniture de chaleur externe pour le vecteur énergétique i , $E_{out,i}$, est déterminée comme suit :

Eq. 36 $E_{out,i} = E_{prod,el}$ (MJ)

Lorsque le vecteur énergétique n'est pas l'électricité, la quantité annuelle d'énergie produite par le système de fourniture de chaleur externe pour le vecteur énergétique i , $E_{out,i}$, est déterminée comme suit :

Eq. 37 $E_{out,i} = 0$ (MJ)

où :

$E_{prod,el}$ la production annuelle d'électricité du système de fourniture de chaleur externe, telle que déterminée ci-dessous, en MJ.

La production annuelle d'électricité du système de fourniture de chaleur externe, $E_{prod,el}$, est déterminée comme suit :

Eq. 38 $E_{prod,el} = \sum_j E_{prod,el,j}$ (MJ)

où :

$E_{prod,el,j}$ la production annuelle d'électricité du système de fourniture de chaleur externe par le système de production j , telle que déterminée ci-dessous, en MJ.

La production annuelle d'électricité du système de fourniture de chaleur externe par le système de production j , $E_{prod,el,j}$, est déterminée comme suit :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Eq. 39 Pour une installation de cogénération : $E_{\text{prod,el,j}} = E_{\text{prod,el,cogen}}$ (MJ)

Pour les autres applications : $E_{\text{prod,el,j}} = 0$ (MJ)

où :

$E_{\text{prod,el,cogen}}$ la production annuelle d'électricité du système de fourniture de chaleur externe par une installation de cogénération, telle que déterminée ci-dessous ou évaluée sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) conformément aux spécifications du § 5.3.9.

La production annuelle d'électricité du système de fourniture de chaleur externe une installation de cogénération, $E_{\text{prod,el,cogen}}$, est déterminée comme suit :

Eq. 40 $E_{\text{prod,el,cogen}} = \varepsilon_{\text{cogen,el}} \cdot E_{\text{gen,i,cogen}}$ (MJ)

où :

$\varepsilon_{\text{cogen,el}}$ le rendement de conversion électrique de l'installation de cogénération, tel que déterminé au § A.2 de l'annexe PEN, (-) ;

$E_{\text{gen,i,cogen}}$ la consommation annuelle finale d'énergie du vecteur énergétique i par l'installation de cogénération, telle que déterminée au § 5.3.2 ou évaluée sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s), conformément aux spécifications des § 5.3.9 et § 5.3.10, en MJ.

5.3.9 Utilisation des valeurs mesurées

Si des données sont disponibles sous la forme de valeurs issues de mesures, celles-ci peuvent être utilisées pour la détermination de certains paramètres utilisés dans cette méthode de calcul.

Pour cela, il faut respecter les conventions suivantes :

- Les mesures utilisées doivent toujours porter sur les trois dernières années calendaires complètes, à condition que le fonctionnement de l'installation pendant cette période soit représentatif du fonctionnement actuel. Par exemple, il est interdit de modifier les producteurs de chaleurs si les données mesurées relatives à l'utilisation de combustible sont utilisées. La moyenne arithmétique des mesures de ces 3 années est la valeur à utiliser comme paramètre de calcul.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Dans le cas contraire, la période de temps considérée pour la moyenne arithmétique est limitée à la période représentative et qui comprend au minimum un an calendaire ;

- Afin de déterminer la consommation de chaleur à partir de mesures de la consommation de combustible, il faut multiplier la consommation de combustible mesurée exprimée en valeur calorique par 0,8, afin de tenir compte du rendement de production des générateurs de chaleur.

Les données mesurées nécessaires au calcul doivent être justifiées par les rapports de mesure en question.

5.3.10 Utilisation des valeurs facturées

Si des données sont disponibles sous la forme de valeurs issues de factures, celles-ci peuvent être utilisées pour la détermination de certains paramètres utilisés dans cette méthode de calcul.

Pour cela, il faut respecter les conventions suivantes :

- Pour les combustibles, il faut utiliser la valeur calorique nette ;
- Les factures utilisées doivent toujours porter sur les trois dernières années calendaires complètes, à condition que le fonctionnement de l'installation pendant cette période soit représentatif du fonctionnement actuel. La moyenne arithmétique des mesures de ces 3 années est la valeur à utiliser comme paramètre de calcul.

Dans le cas contraire, la période de temps considérée pour la moyenne arithmétique est limitée à la période représentative et qui comprend au minimum un an calendaire. Les données manquantes peuvent être complétées conformément aux spécifications du § 7 de la norme NBN EN 15603 ;

- Afin de déterminer la consommation de chaleur à partir de mesures de la consommation de combustible, il faut multiplier la consommation de combustible déduite des factures et exprimée en valeur calorique par 0,8, afin de tenir compte du rendement de production des générateurs de chaleur.

Les données déduites des factures nécessaires au calcul doivent être justifiées par les factures en question.

5.3.11 Exigences minimales en matière d'isolation des échangeurs thermiques et des réservoirs tampons

Les exigences minimales en matière d'isolation des échangeurs thermiques et des réservoirs tampons sont reprises au Tableau [5].

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Tableau [5] : Exigences minimales en matière d'isolation des échangeurs thermiques et des réservoirs tampons

Épaisseur d'isolation minimale	Dans le volume protégé	Hors du volume protégé
Échangeurs thermiques	10 mm	20 mm
Réservoirs tampons :		
• Volume d'eau ≤ 2000 litres	40 mm	80 mm
• Volume d'eau > 2000 litres	80 mm	120 mm

Les isolations minimales reprises ci-dessus doivent être réalisées avec un matériau ayant un coefficient de conductibilité thermique maximal de 0,04 W/mK (à 50 °C selon la norme EN 12667:2001).

Des justificatifs doivent être fournis pour démontrer que ces exigences minimales en matière d'isolation sont respectées.

6 Exigence supplémentaire

Pour que les valeurs $f_{p,dh}$, $\eta_{equiv,heat,dh}$ et $\eta_{equiv,water,dh}$ puissent être utilisées pour caractériser le système de fourniture de chaleur externe dans le cadre de la réglementation PEB, il faut que la déclaration PEB contienne la feuille de calcul délivrée par l'Administration, le cas échéant.

7 Calcul du facteur d'émissions de CO₂

Le facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur d'un système de fourniture de chaleur externe est déterminé comme suit:

$$\text{Eq. 41} \quad f_{NCV/GCV} = 1 \quad (-)$$

Le facteur d'émissions de CO₂ d'un système de fourniture de chaleur externe est déterminé comme suit:

$$\text{Eq. 42} \quad f_{CO_2} = \frac{CO_{2gen} + CO_{2aux} - CO_{2prod}}{Q_{del,dh}} \quad (\text{kg/MJ})$$

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

où :

$CO2_{gen}$	les émissions de CO_2 résultant de la production de chaleur par les générateurs de chaleur, déterminées selon le §7.1, en kg;
$CO2_{aux}$	les émissions de CO_2 résultant des auxiliaires déterminées selon le §7.2, en kg;
$CO2_{prod}$	les émissions de CO_2 évitées résultant de la production d'électricité du système de fourniture de chaleur externe, déterminées selon le §7.3, en kg;
$Q_{del,dh}$	la quantité annuelle de chaleur fournie aux demandeurs de chaleur alimentés par le système de fourniture de chaleur externe, déterminée selon le § 5.2, en MJ.

7.1 Les émissions de CO_2 résultant de la production de chaleur

Les émissions de CO_2 résultant de la production de chaleur par les générateurs de chaleur sont déterminées comme suit:

$$\text{Eq. 43} \quad CO2_{gen} = \sum_i f_{CO2,i} \cdot f_{NCV/GCV,i} \cdot \sum_k E_{gen,i,k} \quad (\text{kg})$$

où :

$f_{CO2,i}$	le facteur d'émissions de CO_2 du vecteur énergétique i , par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'article 6 de l'arrêté "Lignes directrices", en kg/MJ;
$f_{NCV/GCV,i}$	un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique i , tel que repris à l'Annexe F de l'annexe PER, (-);
$E_{gen,i,k}$	la consommation annuelle finale d'énergie pour la production de chaleur par le générateur de chaleur k , pour le vecteur énergétique i , définie sur base de valeurs de calcul et déterminée selon le § 5.3.2, ou définie sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s) ou de facture(s) et déterminée selon le § 5.3.9 et § 5.3.10, en MJ.

7.2 Les émissions de CO_2 résultant de la consommation d'énergie des auxiliaires

Les émissions de CO_2 résultant de la consommation d'énergie des auxiliaires des pompes de circulation des générateurs de chaleurs sont déterminées comme suit:

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$$\text{Eq. 44} \quad \text{CO2}_{\text{aux}} = \sum_i f_{\text{CO2},i} \cdot f_{\text{NCV/GCV},i} \cdot E_{\text{aux},i} \quad (\text{kg})$$

où :

$f_{\text{CO2},i}$ le facteur d'émissions de CO₂ du vecteur énergétique i , par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'article 6 de l'arrêté "Lignes directrices", en kg/MJ;

$f_{\text{NCV/GCV},i}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique i , tel que repris à l'Annexe F de l'annexe PER, (-);

$E_{\text{aux},i}$ la consommation annuelle finale d'énergie pour les auxiliaires, pour le vecteur énergétique i , telle que définie au § 5.3.7, en MJ.

7.3 Les émissions de CO₂ évitées résultant de la production d'énergie

Les émissions de CO₂ évitées résultant de la production d'énergie du système de fourniture de chaleur externe sont déterminées comme suit:

$$\text{Eq. 45} \quad \text{CO2}_{\text{prod}} = \sum_i f_{\text{CO2},i} \cdot f_{\text{NCV/GCV},i} \cdot E_{\text{out},i} \quad (\text{kg})$$

où :

$f_{\text{CO2},i}$ le facteur d'émissions de CO₂ du vecteur énergétique i , par rapport au pouvoir calorifique inférieur, tel que repris à l'article 6 de l'arrêté "Lignes directrices", en kg/MJ;

$f_{\text{NCV/GCV},i}$ un facteur de multiplication égal au rapport du pouvoir calorifique inférieur sur le pouvoir calorifique supérieur du vecteur énergétique i , tel que repris à l'Annexe F de l'annexe PER, (-);

$E_{\text{out},i}$ la quantité annuelle d'énergie produite par le système de fourniture de chaleur externe sortante, pour le vecteur énergétique i , telle que définie au § 5.3.8, en MJ.

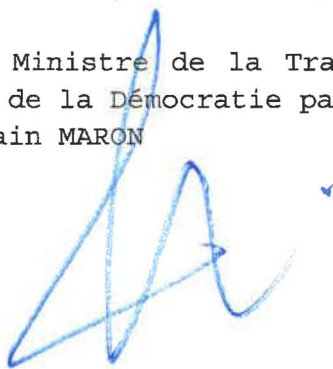
Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel portant exécution des annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments et portant exécution de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Bruxelles, le... **10 DEC. 2020**

Le Ministre de la Transition climatique, de l'Environnement, de l'Energie et de la Démocratie participative
Alain MARON



Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

BEREKENINGSMETHODE VAN DE ENERGIEPRESTATIE VAN EEN SYSTEEM VAN EXTERNE WARMTELEVERING

Inhoudstabel

1	Definities.....	2
2	Normen.....	2
3	Begrenzing van systemen van externe warmtelevering.....	2
4	Opwekkingsrendement van een energiesector.....	2
4.1	Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming door externe warmtelevering.....	3
4.2	Opwekkingsrendement voor de bereiding van warm tapwater door externe warmtelevering.....	3
5	Equivalente primaire energiefactor van het systeem van externe warmtelevering..	4
5.1	Equivalente primaire energiefactor van het systeem van externe warmtelevering.....	4
5.2	De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan de warmtevragers...	4
5.2.1	Afgeleverde warmte op basis van meet- of factuurwaarden.....	5
5.2.2	Afgeleverde warmte op basis van het eindenergieverbruik.....	5
5.2.3	Afgeleverde warmte op basis van de vloeroppervlakte.....	8
5.2.4	Waarde bij ontstentenis voor de afgeleverde warmte.....	9
5.3	Het primaire energieverbruik van het systeem van externe warmtelevering.....	9
5.3.1	Jaarlijks energieverbruik.....	10
5.3.2	Jaarlijks energieverbruik bij warmteopwekking.....	10
5.3.3	Jaarlijkse hoeveelheid warmte geproduceerd door warmteopwekkers.....	13
5.3.4	Lineaire warmteverliezen.....	13
5.3.5	Lokale warmteverliezen.....	15
5.3.6	Energiefractie van elke opwekker.....	17
5.3.7	Hulpenergieverbruik.....	20
5.3.8	Jaarlijkse energieproductie.....	23
5.3.9	Gebruik van meetwaarden.....	24
5.3.10	Gebruik van factuurwaarden.....	25
5.3.11	Minimale isolatie-eisen van warmtewisselaars en buffervaten.....	26
6	Bijkomende eis.....	26
7	Berekening van de CO ₂ -emissiefactor.....	26
7.1	De CO ₂ -uitstoot die het gevolg is van de warmte geproduceerd door de warmteopwekkers.....	27
7.2	De CO ₂ -uitstoot die het gevolg is van hulpenergieverbruik.....	27
7.3	De CO ₂ -uitstoot vermeden als gevolg van energieproductie.....	28

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Voorwoord

De huidige bijlage beschrijft de berekeningsmethode die toelaat om een systeem van externe warmtelevering te gaan karakteriseren aan de hand van volgende parameters:

- $f_{p,dh}$: de equivalente primaire energiefactor van het systeem;
- $\eta_{equiv,heat,dh}$ et $\eta_{equiv,water,dh}$: de opwekkingsrendementen van het systeem, respectievelijk voor ruimteverwarming en voor de bereiding van warm tapwater.

1 Definities

Warmtevrager het gebouw dat is aangesloten aan een systeem van externe warmtelevering

2 Normen

De huidige bijlage verwijst naar volgende normen :

NBN EN 15603	Energieprestatie van gebouwen - Het totale energieverbruik en definitie van prestatie-indicatoren
NBN EN 12667:2001	Thermal performance of building materials and products - Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Products of high and medium thermal resistance

3 Begrenzing van systemen van externe warmtelevering

Alle grenzen van het unieke systeem van externe warmtelevering worden projectspecifiek per warmtevrager éénduidig vastgelegd en neergeschreven. De grenzen worden als volgt gedefinieerd :

- Indien er een warmtemeter is, vormt deze warmtemeter de grens tussen het systeem van externe warmtelevering en de warmtevrager. Indien er meerdere warmtemeters in serie zijn geplaatst, wordt de grens gevormd door de warmtemeter die de uitbater van het systeem van externe warmtelevering gebruikt voor de warmtekostenafrekening;
- Indien er geen warmtemeter is, vormt de koppeling van het onderstation of warmtewisselaar de grens, gezien van de kant van het warmtenet. Bij het ontbreken van het onderstation of warmtewisselaar, vormt de doorgang tot het gebouw de grens.

4 Opwekkingsrendement van een energiesector

Het opwekkingsrendement van een energiesector die aangesloten is op een systeem van externe warmtelevering, is de verhouding van de verbruikte

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energiestaat van een systeem van externe warmtelevering

energie in de betreffende energiesector tot de door het systeem van externe warmtelevering afgeleverde warmte.

Het basisprincipe is dat de verliezen in de onderstations of warmtewisselaars in het opwekkingsrendement worden verwerkt als deze componenten niet zijn inbegrepen in het beschouwde systeem van externe warmtelevering. Dit hangt af van de vastgelegde grenzen zoals beschreven in § 3.

4.1 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming door externe warmtelevering

Het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een systeem van externe warmtelevering $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ ¹ wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 1} \quad \eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 0,97 \quad (-)$$

Indien aan één van volgende voorwaarden is voldaan :

- er is geen warmtewisselaar of onderstation geplaatst;
- de warmtewisselaar of het onderstation is inbegrepen in het systeem van externe warmtelevering;
- de warmtewisselaar of het onderstation valt buiten de grenzen van het systeem van externe warmtelevering en is geïsoleerd conform de minimale eisen zoals beschreven in § 5.3.11.

dan :

$$\text{Eq. 2} \quad \eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 1,00 \quad (-)$$

4.2 Opwekkingsrendement voor de bereiding van warm tapwater door externe warmtelevering

Het in te zetten rendement voor externe warmtelevering voor de warmtapwaterbereiding $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$ ² wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 3} \quad \eta_{\text{equiv,water,dh}} = \eta_{\text{equiv,heat,dh}} \quad (-)$$

waarin :

$\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ Het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald via de methodiek beschreven in § 4.1, (-).

¹ Voor toepassingsperiodes vanaf 01/01/2014 wordt in bijlage EPW het symbool $\eta_{\text{heat,dh}}$ gebruikt.

² Voor toepassingsperiodes vanaf 01/01/2014 wordt in bijlage EPW het symbool $\eta_{\text{water,dh}}$ gebruikt.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energiestaat van een systeem van externe warmtelevering

Het al dan niet aanwezig zijn van warmteopslag wordt ingerekend conform de conventies van Tabel [46] van bijlage EPW.

5 Equivalente primaire energiefactor van het systeem van externe warmtelevering

Dit hoofdstuk beschrijft de bepaling van de equivalente primaire energiefactor van het systeem van externe warmtelevering.

5.1 Equivalente primaire energiefactor van het systeem van externe warmtelevering

De equivalente primaire energiefactor van het systeem van externe warmtelevering $f_{p,dh}$ is een unieke karakteristiek van het systeem en wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 4} \quad f_{p,dh} = \max\left(\frac{E_{p,dh}}{Q_{del,dh}}; 0,7\right) \quad (-)$$

waarin :

$E_{p,dh}$ het primaire energieverbruik van het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald via de methodiek beschreven in § 5.3, in MJ ;

$Q_{del,dh}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan de warmtevragers in het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald via de methodiek beschreven in § 5.2, in MJ.

5.2 De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan de warmtevragers

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan de warmtevragers gevoed door het systeem van externe warmtelevering $Q_{del,dh}$ wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 5} \quad Q_{del,dh} = \sum_j Q_{del,j} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$Q_{del,j}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevragers j, in MJ.

De sommatie gebeurt over alle warmtevragers j gevoed door het systeem van externe warmtelevering.

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevragers j, $Q_{del,j}$, wordt naar keuze volgens één van de volgende vier methoden bepaald:

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

- gebruik van meet- of factuurwaarden (§ 5.2.1) ;
- gebruik van een rekenwaarde (§ 5.2.2) ;
- gebruik van de bruikbare vloeroppervlakte, A_{EPR} (§ 5.2.3) ;
- gebruik van een waarde bij ontstentenis (§ 5.2.4).

5.2.1 Afgeleverde warmte op basis van meet- of factuurwaarden

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevrager j , $Q_{del,j}$, wordt bepaald conform de specificaties in § 5.3.9 et § 5.3.10.

5.2.2 Afgeleverde warmte op basis van het eindenergieverbruik

Indien warmtevrager j louter energiesectoren omvat, waarvan de bruto-energiebehoefte reeds is doorgerekend, kan de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevrager j , $Q_{del,j}$, worden bepaald als volgt :

$$\begin{aligned}
 Q_{del,j} &= \sum_{m=1}^{12} \left(\sum_i w_{dh,heat,sec\ i,pref,j} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref,j} \right. \\
 &+ \sum_i w_{dh,heat,sec\ i,npref,j} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,bath\ k,pref,j} \cdot Q_{water,bath\ k,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,bath\ k,npref,j} \cdot Q_{water,bath\ k,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,sink\ l,pref,j} \cdot Q_{water,sink\ l,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,sink\ l,npref,j} \cdot Q_{water,sink\ l,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,other\ m,pref,j} \cdot Q_{water,other\ m,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,water,other\ m,npref,j} \cdot Q_{water,other\ m,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,cool,sec\ i,pref,j} \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i w_{dh,cool,sec\ i,npref,j} \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m,npref,j} \\
 &\left. + \sum_i w_{dh,hum,n,pref,j} \cdot Q_{hum,final,n,m,pref,j} + \sum_i w_{dh,hum,n,npref,j} \cdot Q_{hum,final,n,m,npref,j} \right)
 \end{aligned}$$

Eq. 6 (MJ)

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

waarin :

$W_{dh,j}$	een weegfactor die voor warmtevragers j bepaalt of het systeem van externe warmtelevering dh , instaat voor de ruimteverwarming van energiesector i (index 'heat,sec i '), de bereiding van warm tapwater voor douche/bad k respectievelijk keukenaanrecht l (indices 'water,bath k ' en 'water,sink l '), koeling van energiesector i (index 'cool,sec i ') of warmtelevering aan bevochtigingstoestel n (index 'hum, n '), al dan niet via preferente en niet-preferente warmtelevering (indices 'pref' en 'npref'): Indien ja, $W_{dh,j} = 1$; indien nee, $W_{dh,j} = 0$, (-) ;
$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref,j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor ruimteverwarming per energiesector i van warmtevragers j , voor EPW-eenheden bepaald volgens § 10.2.2 van bijlage EPW en voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.2.1 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref,j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor ruimteverwarming per energiesector i van warmtevragers j , voor EPW-eenheden bepaald volgens § 10.2.2 van bijlage EPW en voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.2.1 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{water,bath\ k,final,m,pref,j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor warm tapwater van douche of bad k van warmtevragers j , voor EPW-eenheden bepaald volgens § 10.3.2 van bijlage EPW en voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.6 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{water,bath\ k,final,m,npref,j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor warm tapwater van douche of bad k van warmtevragers j , voor EPW-eenheden bepaald volgens § 10.3.2 van bijlage EPW en voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.6 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{water,sink\ l,final,m,pref,j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor warm tapwater van aanrecht l van warmtevragers j , voor EPW-eenheden bepaald volgens § 10.3.2 van bijlage EPW en voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.6 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{water,sink\ l,final,m,npref,j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor warm tapwater van aanrecht l van warmtevragers j , voor EPW-eenheden bepaald volgens § 10.3.2 van bijlage EPW en voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.6 van bijlage EPN, in MJ ;

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energiestatistiek van een systeem van externe warmtelevering

$Q_{\text{water,other } m, \text{final}, m, \text{pref}, j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor warm tapwater van ander tappunt m van warmtevragers j, voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.6 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{\text{water,other } m, \text{final}, m, \text{npref}, j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor warm tapwater van ander tappunt m van warmtevragers j, voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.6 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{\text{cool,final,sec,i,m,pref}, j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor ruimtekoeling per energiesector i van warmtevragers j, voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.2.2 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{\text{cool,final,sec,i,m,npref}, j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor ruimtekoeling per energiesector i van warmtevragers j, voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.2.2 van bijlage EPN, in MJ ;
$Q_{\text{hum,final,n,m,pref}, j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor bevochtiging n van warmtevragers j, voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.2.1 van bijlage EPN, in MJ;
$Q_{\text{hum,final,n,m,npref}, j}$	het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor bevochtiging n van warmtevragers j, voor EPN-eenheden bepaald volgens § 7.2.1 van bijlage EPN, in MJ .

Er dient gesommeerd te worden over :

- alle energiesectoren i van warmtevragers j die door het systeem van externe warmtelevering van warmte worden voorzien ;
- alle baden of douches k van warmtevragers j die door het systeem van externe warmtelevering van warmte worden voorzien;
- alle aanrechten l van warmtevragers j die door het systeem van externe warmtelevering van warmte worden voorzien;
- alle energiesectoren i van warmtevragers j die door het systeem van externe warmtelevering van warmte voor koeling (m.b.v. een thermisch aangedreven koelmachine) worden voorzien;
- alle bevochtigingsinstallaties n van warmtevragers j die door het systeem van externe warmtelevering van warmte worden voorzien.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

5.2.3 Afgeleverde warmte op basis van de vloeroppervlakte

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevragers j^3 , $Q_{del,j}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 7} \quad Q_{del,j} = \sum_j (w_{dh,heat,f,j} \cdot q_{del,j,heat,f} + w_{dh,water,f,j} \cdot q_{del,j,water,f}) \cdot A_{EPR,j,f} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$w_{dh,j}$	Een weegfactor die voor warmtevragers j bepaalt of het systeem van externe warmtelevering dh , instaat voor de ruimteverwarming van eenheid f (index 'heat f ') of de bereiding van warm tapwater (index 'water f '). Indien ja, $w_{dh,j} = 1$; indien nee, $w_{dh,j} = 0$, (-) ;
$q_{del,j,heat,f}$	de hoeveelheid warmte voor ruimteverwarming per eenheid vloeroppervlakte, die voor eenheid f jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevragers j , zoals bepaald in Tabel [1], in MJ/m ² ;
$q_{del,j,water,f}$	de hoeveelheid warmte voor de bereiding van warm tapwater per eenheid vloeroppervlakte, die voor eenheid f jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevragers j , zoals bepaald in Tabel [1], in MJ/m ² ;
$A_{EPR,j,f}$	de vloeroppervlakte van warmtevragers j , horende bij eenheid f , zoals gedefinieerd in Bijlage 2 van het Richtlijnenbesluit of bij ontstentenis bepaald in Tabel [2], in m ² .

Tabel [1] : Waarden bij ontstentenis voor de warmtevraag $q_{del,j,heat,f}$ en $q_{del,j,water,f}$ in functie van de vloeroppervlakte $A_{EPR,j,f}$

Type gebouw	$q_{del,j,heat,f}$ in MJ/m ² vloer- oppervlakte e $A_{EPR,j,f}$	$q_{del,j,water,f}$ in MJ/m ² vloer- oppervlakte e $A_{EPR,j,f}$
Appartement	177	34
Rijwoning	177	32
Halfopen bebouwing	195	32

³ Bij de bepaling van de afgeleverde warmte op basis van de bruikbare vloeroppervlakte wordt er van uitgegaan dat de warmtevraag van de warmtevragers steeds bestaat uit een warmtevraag voor ruimteverwarming en een warmtevraag voor warm tapwater. De formule gaat er impliciet van uit dat er geen warmtevraag is voor koeling en bevochtiging.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Open bebouwing	198	31
Andere	145	20

Tabel [2] : Waarden bij ontstentenis voor de vloeroppervlakte van een wooneenheid, $A_{EPR,j,f}$

Type woning	Vloeroppervlakte $A_{EPR,j,f}$ in m ²
Appartement	98
Rijwoning	181
Halfopen bebouwing	189
Open bebouwing	227

5.2.4 Waarde bij ontstentenis voor de afgeleverde warmte

De waarde bij ontstentenis voor de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevragers j , $Q_{del,j}$, is 0 MJ.

5.3 Het primaire energieverbruik van het systeem van externe warmtelevering

Het primaire energieverbruik van het systeem van externe warmtelevering $E_{p,dh}$ wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 8} \quad E_{p,dh} = \sum_i E_{in,i} \cdot f_{p,i} - \sum_i E_{out,i} \cdot f_{p,i} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$E_{in,i}$	het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i door het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald in § 5.3.1, in MJ ;
$f_{p,i}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van energiedrager i , zoals hieronder bepaald, (-) ;
$E_{out,i}$	de jaarlijkse energieopwekking van energiedrager i door het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald in § 5.3.8, in MJ.

De sommatie gebeurt over alle energiedragers i .

De conventionele omrekenfactor naar primaire energie, $f_{p,i}$, wordt als volgt bepaald :

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

- voor de energiedrager restwarmte⁴, is deze gelijk aan 1 ;
- in het geval van warmtelevering via een bovenliggend systeem van externe warmtelevering, is deze gelijk aan $f_{p,dh}$ van dit bovenliggend systeem, waarvoor de ondergrens van 0,7 niet van toepassing is⁵ ;
- voor alle andere energiedragers wordt deze bepaald volgens het Richtlijnenbesluit.

5.3.1 Jaarlijks energieverbruik

Het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i door het systeem van externe warmtelevering, $E_{in,i}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 9} \quad E_{in,i} = E_{gen,i} + E_{aux,i} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$E_{gen,i}$ het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i bij de warmteopwekking, zoals bepaald in § 5.3.2, in MJ ;
 $E_{aux,i}$ het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i voor hulpenergie, zoals bepaald in § 5.3.7, in MJ.

5.3.2 Jaarlijks energieverbruik bij warmteopwekking

Het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i bij de warmteopwekking $E_{gen,i}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 10} \quad E_{gen,i} = \sum_k E_{gen,i,k} = \sum_k f_{heat,k} \cdot \frac{Q_{gen,dh}}{\eta_{gen,heat,i,k}} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$E_{gen,i,k}$ het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i bij de warmteopwekking door warmteopwekker k , bepaald bij meet- of factuurwaarden conform specificaties in § 5.3.9 en § 5.3.10 of berekend aan de hand van de onderstaande parameters, in MJ ;

⁴ De term « restwarmte » omvat, onder andere, de warmte afkomstig uit de verbranding van afval. Maar deze term omvat niet de warmte die niet rechtstreeks (of via tussenschakeling van een warmtewisselaar) wordt benut, maar als bron voor een warmtepomp wordt gebruikt.

⁵ Stel de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van het bovenliggend systeem van externe warmtelevering gelijk aan $f_{p,dh}$ van het bovenliggende systeem waarbij de ondergrens van 0,7 niet van toepassing is:

$$f_{p,dh} = \frac{E_{p,dh}}{Q_{del,dh}}$$

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$f_{\text{heat},k}$	De fractie warmte die warmteopwrekker k levert aan het systeem van externe warmtelevering, bepaald volgens § 5.3.6, (-) ;
$Q_{\text{gen},dh}$	de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt opgewekt door de warmteopwekkers in het systeem van externe warmtelevering, bepaald volgens § 5.3.3 of bij meetwaarden conform specificaties in § 5.3.9, in MJ ;
$\eta_{\text{gen,heat},i,k}$	het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming voor warmteopwrekker k ten opzichte van energiedrager i zoals hieronder bepaald, (-).

De sommatie gebeurt over alle warmteopwekkers k in het systeem van externe warmtelevering.

5.3.2.1 Elektrische warmtepomp met water als warmteafgiftemedium

Enkel elektrische warmtepompen met water als warmteafgiftemedium worden beschouwd. Voor deze elektrische warmtepompen wordt het opwekkingsrendement, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, gelijkgesteld aan de SPF. De SPF moet in detail berekend worden volgens de onderstaande methode :

$$\text{Eq. 11 } \text{SPF} = f_{\theta,\text{heat}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot \text{COP}_{\text{test}} \quad (-)$$

waarin :

$f_{\theta,\text{heat}}$	een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur vanaf de warmtepomp naar de distributie-elementen van het systeem van externe warmtelevering en de uitlaattemperatuur van de condensor in de test volgens NBN EN 14511, zoals hieronder bepaald, (-) ;
$f_{\Delta\theta}$	Een correctiefactor voor het verschil in temperatuursvariatie van enerzijds de vertrek en retour vanaf de warmtepomp naar de distributie-elementen bij ontwerpomstandigheden en van anderzijds het water over de condensor onder testomstandigheden volgens NBN EN 14511, zoals hieronder bepaald, (-) ;
f_{pumps}	een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper, zoals bepaald in § 10.2.3.3.3 van de bijlage EPW, (-) ;
COP_{test}	De prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp volgens de norm NBN EN 14511 onder testomstandigheden beschreven in Tabel [12] van de bijlage EPW, (-).

De correctiefactor $f_{\theta,\text{heat}}$ wordt bepaald als volgt:

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Eq. 12 $f_{\theta, \text{heat}} = 1 + 0.01 \cdot (43 - \theta_{\text{supply, design}})$ (-)

waarin :

$\theta_{\text{supply, design}}$ De vertrektemperatuur vanaf de warmtepomp naar het systeem van externe warmtelevering bij de ontwerpomstandigheden, in °C.

De correctiefactor $f_{\Delta\theta}$ wordt bepaald als volgt:

Eq. 13 $f_{\Delta\theta} = 1 + 0.01 \cdot (\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}})$ (-)

waarin :

$\Delta\theta_{\text{design}}$ Het verschil tussen de vertrektemperatuur vanaf de warmtepomp naar de distributie-elementen én de retourtemperatuur van de distributie-elementen naar de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden, in °C ;

$\Delta\theta_{\text{test}}$ De temperatuurstoename van het water over de condensor in °C, bij het testen volgens de norm NBN EN 14511.

De waarde bij ontstentenis voor $\eta_{\text{gen, heat, i, k}}$ voor elektrische warmtepompen met water als warmteafgiftemedium is gelijk aan 2,0.

5.3.2.2 Verbranding van afval en restwarmte

De waarde van $\eta_{\text{gen, heat, i, k}}$ voor volgende warmteopwekkers :

- verbranding van (huishoudelijk, industrieel, ...) afval ;
 - restwarmte uit een industrieel proces ;
- is steeds gelijk aan 1,0.

5.3.2.3 Diepe geothermie

Voor de toepassing van diepe geothermie wordt de waarde bij ontstentenis voor het opwekkingsrendement $\eta_{\text{gen, heat, i, k}}$ gelijk gesteld aan 7,00.

5.3.2.4 Bovenliggend systeem van externe warmtelevering

Voor de warmteoverdracht uit een bovenliggend systeem van externe warmte geldt, als aan één van de volgende voorwaarden is voldaan :

- er is geen warmtewisselaar of onderstation geplaatst ;
- de warmtewisselaar of het onderstation is geïsoleerd conform de minimale eisen zoals beschreven in § 5.3.11 ;

dat het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming, $\eta_{\text{gen, heat, i, k}}$, gelijk is aan :

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Eq. 14 $\eta_{\text{gen,heat},i,k} = 1,00$ (-)

Zoniet is het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, gelijk aan :

Eq. 15 $\eta_{\text{gen,heat},i,k} = 0,97$ (-)

5.3.2.5 Andere opwekkers

De waarde bij ontstentenis voor $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$ voor condenserende en niet-condenserende waterketels is gelijk aan 0,73.

Voor andere types opwekkers kan het rendement $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$ bepaald worden volgens § 10.2.3.2.3 van bijlage EPW.

5.3.3 Jaarlijkse hoeveelheid warmte geproduceerd door warmteopwekkers

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt opgewekt door de warmteopwekkers in het systeem van externe warmtelevering $Q_{\text{gen,dh}}$ wordt als volgt bepaald :

Eq. 16 $Q_{\text{gen,dh}} = Q_{\text{del,dh}} + Q_{\text{lossdist,dh}} + Q_{\text{lossloc,dh}}$ (MJ)

waarin :

$Q_{\text{del,dh}}$	de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan de warmtevragers in het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald in § 5.2, in MJ ;
$Q_{\text{lossdist,dh}}$	de hoeveelheid warmte die jaarlijks verloren gaat in het systeem van externe warmtelevering, te wijten aan lineaire warmteverliezen, zoals bepaald in § 5.3.4, in MJ ;
$Q_{\text{lossloc,dh}}$	de hoeveelheid warmte die jaarlijks verloren gaat in het systeem van externe warmtelevering, te wijten aan lokale warmteverliezen zoals bepaald in § 5.3.5, in MJ.

De waarde bij ontstentenis wordt als volgt bepaald :

Eq. 17 $Q_{\text{gen,dh}} = 1,4 \cdot Q_{\text{del,dh}}$ (MJ)

5.3.4 Lineaire warmteverliezen

De hoeveelheid warmte die jaarlijks verloren gaat in het systeem van externe warmtelevering, te wijten aan lineaire warmteverliezen, $Q_{\text{lossdist,dh}}$, wordt als volgt bepaald :

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$$\text{Eq. 18 } Q_{\text{lossdist,dh}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{distr,heat,netw n,m}} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$Q_{\text{distr,heat,netw n,m}}$ het maandelijks verdeelverlies van warmteverdelingsnet n, bepaald overeenkomstig de methodiek beschreven in bijlagen § E.2 en § E.3 van bijlage EPW, in MJ, evenwel rekening houdend met volgende aanpassingen :

- voor § E.2 : de toepassing van een aantal conventies zoals hieronder beschreven ;
- voor § E.3.3 : de toepassing van de aangepaste lineaire thermische weerstand, aangepast voor ondergrondse leidingen, zoals hieronder bepaald.

De sommatie moet gebeuren over alle maanden van het jaar.

Bij het bepalen van het warmteverlies worden alle leidingsegmenten van het warmteverdelingsnet beschouwd, m.a.w. alle leidingsegmenten tussen de aansluitingen van het (de) opwekkingstoestel(len) tot de stroomafwaartse begrenzing van het systeem van externe warmtelevering.

Voor ondergrondse leidingen wordt de deelterm in de berekening van de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j $R'_{1,j}$, zoals bepaald volgens § E.3.3 van bijlage EPW, als volgt gecorrigeerd :

$$\text{Eq. 19 } R'_{1,j,\text{corr}} = f_{x,j} \cdot R'_{1,j} \quad (\text{m.K/W})$$

waarin :

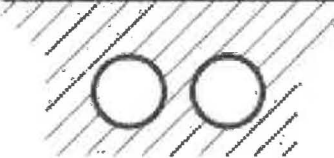
$f_{x,j}$ correctiefactor voor de lineaire warmteweerstand van ondergronds leidingsegment j, volgens Tabel [3], (-) ;

$R'_{1,j}$ De deelterm in de berekening van de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, bepaald volgens § E.3.3 van bijlage EPW, in m.K/W.

In verdere berekeningen voor ondergrondse leidingen wordt steeds met de gecorrigeerde waarde $R'_{1,j,\text{corr}}$ gerekend, ter vervanging van $R'_{1,j}$.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Tabel [3] : Correctiefactoren voor de lineaire warmteweerstand voor ondergrondse leidingen in functie van de uitvoeringswijze

Uitvoeringswijze ondergrondse leidingen	Schema	Correctiefactor $f_{x,j}$
Twee of meer leidingen, parallel geplaatst in volle grond		1,05
Andere uitvoeringswijze		1,00

Voor de doorrekening volgens § E.2 van bijlage EPW, gelden onderstaande conventies :

$t_{\text{heat,netw } n,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het warmteverdelingsnet n , in Ms. Als waarde bij ontstentenis geldt de duur van de betrokken maand, bepaald volgens tabel [1] van bijlage EPW ;
$\theta_{c,\text{netw } n,m}$	de temperatuur van het fluïdum in warmteverdelingsnet n^6 , in °C. Als waarde bij ontstentenis, neem het rekenkundig gemiddelde van de ontwerp vertrek- en retourtemperatuur aan de centrale warmteopwekker ⁷ .
$\theta_{\text{amb},m,j}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van segment j van het warmteverdelingsnet, in °C: <ul style="list-style-type: none">• indien het leidingsegment binnen het beschermde volume ligt, geldt: $\theta_{\text{amb},m,j}=18^{\circ}\text{C}$;• indien het leidingsegment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{\text{amb},m,j}= 11 + 0.4*\theta_{e,m}$;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, bepaald volgens Tabel [1] van bijlage EPW.

5.3.5 Lokale warmteverliezen

De hoeveelheid warmte die jaarlijks verloren gaat in het systeem van externe warmtelevering, te wijten aan lokale warmteverliezen $Q_{\text{lossloc,dh}}$ wordt als volgt bepaald :

⁶ De temperatuur van het fluïdum in warmteverdelingsnet n is een waarde die voor elke maand gelijk is.

⁷ In het geval er meerdere warmteopwekkers zijn én in het geval die warmteopwekkers verschillende ontwerp vertrek- en retourtemperaturen hanteren, wordt voor het volledige warmteverdelingsnet gerekend met de hoogste waarde voor het rekenkundig gemiddelde van de ontwerp vertrek- en retourtemperatuur.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$$\text{Eq. 20 } Q_{\text{lossloc,dh}} = \sum_l (1 - \eta_l) \cdot Q_{\text{delloc,l}} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

η_l het thermisch jaarrendement van het buffervat of de warmtewisselaar l, (-) ;
 $Q_{\text{delloc,l}}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd door het buffervat of de warmtewisselaar l, waarbij alle warmte-aflevering en warmteverliezen die optreden binnen het systeem van de externe warmtelevering stroomafwaarts van het toestel worden beschouwd, in MJ.

De sommatie gebeurt over alle buffervaten en warmtewisselaars l die zich in het systeem van externe warmtelevering bevinden.

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd door het buffervat of de warmtewisselaar l, wordt als volgt ingerekend :

$$\text{Eq. 21 } Q_{\text{delloc,l}} = \sum_j Q_{\text{del,l,j}} + \sum_p Q_{\text{lossdist,l,p}} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$Q_{\text{del,l,j}}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd door het buffervat of de warmtewisselaar l aan warmtevragers j die zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevindt, in MJ ;
 $Q_{\text{lossdist,l,p}}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks verloren gaat in leidingssegment p dat zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevindt, in MJ.

De sommatie gebeurt over alle warmtevragers j en alle leidingssegmenten p die zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevinden.

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd door het buffervat of de warmtewisselaar l aan warmtevragers j die zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevindt, $Q_{\text{del,l,j}}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 22 } Q_{\text{del,l,j}} = w_{l,j} \cdot Q_{\text{del,j}} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$w_{l,j}$ een weegfactor die bepaalt of warmtevragers j zich stroomafwaarts van het buffervat of van de

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$Q_{del,j}$ warmtewisselaar 1 bevindt, (-). Indien ja, $w_{1,j} = 1$;
indien nee, $w_{1,j} = 0$;
de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan
warmtevrager j bepaald volgens §5.2, in MJ.

De hoeveelheid warmte die jaarlijks verloren gaat in leidingsegment p dat zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar 1 bevindt, $Q_{lossdist,1,p}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 23 } Q_{lossdist,1,p} = \sum_{m=1}^{12} w_{1,p} \cdot Q_{distr,heat,netw n,m} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$w_{1,p}$ een weegfactor die bepaalt of leidingsegment p zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar 1 bevindt. Indien ja, $w_{1,j} = 1$; Indien nee, $w_{1,j} = 0$, (-) ;
 $Q_{distr,heat,netw n,m}$ Het maandelijks verdeelverlies van warmteverdelingsnet n, bepaald volgens § 5.3.4, in MJ.

De sommatie moet gebeuren over alle maanden van het jaar.

Indien de isolatie van het buffervat of de warmtewisselaar 1 voldoet aan de minimale eisen zoals beschreven in § 5.3.11 is het thermisch jaarrendement van het buffervat of de warmtewisselaar 1, η_1 , gelijk aan :

$$\text{Eq. 24 } \eta_1 = 1,00 \quad (-)$$

Zoniet is dit thermisch jaarrendement, η_1 , gelijk aan :

$$\text{Eq. 25 } \eta_1 = 0,97 \quad (-)$$

5.3.6 Energiefractie van elke opwekker

Indien er maar één warmteopwekker is of één groep van identieke warmteopwekkers is (welke dan wordt beschreven als zijnde één unieke warmteopwekker waarvan het totale nominale vermogen gelijk is aan de som van de nominale vermogens van de opwekkers in de groep), is de energiefractie in de warmtelevering voor die warmteopwekker gelijk aan 1.

In aanwezigheid van meerdere verschillende opwekkers in het systeem van externe warmtelevering, wordt per warmteopwekker het aandeel in de totale warmtelevering aan het systeem van externe warmtelevering bepaald. Deze

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

wordt voor elke opwekker apart uitgedrukt door de fractie geleverd door deze opwekker van de totale hoeveelheid warmte, $f_{\text{heat},k}$.

Bij de bepaling van de energiefractie wordt onderscheid gemaakt tussen bovenliggende systemen van externe warmtelevering die dienen als warmteopwekkers van het unieke systeem van externe warmtelevering en omgevingsonafhankelijke warmteopwekkers, waarvoor het warmtevermogen steeds beschikbaar is (dus onafhankelijk van buitencondities of interne industriële processen) en dit vermogen dus enkel wordt gestuurd volgens de warmtevraag in het bestudeerde systeem van externe warmtelevering.

Prioritering van opwekkers

De opwekkers van bovenliggende systemen van externe warmtelevering, die warmte leveren aan het bestudeerde systeem van externe warmtelevering, worden als eerste warmteopwekkers opgenomen in de volgorde van prioritering, startend met $k = 1$. In het geval van m bovenliggende systemen van externe warmtelevering, die warmte leveren aan het bestudeerde systeem van externe warmtelevering, wordt er dus genummerd tot $k = m$. De n omgevingsonafhankelijke warmteopwekkers worden vervolgens genummerd van $k = m+1$ tot $k = m+n$.

Bepaling van de fracties $f_{\text{heat},k}$

Voor elke opwekker van de bovenliggende systemen van externe warmtelevering en alle omgevingsonafhankelijke warmteopwekkers, wordt allereerst het thermische referentievermogen van het systeem van externe warmtelevering, $P_{\text{gen,dh}}$, bepaald. Deze referentievermogens laten toe om vervolgens een vermogensverhouding, $\beta_{\text{gen},k}$, te gaan bepalen voor elke warmteopwekker k .

Het thermische referentievermogen van het systeem van externe warmtelevering $P_{\text{gen,dh}}$ wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 26} \quad P_{\text{gen,dh}} = \frac{Q_{\text{gen,dh}}}{4000} \quad (\text{kW})$$

waarin :

$Q_{\text{gen,dh}}$	de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt opgewekt door de warmteopwekkers in het systeem van externe warmtelevering, bepaald volgens § 5.3.3 of op basis van de meet- of factuurwaarden, conform aan de specificaties in § 5.3.9, in MJ.
---------------------	---

De vermogensverhoudingen, $\beta_{\text{gen},k}$, worden voor elke opwekker als volgt bepaald :

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Eq. 27 Voor de 1 ^e opwekker (k = 1) :	$\beta_{gen,1} = \frac{P_{gen,1}}{P_{gen,dh}}$	(-)
Voor de 2 ^e opwekker (k = 2) :	$\beta_{gen,2} = \frac{P_{gen,2}}{(P_{gen,dh} - P_{gen,1})}$	(-)
Voor de 3 ^e opwekker (k = 3) :	$\beta_{gen,3} = \frac{P_{gen,3}}{(P_{gen,dh} - P_{gen,1} - P_{gen,2})}$	(-)
Voor de laatste opwekker (k = m+n) :	$\beta_{gen,(m+n)} = \frac{P_{gen,m+n}}{(P_{gen,dh} - \sum_{i=1}^{m+n-1} P_{gen,i})}$	(-)

waarin :

$P_{gen,k}$ het nominale thermische vermogen van de warmteopwekker k, bepaald volgens § 7.3.1 van bijlage EPN, in kW. Voor warmtelevering door een opwekker uit een bovenliggend systeem van externe warmtelevering, geldt het vermogen van de warmtewisselaars of onderstations tussen het bovenliggend systeem van externe warmtelevering en het unieke systeem van externe warmtelevering bij ontwerpcondities en zoals opgenomen in de technische fiche. Voor warmtelevering van restwarmte met warmtewisselaar, geldt het vermogen bij ontwerpcondities zoals bepaald op de technische fiche. Voor warmtelevering van restwarmte zonder warmtewisselaar geldt het vermogen bij ontwerpcondities;

$P_{gen,dh}$ het thermische referentievermogen van het systeem van externe warmtelevering, zoals hierboven bepaald, in kW.

Vervolgens wordt voor alle warmteopwekkers k vanaf de vermogensverhouding $\beta_{gen,k}$ een dimensieloze energiefractie $f'_{heat,k}$ bepaald, met behulp van Tabel [4]. Deze zal gebruikt worden om de fractie geleverd door elke opwekker van de totale hoeveelheid warmte te bepalen. In Tabel [4] moet voor tussenliggende waarden van $\beta_{gen,k}$ gebruik gemaakt worden van lineaire interpolatie.

Tabel [4] : Dimensieloze hulpvariabele bij het bepalen van de energiefractie voor de warmte die warmteopwrekker k levert aan het systeem van externe warmtelevering ($f'_{\text{heat},k}$)

$\beta_{\text{gen},k}$	$f'_{\text{heat},k}$
0,0	0,00
0,1	0,45
0,2	0,70
0,3	0,84
0,4	0,92
0,5	0,96
0,6	0,98
0,7 en hoger	1,00

Uiteindelijk wordt de energiefractie voor de warmte die de warmteopwekkers k, met rangnummers $k=1$ tot $k=m+n$, leveren aan het systeem van externe warmtelevering, $f_{\text{heat},k}$, als volgt bepaald :

Eq. 28 Voor de 1^e opwrekker ($k = 1$) : $f_{\text{heat},1} = f'_{\text{heat},1} \quad (-)$

Voor de laatste opwrekker ($k = m+n$) : $f_{\text{heat},m+n} = 1 - \sum_{j=1}^{m+n-1} f_{\text{heat},j} \quad (-)$

Voor de andere opwekkers : $f_{\text{heat},k} = f'_{\text{heat},k} \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^{k-1} f_{\text{heat},j} \right) \quad (-)$

waarin :

$f'_{\text{heat},k}$ een hulpvariabele van de warmteopwrekker met rangnummer k, zoals bepaald in Tabel [4], (-) ;

$f_{\text{heat},k}$ de energiefractie voor de warmte die de warmteopwrekker met rangnummer k levert aan het systeem van externe warmtelevering, (-).

5.3.7 Hulpenergieverbruik

Wanneer de energiedrager elektriciteit is wordt het hulpenergieverbruik, $E_{\text{aux},i}$, als volgt bepaald :

Eq. 29 $E_{\text{aux},i} = E_{\text{aux},el} \quad (\text{MJ})$

Wanneer de energiedrager niet elektriciteit is wordt het hulpenergieverbruik, $E_{\text{aux},i}$, als volgt bepaald :

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$$\text{Eq. 30 } E_{\text{aux},i} = 0 \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$E_{\text{aux},el}$ het jaarlijkse eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door het systeem van externe warmtelevering, zoals hieronder bepaald, in MJ.

Het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door het systeem van externe warmtelevering, $E_{\text{aux},el}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 31 } E_{\text{aux},el} = \sum_j E_{\text{auxdist},el,j} + \sum_k E_{\text{auxprod},el,k} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$E_{\text{auxdist},el,j}$ het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door circulatiepomp j , zoals hieronder bepaald of op basis van meet- of factuurwaarden conform specificaties in § 5.3.9 en § 5.3.10, in MJ ;

$E_{\text{auxprod},el,k}$ het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door warmteopwekker k , zoals hieronder bepaald of op basis van meet- of factuurwaarden conform specificaties in § 5.3.9 et du § 5.3.10, in MJ.

De sommatie gebeurt over alle circulatiepompen j en alle warmteopwekkers k die vervat zijn in het systeem van externe warmtelevering.

Bij pompen die voor reservestelling dubbel zijn uitgevoerd, moet enkel het eindenergieverbruik van de pomp met het grootste elektrisch vermogen in beschouwing worden genomen. Indien de voedingspomp van een warmteopwekker ook dienst doet als circulatiepomp voor het systeem van externe warmtelevering, wordt deze pomp slechts éénmaal ingerekend, namelijk als circulatiepomp.

Het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door circulatiepomp j , $E_{\text{auxdist},el,j}$, en door warmteopwekker k , $E_{\text{auxprod},el,k}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 32 } E_{\text{auxdist},el,j} = 1,5 \cdot P_{\text{auxdist},el,j} \cdot 4,4 \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$P_{\text{auxdist},el,j}$ het elektrische vermogen van de circulatiepomp j , in W. Het pompvermogen wordt gelijkgesteld aan het opgenomen elektrisch vermogen bij het werkingpunt waarop de pomp is geselecteerd, zoals vermeld op de technische fiche.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Indien deze waarde niet is gekend, wordt het nominale elektrische vermogen van de pomp gehanteerd ;

Het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door warmteopwekker k , $E_{auxprod,el,k}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 33 } E_{auxprod,el,k} = P_{auxprod,el,k} \cdot t_{on,k} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$P_{auxprod,el,k}$

het totale elektrische vermogen van de pompen, motoren en hulpfuncties die zijn toegekend aan warmteopwekker k , in W. Het pompvermogen wordt gelijkgesteld aan het opgenomen elektrische vermogen bij het werkingpunt waarop de pomp is geselecteerd, zoals vermeld op de technische fiche. Indien deze waarde niet gekend is, wordt het nominale elektrische vermogen van de pomp gehanteerd. Voor alle andere verbruikers wordt het nominaal vermogen genomen ;

$t_{on,k}$

de equivalente jaarlijkse werkingstijd van warmteopwekker k , zoals hieronder bepaald of zoals bepaald via meetwaarden en conform aan specificaties in § 5.3.9, in Ms.

De equivalente jaarlijkse werkingstijd van warmteopwekker k , $t_{on,k}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 34 } t_{on,k} = 1,5 \cdot \frac{1,1}{1000 \cdot P_{gen,k}} \cdot f_{heat,k} \cdot Q_{gen,dh} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$P_{gen,k}$

het nominale thermische vermogen van de warmteopwekker k , bepaald volgens § 7.3.1 van bijlage EPN, in kW. Voor warmtelevering door een opwekker uit een bovenliggend systeem van externe warmtelevering, geldt het vermogen van de warmtewisselaars of onderstations tussen het bovenliggend systeem van externe warmtelevering en het unieke systeem van externe warmtelevering bij ontwerpcondities en zoals opgenomen in de technische fiche. Voor warmtelevering van restwarmte met warmtewisselaar, geldt het vermogen bij ontwerpcondities zoals bepaald op de technische fiche. Voor warmtelevering van restwarmte zonder warmtewisselaar geldt het vermogen bij ontwerpcondities ;

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$f_{\text{heat},k}$ de dimensieloze energiefractie voor de warmte die warmteopwekker met rangnummer k levert aan het systeem van externe warmtelevering, bepaald volgens § 5.3.6 ;

$Q_{\text{gen,dh}}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt opgewekt door de warmteopwekkers in het systeem van externe warmtelevering, in MJ, bepaald volgens § 5.3.3 of zoals bepaald via meetwaarden en conform aan specificaties in § 5.3.9, in MJ.

Voor de warmteopwekkers van het type 'Verbranding van (huishoudelijk, industrieel, ...) afval' en 'Restwarmte uit een industrieel proces' wordt bij conventie het jaarlijkse eindverbruik van elektriciteit als hulpenergie door warmteopwekker, $E_{\text{auxprod,el},k}$, gelijk gesteld aan 0 MJ.

De waarde bij ontstentenis voor het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie, $E_{\text{aux,el}}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 35 } E_{\text{aux,el}} = 0,02 \cdot Q_{\text{gen,dh}} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$Q_{\text{gen,dh}}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt opgewekt door de warmteopwekkers in het systeem van externe warmtelevering, bepaald volgens § 5.3.3 of zoals bepaald via meetwaarden en conform aan specificaties in § 5.3.9, in MJ.

5.3.8 Jaarlijkse energieproductie

Wanneer de energiedrager elektriciteit is wordt de jaarlijkse energieproductie door het systeem van externe warmtelevering, $E_{\text{out},i}$, als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 36 } E_{\text{out},i} = E_{\text{prod,el}} \quad (\text{MJ})$$

Wanneer de energiedrager niet elektriciteit is wordt de jaarlijkse energieproductie door het systeem van externe warmtelevering voor de energiedrager i , $E_{\text{out},i}$, als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 37 } E_{\text{out},i} = 0 \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$E_{\text{prod,el}}$ de jaarlijkse opwekking van elektriciteit in het systeem van externe warmtelevering, zoals hieronder bepaald, in MJ, zoals hieronder bepaald.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

De jaarlijkse opwekking van elektriciteit in het systeem van externe warmtelevering, $E_{\text{prod,el}}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 38} \quad E_{\text{prod,el}} = \sum_j E_{\text{prod,el},j} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$E_{\text{prod,el},j}$ De jaarlijkse opwekking van elektriciteit, door opwekker j , zoals hieronder bepaald, in MJ.

De jaarlijkse opwekking van elektriciteit van het systeem van externe warmtelevering, door opwekker j , $E_{\text{prod,el},j}$, wordt als volgt bepaald :

$$\begin{array}{ll} \text{Eq. 39 Voor een WKK-installatie :} & E_{\text{prod,el},j} = E_{\text{prod,el,cogen}} \quad (\text{MJ}) \\ \text{Voor andere toepassingen :} & E_{\text{prod,el},j} = 0 \quad (\text{MJ}) \end{array}$$

waarin :

$E_{\text{prod,el,cogen}}$ de jaarlijkse opwekking van elektriciteit in het systeem van externe warmtelevering middels een warmtekrachtkoppeling, zoals hieronder bepaald of zoals bepaald via meetwaarden conform specificaties in § 5.3.9.

De jaarlijkse opwekking van elektriciteit in het systeem van externe warmtelevering per warmtekrachtkoppeling, $E_{\text{prod,el,cogen}}$, wordt als volgt bepaald :

$$\text{Eq. 40} \quad E_{\text{prod,el,cogen}} = \varepsilon_{\text{cogen,el}} \cdot E_{\text{gen,i,cogen}} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$\varepsilon_{\text{cogen,el}}$ Het elektrische omzettingsrendement van een warmtekrachtkoppeling, bepaald volgens bijlage A.2 van de bijlage EPN, (-) ;

$E_{\text{gen,i,cogen}}$ het jaarlijks eindenergieverbruik van energiedrager i door de WKK-installatie, zoals bepaald in § 5.3.2 of zoals bepaald via meet- of factuurwaarden conform specificaties in § 5.3.9 en § 5.3.10, in MJ.

5.3.9 Gebruik van meetwaarden

Indien (een deel van) de gegevens op basis van metingen beschikbaar zijn, kunnen deze gebruikt worden voor de bepaling van bepaalde waarden gebruikt in deze rekenmethode.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energiestatistiek van een systeem van externe warmtelevering

- Hierbij worden volgende conventies aangenomen :
- De gehanteerde metingen betreffen steeds de laatste drie volledige kalenderjaren, mits de werking van de installatie gedurende deze periode representatief is voor de huidige werking (bijvoorbeeld: er mogen geen wijzigingen aan de warmteproducenten uitgevoerd zijn indien meetgegevens over brandstofgebruik gehanteerd worden, enz). Het rekenkundig gemiddelde van deze metingen wordt in de verdere berekening gehanteerd. Zoniet wordt de tijdsperiode gelimiteerd tot de periode die representatief is en minimaal één kalenderjaar omvat ;
- Om het warmteverbruik te bepalen uit de energiemeting van brandstoffen, dient de gemeten hoeveelheid brandstof uitgedrukt in calorische onderwaarde te worden vermenigvuldigd met 0,8. Dit om het opwekkingsrendement van de warmteopwekkers in rekening te brengen.

De voor de berekening noodzakelijke meetgegevens moeten als stavingsstuk worden bijgevoegd.

5.3.10 Gebruik van factuurwaarden

Indien (een deel van) de gegevens op basis van facturen beschikbaar zijn, kunnen deze gebruikt worden voor de bepaling van bepaalde waarden gebruikt in deze rekenmethode.

Hierbij worden volgende conventies aangenomen :

- Bij brandstoffen wordt de calorische onderwaarde gehanteerd ;
- De gehanteerde facturen betreffen steeds de laatste drie volledige kalenderjaren, mits de werking van de installatie gedurende deze periode representatief is voor de huidige werking. Het rekenkundig gemiddelde van deze metingen wordt in de verdere berekening gehanteerd. Zoniet wordt de tijdsperiode gelimiteerd tot de periode die representatief is en minimaal één kalenderjaar omvat. Ontbrekende gegevens kunnen worden aangevuld conform de specificaties van § 7 van de norm NBN EN 15603 ;
- Om het warmteverbruik te bepalen uit de energiefactuur van brandstoffen, dient de gefactureerde hoeveelheid brandstof uitgedrukt in calorische onderwaarde te worden vermenigvuldigd met 0,8. Dit om het opwekkingsrendement van de warmteopwekkers in rekening te brengen.

De voor de berekening noodzakelijke facturen moeten als stavingsstuk worden bijgevoegd.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

5.3.11 Minimale isolatie-eisen van warmtewisselaars en buffervaten

Minimale isolatie-eisen van warmtewisselaars en buffervaten zijn opgenomen in Tabel [5].

Tabel [5] : Minimale isolatie-eisen van warmtewisselaars en buffervaten

Minimale isolatiedikte	Binnen het beschermd volume	Buiten het beschermd volume
Warmtewisselaars	10 mm	20 mm
Buffervaten :		
• Watervolume $\leq$ 2000 liter	40 mm	80 mm
• Watervolume $>$ 2000 liter	80 mm	120 mm

De minimale isolatiediktes hierboven moeten gerealiseerd worden met materialen met een maximale warmtegeleidingscoëfficiënt van $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ (bij 50°C volgens EN 12667:2001).

De nodige stavingsstukken moeten worden meegeleverd om aan te tonen dat aan de minimale isolatie-eisen werd voldaan.

6 Bijkomende eis

Opdat de waarden voor $f_{p,dh}$, $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ et $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$ gebruikt mogen worden om het systeem van externe warmtelevering te karakteriseren in het kader van de EPB reglementering, moet in voorkomend geval de EPB-aangifte het ingevulde rekenblad bevatten zoals aangeleverd door de administratie.

7 Berekening van de CO₂-emissiefactor

De vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van een systeem van externe warmtelevering wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 41} \quad f_{\text{NCV/GCV}} = 1 \quad (-)$$

De CO₂-emissiefactor van een systeem van externe warmtelevering wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 42} \quad f_{\text{CO}_2} = \frac{\text{CO}_{2\text{gen}} + \text{CO}_{2\text{aux}} - \text{CO}_{2\text{prod}}}{Q_{\text{del,dh}}} \quad (\text{kg/MJ})$$

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

waarin :

CO_{2gen}	de CO_2 -uitstoot die het gevolg is van de warmte geproduceerd door de warmteopwekkers, zoals bepaald in §7.1, in kg;
CO_{2aux}	de CO_2 -uitstoot die het gevolg is van hulpfuncties, zoals bepaald in §7.2, in kg;
CO_{2prod}	de CO_2 -uitstoot die wordt vermeden dankzij de elektriciteit die wordt geproduceerd door het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald in §7.3, in kg;
$Q_{del, dh}$	de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan de warmtevragers in het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald via de methodiek beschreven in § 5.2, in MJ.

7.1 De CO_2 -uitstoot die het gevolg is van de warmte geproduceerd door de warmteopwekkers

De CO_2 -uitstoot die het gevolg is van de warmte geproduceerd door de warmteopwekkers wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 43} \quad CO_{2gen} = \sum_i f_{CO_2,i} \cdot f_{NCV/GCV,i} \cdot \sum_k E_{gen,i,k} \quad (\text{kg})$$

waarin :

$f_{CO_2,i}$	de CO_2 -emissiefactor van de energiedrager i , in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in kg/MJ;
$f_{NCV/GCV,i}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de energiedrager i , zoals opgenomen in Bijlage F van de bijlage EPW, (-);
$E_{gen,i,k}$	het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i bij de warmteopwekking, bepaald bij rekenwaarden zoals bepaald in § 5.3.2 of bepaald bij meet- of factuurwaarden zoals bepaald in § 5.3.9 en § 5.3.10, in MJ.

7.2 De CO_2 -uitstoot die het gevolg is van hulpenergieverbruik

De CO_2 -uitstoot die het gevolg is van de hulpenergieverbruik nodig voor het functioneren van de circulatiepompen en warmteopwekkers wordt als volgt bepaald:

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Eq. 44 $CO2_{aux} = \sum_i f_{CO2,i} \cdot f_{NCV/GCV,i} \cdot E_{aux,i}$ (kg)

waarin:

$f_{CO2,i}$ de CO₂-emissiefactor van de energiedrager i, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in kg/MJ;

$f_{NCV/GCV,i}$ een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de energiedrager i, zoals opgenomen in Bijlage F van de bijlage EPW, (-);

$E_{aux,i}$ het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i van hulpenergie, zoals bepaald in § 5.3.7, in MJ.

7.3 De CO₂-uitstoot vermeden als gevolg van energieproductie

De CO₂-uitstoot die wordt vermeden dankzij de elektriciteit die wordt geproduceerd door het systeem van externe warmtelevering wordt als volgt bepaald:

Eq. 45 $CO2_{prod} = \sum_i f_{CO2,i} \cdot f_{NCV/GCV,i} \cdot E_{out,i}$ (kg)

waarin:

$f_{CO2,i}$ de CO₂-emissiefactor van de energiedrager i, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in kg/MJ;

$f_{NCV/GCV,i}$ een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de energiedrager i, zoals opgenomen in Bijlage F van de bijlage EPW, (-);

$E_{out,i}$ de jaarlijkse energieproductie van energiedrager i door het systeem van externe warmtelevering, zoals bepaald in § 5.3.8, in MJ.

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende uitvoering van bijlagen XXI en XXII 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 en houdende uitvoering van 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

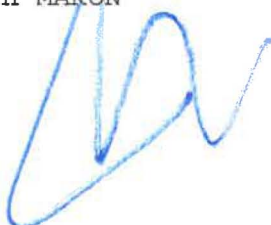
Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

EPB-eenheden en houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing

Brussel, ... **10 DEC. 2020**

De Minister van Klimaattransitie, Leefmilieu, Energie en Participatieve democratie

Alain MARON



Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

1	DÉFINITIONS.....	2
2	VALEUR PAR DÉFAUT.....	3
3	DÉTERMINATION DU RENDEMENT THERMIQUE DES APPAREILS DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR DE TYPE 'TWIN COIL' OU 'HEAT PIPE'	3
4	DÉTERMINATION DU RENDEMENT THERMIQUE SI UN RENDEMENT TESTÉ EST DISPONIBLE POUR LE GROUPE DE TRAITEMENT D'AIR (COMPLET) OU POUR L'ÉCHANGEUR DE CHALEUR (SEUL) 3	
5	DÉTERMINATION DU RENDEMENT THERMIQUE SI UN RENDEMENT TESTÉ EST DISPONIBLE POUR UN GROUPE DE TRAITEMENT D'AIR (COMPLET) OU POUR UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR (SEUL) DE LA MÊME SÉRIE QUE L'APPAREIL DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR CONCERNÉ	4
5.1	Principe général	4
5.2	Détermination de η_{ser}	6
5.3	Détermination de $\eta_{ahu,ref}$	6
5.4	Détermination de η_{ser1} (méthode 1)	7
5.5	Détermination de η_{ser2} (méthode 2)	8
5.6	Détermination de η_{ser3} (méthode 3)	9
5.6.1	<i>Correction pour la capacité thermique du matériau régénérateur.....</i>	<i>9</i>
5.6.2	<i>Détermination de la valeur idéale du rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série</i>	<i>12</i>
5.6.3	<i>Détermination des paramètres géométriques β^* et Dh^* et du paramètre matériel ϕ^*</i>	<i>13</i>
5.6.4	<i>Détermination du débit volumique pour lequel la valeur idéale calculée du rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série est valable</i>	<i>15</i>
5.7	Détermination du débit volumique pour lequel le rendement thermique calculé d'un groupe de traitement d'air de la même série est valable	15
5.8	Détermination de la surface caractéristique d'échange thermique	18
5.9	Détermination du nombre de canaux	19
5.10	Figures à titre d'illustration	20
6	MESURE ET CALCUL.....	22
6.1	Mesure	22
6.1.1	Groupe de traitement d'air.....	22
6.1.1.1	Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 308	22
6.1.1.2	Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 13141-7 ou selon la norme NBN EN 13141-8	23
6.1.2	Echangeur de chaleur.....	23
6.1.2.1	Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 308	24
6.2	Calcul	25
6.2.1	Groupe de traitement d'air.....	25
6.2.2	Echangeur de chaleur.....	26

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

En dérogation à l'annexe G de l'annexe PER, le rendement thermique η_{test} d'un appareil de récupération de chaleur peut être déterminé selon l'une des méthodes décrites ci-dessous.

1 Définitions

Il est fait référence à la norme NBN EN 308 pour les définitions des catégories d'appareils de récupération de chaleur, et pour les conventions relatives à la numérotation des quatre flux d'air et à la position des ventilateurs.

Principes de transfert thermique dans les échangeurs de chaleur :

- **Transfert thermique à courants parallèles** : principe de transfert thermique où ledit transfert se fait entre deux fluides circulant de part et d'autre de la paroi de séparation étanche à l'air, suivant le même axe et dans le même sens.
- **Transfert thermique à courants croisés** : principe de transfert thermique où ledit transfert se fait entre deux fluides circulant de part et d'autre de la paroi de séparation étanche à l'air, suivant deux axes différents (remarque : l'angle entre ces axes est généralement compris entre 60° et 90°, en raison de quoi la vitesse moyenne de l'air entre les plaques des deux flux d'air est assez constante sur l'ensemble du trajet (indépendamment des changements de densité et des conditions d'entrée non idéales)).
- **Transfert thermique à contre-courants** : principe de transfert thermique où ledit transfert se fait entre deux fluides circulant de part et d'autre de la paroi de séparation étanche à l'air, suivant le même axe mais en sens inverses (remarque : cette conception se caractérise par le fait que la vitesse de l'air entre les plaques des deux flux d'air est assez constante au niveau de la partie à contre-courant mais est inférieure à la vitesse moyenne de l'air au niveau de l'entrée de l'échangeur de chaleur (indépendamment des changements de densité et des conditions d'entrée non idéales)).
- **NUT** : Nombre d'Unités de Transfert, est une valeur adimensionnelle permettant d'exprimer la quantité de transfert thermique dans les échangeurs de chaleur.

Application pratique dans des appareils de récupération de chaleur :

- **Echangeur de chaleur à courants croisés simple** : échangeur de chaleur à plaques fonctionnant au moins à 70 % selon le principe du transfert thermique à courants croisés, à évaluer sur la base de la partie de surface qui est clairement à courants croisés par rapport à la surface totale (dans le plan des flux d'air).
- **Echangeur de chaleur à courants croisés double** : échangeur de chaleur à plaques composé de deux échangeurs de chaleur à courants croisés simples clairement identifiables, où les deux flux d'air circulent en série et globalement à contre-courant dans les deux échangeurs de chaleur.
- **'Heatpipe' (ou 'caloduc')** : échangeur de chaleur où le transfert thermique se fait via un fluide qui s'évapore pour ensuite se condenser. Le fluide de transfert thermique se trouve dans un tube fermé, exposé d'un côté à l'air fourni et de l'autre côté, à l'air extrait. Après évaporation d'un côté, le fluide se propage sous forme gazeuse jusqu'à l'autre côté, où il se condense et revient vers le côté évaporation par voie gravitaire, capillaire ou centrifuge.
- **Régénérateur** : échangeur de chaleur régénératif. Ce la peut être un générateur statique ou à roue.

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

- **Régénérateur statique** : échangeur de chaleur régénératif sous la forme de deux accumulateurs séparés au travers desquels circulent alternativement l'air fourni et l'air extrait (au moyen de 1 ou plusieurs vannes).
- **Echangeur de chaleur à contre-courants** : échangeur de chaleur à plaques fonctionnant au moins à 30 % selon le principe du transfert thermique à contre-courants, à évaluer sur la base de la partie de la surface qui est clairement à contre-courant par rapport à la surface totale (dans le plan des flux d'air).
- **'Twin-coil' ou batterie au glycol** : échangeur de chaleur composé de deux échangeurs de chaleur air/liquide, chacun étant traversé par 1 des flux d'air et où un fluide caloporteur circule entre les deux échangeurs de chaleur, transférant ainsi la chaleur d'un flux d'air à l'autre.
- **Echangeur à roue** : échangeur de chaleur régénératif sous la forme d'un accumulateur rotatif en forme de disque, où la masse accumulant la chaleur est traversée alternativement par l'air fourni et par l'air extrait.

2 Valeur par défaut

Si aucune des méthodes de détermination des § 3, § 4 ou §5 n'est appliquée, la valeur par défaut du rendement thermique η_{test} d'un appareil de récupération de chaleur est la valeur zéro pour tous les débits volumiques.

3 Détermination du rendement thermique des appareils de récupération de chaleur de type 'twin coil' ou 'heat pipe'

On prend, comme valeur de rendement thermique η_{test} d'un appareil de récupération de chaleur, les valeurs du tableau suivant :

Tableau [1] : η_{test} pour les types 'twin coil' ou 'heat pipe'

Catégorie (selon NBN EN 308)		Type	η_{test}
IIa	Récupérateurs avec fluide intermédiaire sans changement de phase	'Twin coil'	0,30
IIb	Récupérateurs avec fluide intermédiaire avec changement de phase	'Heat pipe'	0,30

4 Détermination du rendement thermique si un rendement testé est disponible pour le groupe de traitement d'air (complet) ou pour l'échangeur de chaleur (seul)

On détermine le rendement thermique η_{test} d'un appareil de récupération de chaleur pour le débit volumique $q_{v,\text{proj}}$ comme suit :

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

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

ou :

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

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

Si $q_{v,test} < q_{v,proj} \leq 1,56 \cdot q_{v,test}$:

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

ou :

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

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

avec :

$q_{v,proj}$	le débit volumique pour lequel un rendement thermique est donné pour la détermination de la consommation d'énergie primaire des bâtiments, en m³/h. Ce débit volumique est, dans le cadre de cette annexe, 'le débit volumique durant l'essai, tel que défini à l'annexe G' auquel il est fait référence au § B.2 de l'annexe PER ;
$q_{v,test}$	le débit volumique, en m³/h, de l'essai selon le § 6 ;
$\eta_{ahu,test}$	le rendement thermique du groupe de traitement d'air de l'essai selon le § 6, pour le débit volumique $q_{v,test}$, (-) ;
$\eta_{hx,test}$	le rendement thermique de l'échangeur de chaleur de l'essai selon le § 6, pour le débit volumique $q_{v,test}$, (-).

5 Détermination du rendement thermique si un rendement testé est disponible pour un groupe de traitement d'air (complet) ou pour un échangeur de chaleur (seul) de la même série que l'appareil de récupération de chaleur concerné

5.1 Principe général

Le rendement thermique d'un groupe de traitement d'air de la même série peut être déterminé sur base du rendement thermique d'un groupe de traitement d'air de référence de la même série, selon les conditions et la méthode de détermination suivantes.

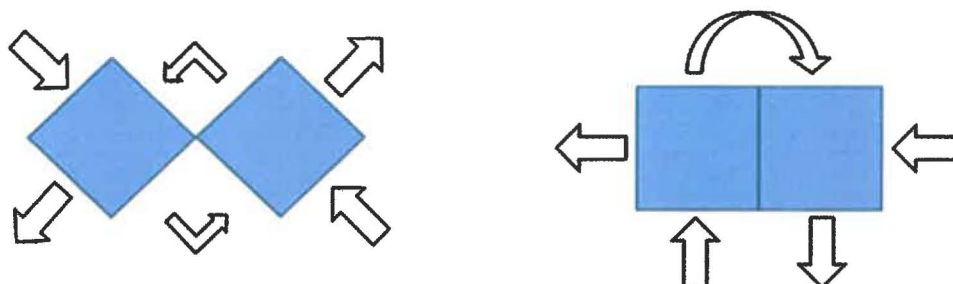
Pour appartenir à une même série, le groupe de traitement d'air à évaluer doit être identique, pour tous les critères suivants, au groupe de traitement d'air de référence :

- fabricant de l'ensemble du groupe de traitement d'air ;
- fabricant de l'échangeur de chaleur ;
- catégorie (voir NBN EN 308) et type (à courants croisés simple, à courants croisés double, à contre-courants, échangeur rotatif ou régénérateur statique) de l'échangeur de chaleur ;

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

- forme pour courants croisés double : position des deux échangeurs de chaleur l'un par rapport à l'autre (contact linéaire ou de surface - voir Figure [1]) ;

Figure [1] : Contact linéaire (à gauche) ou de surface (à droite) pour un échangeur de chaleur à courants croisés double



- la disposition de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air, soit perpendiculairement, soit suivant l'axe de l'écoulement d'air à travers le groupe de traitement d'air ;
- structure du groupe de traitement d'air : châssis avec parois de remplissage ou parois autoportantes, composition des parois (matériaux utilisés pour l'enveloppe et l'isolation) ;
- la position des ventilateurs par rapport à l'échangeur de chaleur (c'est-à-dire : le ventilateur se trouve dans les deux groupes de traitement d'air en position 11 ou dans les deux groupes de traitement d'air en position 12. Idem pour 21 et 22 - voir figures au § 5.10).

On détermine le rendement thermique η_{test} d'un groupe de traitement d'air de la même série pour le débit volumique $q_{v,\text{proj}}$ comme suit :

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

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

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

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

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

avec :

$q_{v,\text{proj}}$ le débit volumique pour lequel un rendement thermique est donné pour la détermination de la consommation d'énergie primaire des bâtiments, en m³/h. Ce débit volumique est, dans le cadre de cette annexe, 'le débit volumique durant l'essai, tel que défini à l'annexe G' auquel il est fait référence au § B.2 de l'annexe PER ;

$q_{v,\text{ser}}$ le débit volumique pour lequel le rendement thermique calculé d'un groupe de traitement d'air de la même série est valable, en m³/h, déterminé selon le § 5.7 ;

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

η_{ser} le rendement thermique calculé du groupe de traitement d'air de la même série selon le § 5.2, pour le débit volumique $q_{v,ser}$, (-).

5.2 Détermination de η_{ser}

On détermine le rendement thermique calculé du groupe de traitement d'air de la même série, η_{ser} , comme suit :

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à courants croisés simple :

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

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à courants croisés double :

Eq. 8 $\eta_{ser} = 0,90.\min(\eta_{ser1}, \frac{\eta_{ser1} + \eta_{ser2}}{2})$ (-)

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à contre-courants :

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

- pour un groupe de traitement d'air avec régénérateur (échangeur rotatif ou régénérateur statique) :

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

avec :

η_{ser1} le rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 1, telle que décrite au § 5.4, (-) ;
 η_{ser2} le rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 2, telle que décrite au § 5.5, (-) ;
 $\eta_{ahu,ref}$ le rendement thermique du groupe de traitement d'air de référence pour les débits volumiques $q_{v11,ref}$ et $q_{v22,ref}$, calculé selon le § 5.3, (-).
 η_{ser3} le rendement thermique du groupe de traitement de l'air de la même série, conformément à la méthode 3, comme décrit au § 5.6, (-).

5.3 Détermination de $\eta_{ahu,ref}$

On détermine le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ du groupe de traitement d'air de référence pour les débits volumiques $q_{v11,ref}$ et $q_{v22,ref}$, comme suit :

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

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

ou :

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

avec :

$\eta_{ahu,test}$ le rendement thermique du groupe de traitement d'air de l'essai selon le § 6, pour les débits volumiques $q_{v11,test}$ et $q_{v22,test}$, (-) ;
 $\eta_{hx,test}$ le rendement thermique de l'échangeur de chaleur de l'essai selon le § 6, pour les débits volumiques $q_{v11,test}$ et $q_{v22,test}$, (-).

Les débits volumiques pour lesquels le rendement thermique du groupe de traitement d'air de référence est valable, $q_{v11,ref}$ et $q_{v22,ref}$, sont assimilés respectivement à $q_{v11,test}$ et $q_{v22,test}$.

5.4 Détermination de η_{ser1} (méthode 1)

On détermine le rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 1, η_{ser1} comme suit :

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

avec :

NTU_{ser1} le NUT du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 1, tel que déterminé ci-dessous, (-).

On détermine le NUT du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 1, NTU_{ser1} , comme suit :

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

avec :

NTU_{ref1} le NUT du groupe de traitement d'air de référence selon la méthode 1, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
 S_{ser} la surface caractéristique d'échange thermique du groupe de traitement d'air de la même série, déterminée selon le § 5.8, en m^2 ;
 S_{ref} la surface caractéristique d'échange thermique du groupe de traitement d'air de référence, déterminée selon le § 5.8, en m^2 ;
 $n_{channels,ser}$ le nombre de canaux dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de la même série, déterminé selon le § 5.9, (-) ;
 $n_{channels,ref}$ le nombre de canaux dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de référence, déterminé selon le § 5.9, (-) ;
 $q_{v11,ref}$ le débit volumique mesuré de l'air extrait, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
 $q_{v22,ref}$ le débit volumique mesuré de l'air fourni, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
 $q_{v,ser}$ le débit volumique pour lequel le rendement thermique calculé d'un groupe de traitement d'air de la même série est valable, déterminé selon le § 5.7 (m^3/h).

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

On détermine le NUT du groupe de traitement d'air de référence selon la méthode 1, NTU_{ref1} , pour un $\eta_{ahu,ref}$ donné. Cela se fait avec la formule suivante et de manière itérative jusqu'à ce que la déviation soit inférieure à 0,0001 :

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

avec :

NTU_{ref1} le NUT du groupe de traitement d'air de référence selon la méthode 1, (-) ;
 $\eta_{ahu,ref}$ le rendement thermique du groupe de traitement d'air de référence pour les débits volumiques $q_{v11,ref}$ et $q_{v22,ref}$, déterminé selon le § 5.3, (-).

5.5 Détermination de η_{ser2} (méthode 2)

On détermine le rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 2, η_{ser2} , comme suit :

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

avec :

NTU_{ser2} le NUT du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 2, tel que déterminé ci-dessous, (-).

On détermine le NUT du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 2, NTU_{ser2} , comme suit :

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

avec :

NTU_{ref2} le NUT du groupe de traitement d'air de référence selon la méthode 2, tel que déterminé ci-dessous, (-) ;
 S_{ser} la surface caractéristique d'échange thermique du groupe de traitement d'air de la même série, déterminée selon le § 5.8, en m^2 ;
 S_{ref} la surface caractéristique d'échange thermique du groupe de traitement d'air de référence, déterminée selon le § 5.8, en m^2 ;
 $n_{channels,ser}$ le nombre de canaux dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de la même série, déterminé selon le § 5.9, (-) ;
 $n_{channels,ref}$ le nombre de canaux dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de référence, déterminé selon le § 5.9, (-) ;
 $q_{v11,ref}$ le débit volumique mesuré de l'air extrait, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
 $q_{v22,ref}$ le débit volumique mesuré de l'air fourni, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
 $q_{v,ser}$ le débit volumique pour lequel le rendement thermique calculé d'un groupe de traitement d'air de la même série, en m^3/h , déterminé selon le § 5.7.

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

On détermine le NUT du groupe de traitement d'air de référence selon la méthode 2, NUT_{ser2} , comme suit :

$$\text{Eq. 18} \quad NTU_{ref2} = \frac{\eta_{ahu,ref}}{1 - \eta_{ahu,ref}} \quad (-)$$

avec :

$\eta_{ahu,ref}$ le rendement thermique du groupe de traitement d'air de référence pour les débits volumiques $q_{v11,ref}$ et $q_{v22,ref}$, déterminé selon le §5.3, (-).

5.6 Détermination de η_{ser3} (méthode 3)

On détermine le rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série selon la méthode 3, η_{ser3} , comme suit :

$$\text{Eq. 19} \quad \eta_{ser3} = c_f \cdot \eta_{ser,id} \quad (-)$$

avec :

c_f une correction du rendement thermique due à l'effet de la capacité thermique, déterminée au point 5.6.1, (-) ;

$\eta_{ser,id}$ la valeur idéale du rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série, déterminée au point 5.6.2, (-).

5.6.1 Correction pour la capacité thermique du matériau régénérateur

On détermine la correction pour la capacité thermique du matériau régénérateur, c_f , comme suit :

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

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

Dans le cas contraire :

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

où :

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

avec :

L_{ser} l'épaisseur du matériau régénérateur mesurée perpendiculairement à la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, en m ;

L_{ref} l'épaisseur du matériau régénérateur mesurée perpendiculairement à la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, en m ;

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

N_{ser}	la vitesse de rotation ou la fréquence de commutation du régénérateur dans le groupe de traitement d'air de la même série en tours par seconde, ou périodes par seconde ;
N_{ref}	la vitesse de rotation ou la fréquence de commutation du régénérateur dans le groupe de traitement d'air de référence en tours par seconde, ou périodes par seconde ;
ϕ^*	un paramètre qui prend en compte l'effet de la capacité calorifique volumique, déterminé selon 5.6.3, (-) ;
C_r^*	un paramètre qui tient compte de l'effet de la capacité thermique, (-) ;
C_{ref}	le rapport de la capacité thermique de la masse accumulatrice de chaleur de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence et de la capacité thermique associée au débit pour lequel la valeur $\eta_{ser,id}$ calculée est valable, comme déterminé au point 5.6.4, comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$A_{fr,ref}$	la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, c'est la surface de la projection de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur dans un plan perpendiculaire à l'écoulement à l'entrée, en m^2 ;
$A_{fr,ser}$	la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, c'est la surface de la projection de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur dans un plan perpendiculaire à l'écoulement à l'entrée, en m^2 ;
$Q_{v11,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air extrait, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
$Q_{v22,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air fourni, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
$Q_{v,ser}$	le débit pour lequel la valeur $\eta_{ser,id}$ calculée est valable, comme déterminé au point 5.6.4, en m^3/h .

La valeur par défaut de C_{ref} est de 2. C_{ref} peut également être déterminée précisément selon :

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

avec :

L_{ref}	l'épaisseur du matériau régénérateur mesurée perpendiculairement à la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, en m ;
$A_{fr,ref}$	la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, c'est la surface de la projection de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur dans un plan perpendiculaire à l'écoulement à l'entrée, en m^2 ;
σ_{ref}	la porosité de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, comme déterminée au point 5.6.3, (-) ;
$\rho_{w,ref}$	la densité du matériau régénérateur de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, en kg/m^3 ;
$C_{w,ref}$	la capacité thermique du matériau régénérateur de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, en $kJ/(kg.K)$;

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

N_{ref} la vitesse de rotation ou la fréquence de commutation du régénérateur dans le groupe de traitement d'air de référence en tours par seconde, ou périodes par seconde ;

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

5.6.2 Détermination de la valeur idéale du rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série

On détermine la valeur idéale du rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série, $\eta_{ser,id}$, comme suit :

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

avec :

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

où :

NTU_{ser}	le nombre d'unités de transfert du groupe de traitement d'air de la même série, (-) ;
NTU_{ref}	le nombre d'unités de transfert du groupe de traitement d'air de référence comme déterminé ci-dessous, (-) ;
$q_{v11,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air extrait, en m ³ /h, pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
$q_{v22,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air fourni, en m ³ /h, pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
$A_{fr,ref}$	la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, c'est la surface de la projection de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur dans un plan perpendiculaire à l'écoulement à l'entrée, en m ² ;
L_{ref}	l'épaisseur du matériau régénérateur mesurée perpendiculairement à la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, en m ;
$A_{fr,ser}$	la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, c'est la surface de la projection de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur dans un plan perpendiculaire à l'écoulement à l'entrée, en m ² ;
L_{ser}	l'épaisseur du matériau régénérateur mesurée perpendiculairement à la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, en m ;
$q_{v,ser}$	le débit pour lequel la valeur $\eta_{ser,id}$ calculée est valable, comme déterminé au point 5.6.4, en m ³ /h ;
β^*	le rapport de la densité de surface de l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de la même série et de la densité de surface de l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de référence, comme déterminé au point 5.6.3, (-) ;
D_h^*	un paramètre qui prend en compte l'effet du diamètre hydraulique sur le coefficient de transfert de chaleur, (-).

On détermine le NUT du groupe de traitement d'air de référence, NTU_{ref} , comme suit :

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

avec :

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

$\eta_{ahu,ref}$ le rendement thermique du groupe de traitement d'air de référence pour les débits volumiques $q_{v11,ref}$ et $q_{v22,ref}$, déterminé selon le § 5.3, (-).

5.6.3 Détermination des paramètres géométriques β^* et D_h^* et du paramètre matériel ϕ^*

On détermine les paramètres géométriques et le paramètre matériel comme suit :

- Si pour un régénérateur à plaques ondulées, la longueur des ondulations, l'amplitude des ondulations, l'épaisseur de la plaque et le matériau sont les mêmes, ou pour un régénérateur à plaques planes, si la distance entre les plaques, l'épaisseur de la plaque et le matériau sont les mêmes, alors :

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

- Dans le cas contraire, on a :

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

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

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

où :

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

et avec :

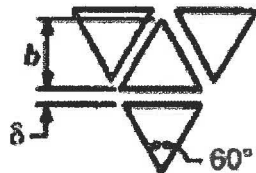
σ_{ser}	la porosité de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, comme déterminée ci-dessous, (-) ;
σ_{ref}	la porosité de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, comme déterminée ci-dessous, (-) ;
$C_{w,ser}$	la capacité thermique du matériau régénérateur de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, en kJ/(kg.K) ;
$C_{w,ref}$	la capacité thermique du matériau régénérateur de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, en kJ/(kg.K) ;
$\rho_{w,ser}$	la densité du matériau régénérateur de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, en kg/m ³ ;
$\rho_{w,ref}$	la densité du matériau régénérateur de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, en kg/m ³ ;
β_{ser}	la densité de surface de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, comme déterminée ci-dessous, en m ² /m ³ ;
β_{ref}	la densité de surface de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, comme déterminée ci-dessous, en m ² /m ³ ;
σ^*	le rapport de la porosité de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série et de la porosité de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, (-).

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

On détermine la porosité (fraction du volume occupée par l'air par rapport au volume total) et la densité de surface (surface d'un échangeur de chaleur par unité de volume) d'un échangeur de chaleur comme suit :

- pour un régénérateur avec plaques ondulées :

Figure [2] : représentation schématique des canaux pour un régénérateur à plaques ondulées



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

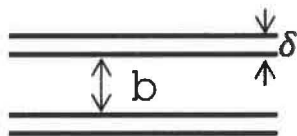
$$\text{Eq. 33} \quad \sigma_{\text{ser}} = \frac{4 \cdot b_{\text{ser}}^2}{(2 \cdot b_{\text{ser}} + 3 \cdot \delta_{\text{ser}})^2} \quad (-)$$

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

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

- pour un régénérateur à plaques planes :

Figure [3] : représentation schématique des canaux pour un régénérateur à plaques planes



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

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

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

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

avec :

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

b_{ref}	la hauteur d'un canal disponible pour l'écoulement dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de référence, en m (voir figures 2 et 3) ;
δ_{ref}	l'épaisseur du matériau de la plaque de l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de référence, en m (voir figures 2 et 3) ;
b_{ser}	la hauteur d'un canal disponible pour l'écoulement dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de la même série, en m (voir figures 2 et 3) ;
δ_{ser}	l'épaisseur du matériau de la plaque de l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de la même série, en m (voir figures 2 et 3).

5.6.4 Détermination du débit volumique pour lequel la valeur idéale calculée du rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série est valable

On détermine le débit volumique pour lequel la valeur idéale calculée du rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série est valable, comme suit :

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

avec :

$q_{v11,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air extrait, en m ³ /h, pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
$q_{v22,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air fourni, en m ³ /h, pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
$A_{fr,ref}$	la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, c'est la surface de la projection de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur dans un plan perpendiculaire à l'écoulement à l'entrée, en m ² ;
$A_{fr,ser}$	la surface frontale de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série, c'est la surface de la projection de l'enveloppe de l'échangeur de chaleur dans un plan perpendiculaire à l'écoulement à l'entrée, en m ² ;
σ^*	le rapport de la porosité de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série et de la porosité de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence, comme déterminé au point 5.6.3, (-).

5.7 Détermination du débit volumique pour lequel le rendement thermique calculé d'un groupe de traitement d'air de la même série est valable

On détermine le débit volumique pour lequel le rendement calculé du groupe de traitement d'air de la même série est valable, comme suit :

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

avec :

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

$Q_{v11,ser}$	le débit volumique de l'air extrait, pour lequel le rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série peut être utilisé, tel que déterminé ci-dessous, en m ³ /h ;
$Q_{v22,ser}$	le débit volumique de l'air fourni, pour lequel le rendement thermique du groupe de traitement d'air de la même série peut être utilisé, tel que déterminé ci-dessous, en m ³ /h ;

On détermine les débits volumiques comme suit :

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à courants croisés simple ou avec échangeur de chaleur à courants croisés double :

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

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

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à contre-courants et où $\frac{B_{ser}}{B_{ref}} \leq \frac{D_{ser}}{D_{ref}}$:

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

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

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à contre-courants et où $\frac{B_{ser}}{B_{ref}} > \frac{D_{ser}}{D_{ref}}$:

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

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

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur à roue ou régénérateur statique :

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

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

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

avec :

$Q_{v11,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air extrait, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
$Q_{v22,ref}$	le débit volumique mesuré de l'air fourni, en m^3/h , pour lequel le rendement thermique $\eta_{ahu,ref}$ est valable, déterminé selon le § 5.3 ;
A_{ser}	dimension caractéristique A de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (voir figures au § 5.10), en m ;
A_{ref}	dimension caractéristique A de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (voir figures au § 5.10), en m ;
B_{ser}	dimension caractéristique B de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (voir figures au § 5.10), en m ;
B_{ref}	dimension caractéristique B de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (voir figures au § 5.10), en m ;
D_{ser}	dimension caractéristique D de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (voir figures au § 5.10), en m ;
D_{ref}	dimension caractéristique D de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{11,ser}$	dimension caractéristique F_{11} (côté air extrait) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{11,ref}$	dimension caractéristique F_{11} (côté air extrait) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{22,ser}$	dimension caractéristique F_{22} (côté air fourni) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{22,ref}$	dimension caractéristique F_{22} (côté air fourni) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
G_{ser}	dimension caractéristique G de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (épaisseur de plaque, voir figures au § 5.10), en m ;
G_{ref}	dimension caractéristique G de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (épaisseur de plaque, voir figures au § 5.10), en m ;
$n_{channels,ser}$	le nombre de canaux dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de la même série, déterminé selon le § 5.5, (-) ;
$n_{channels,ref}$	le nombre de canaux dans l'échangeur de chaleur du groupe de traitement d'air de référence, déterminé selon le § 5.5, (-) ;

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

$S_{free, ser}$	la surface d'écoulement libre dans le groupe de traitement d'air de la même série, en m^2 ;
$S_{free, ref}$	la surface d'écoulement libre dans le groupe de traitement d'air de référence, en m^2 .

5.8 Détermination de la surface caractéristique d'échange thermique

On détermine la surface caractéristique d'échange thermique du groupe de traitement d'air de référence et d'un groupe de traitement d'air de la même série, S_{ref} et S_{ser} , comme suit :

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à courants croisés simple :

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

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

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à courants croisés double :

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

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

- pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à contre-courants :

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

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

avec :

A_{ref}	dimension caractéristique A de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (voir figures au § 5.10), en m ;
A_{ser}	dimension caractéristique A de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (voir figures au § 5.10), en m ;
B_{ref}	dimension caractéristique B de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (voir figures au § 5.10), en m ;
B_{ser}	dimension caractéristique B de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (voir figures au § 5.10), en m ;

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

E_{ref}	dimension caractéristique E de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (voir figures au § 5.10), en m ;
E_{ser}	dimension caractéristique E de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (voir figures au § 5.10), en m ;

5.9 Détermination du nombre de canaux

On détermine, pour un groupe de traitement d'air avec échangeur de chaleur à courants croisés simple ou double ou avec échangeur de chaleur à contre-courants, le nombre de canaux du groupe de traitement d'air de référence et d'un groupe de traitement d'air de la même série comme suit, le résultat étant arrondi à l'unité inférieure :

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

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

avec :

C_{ref}	dimension caractéristique C de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (voir figures au § 5.10), en m ;
C_{ser}	dimension caractéristique C de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{11,ref}$	dimension caractéristique F_{11} (côté air extrait) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{11,ser}$	dimension caractéristique F_{11} (côté air extrait) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{22,ref}$	dimension caractéristique F_{22} (côté air fourni) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
$F_{22,ser}$	dimension caractéristique F_{22} (côté air fourni) de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (distance cœur-cœur, voir figures au § 5.10), en m ;
G_{ref}	dimension caractéristique G de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de référence (épaisseur de plaque, voir figures au § 5.10), en m ;
G_{ser}	dimension caractéristique G de l'échangeur de chaleur dans le groupe de traitement d'air de la même série (épaisseur de plaque, voir figures au § 5.10), en m ;

5.10 Figures à titre d'illustration

Figure [4] : Echangeur de chaleur à courants croisés simple

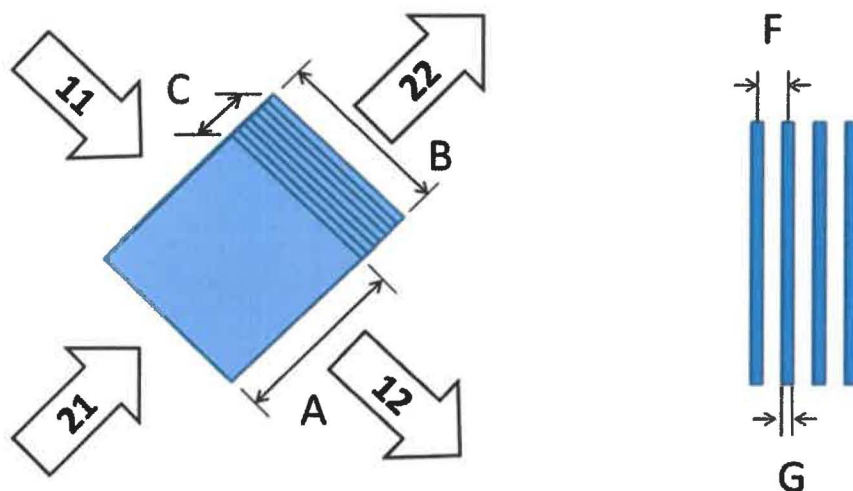


Figure [5] : Echangeur de chaleur à courants croisés double

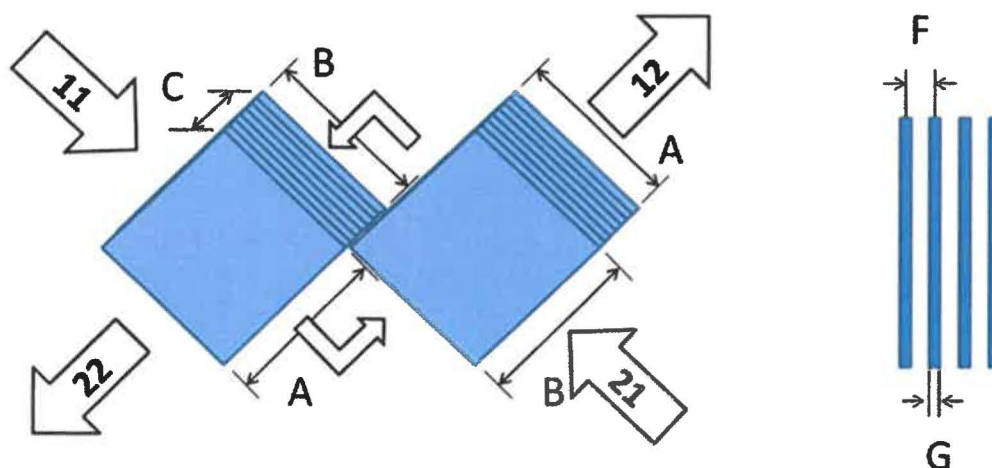
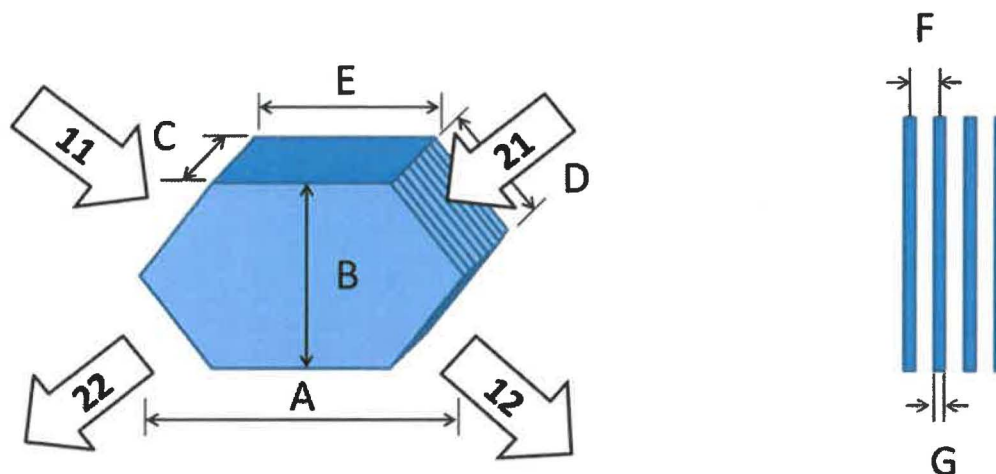


Figure [6] : Echangeur de chaleur à contre-courants



Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

6 Mesure et calcul

Le rendement thermique d'un groupe de traitement, $\eta_{ahu, test}$, est calculé selon le § 6.2.1, sur base des résultats d'un essai selon le § 6.1.1.

Le rendement thermique d'un échangeur de chaleur, $\eta_{hx, test}$, est calculé selon le § 6.2.2, sur base des résultats d'un essai selon le § 6.1.2.

Le débit volumique de l'essai, $q_{v, test}$, est défini comme le plus petit des débits volumiques de l'air extrait ($q_{v11, test}$) et de l'air fourni ($q_{v22, test}$) lors de l'essai selon le § 6.1.1 ou 6.1.2.

6.1 Mesure

6.1.1 Groupe de traitement d'air

L'essai peut être réalisé, au choix, selon la norme NBN EN 308, de la norme NBN EN 13141-7 ou de la norme NBN EN 13141-8, en tenant compte des spécifications supplémentaires du, respectivement, § 6.1.1.1 et § 6.1.1.2.

Le rapport d'essai doit contenir au moins les données de mesure suivantes :

- les températures mesurées à toutes les entrées et sorties du groupe de traitement d'air : la température de l'air neuf (t_{21}), de l'air fourni (t_{22}), de l'air extrait (t_{11}) et de l'air rejeté (t_{12}), en °C ¹;
- les débits volumiques mesurés de l'air fourni ($q_{v22, test}$) et de l'air extrait ($q_{v11, test}$), en m³/h ;
- la puissance électrique totale mesurée, absorbée par le groupe de traitement d'air lors de l'essai ($P_{elec, ahu, test}$), en W. Il s'agit de la puissance électrique totale de l'appareil complet y inclus tous les ventilateurs, tous les réglages, etc... ;
- la position des ventilateurs par rapport à l'échangeur de chaleur dans l'appareil testé.

6.1.1.1 Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 308

L'essai doit être réalisé conformément aux conditions de mesure des § 5.5 et § 6.4 de la norme NBN EN 308, à l'exception des points suivants.

- L'essai doit être réalisé sur le groupe de traitement d'air complet (y compris châssis, ventilateurs, etc.), non modifié. Ainsi, on ne peut par exemple pas ajouter de l'isolation thermique pour l'essai.
- Il n'y a pas d'exigence concernant le bilan thermique (cf. § 6.6 de la norme NBN EN 308).
- Il n'y a pas d'exigences concernant les fuites internes et externes.
- Il n'est pas exigé que l'essai soit réalisé pour les différentes combinaisons de débits d'air fourni et d'air extrait, tel que décrit dans la norme, mais bien :

¹ Remarque : pour la température, le symbole t est utilisé dans la norme NBN EN 308 et le symbole θ dans la norme NBN EN 13141-7 et la norme NBN EN 13141-8.

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

- pour un ou plusieurs débits au choix. A chaque rendement thermique correspondent les débits volumiques d'essai ($q_{v11, test}$ et $q_{v22, test}$), qui limitent le champ d'application (voir § 4 et § 5) ;
- de préférence, avec un équilibre entre les débits volumiques de l'air fourni et de l'air extrait.
- Lors de l'essai, on considère les conditions de température d'air telles que fixées dans le tableau ci-dessous, extrait de la norme NBN EN 308. On peut déroger à ce tableau sous les conditions suivantes :
 - pour autant qu'on maintienne une différence de température de 20°C, selon la norme EN 308, entre la température d'entrée de l'air extrait et celle de l'air fourni, la température de l'air extrait peut varier entre 21°C et 31°C et la température de l'air fourni peut varier entre 1°C et 11°C.
 - l'humidité relative de l'air extrait peut être comprise entre 0 et 50%.
 - ces écarts par rapport aux conditions fixées dans le tableau sont uniquement autorisés pour autant qu'il puisse être démontré qu'il n'y a pas d'évacuation ou d'accumulation de condensat liquide pendant le test. Trois conditions suffisantes existent, il faut satisfaire au moins une de ces conditions pour pouvoir déroger au tableau.
 - La température du point de rosée est identique à l'entrée et la sortie, tant pour l'air fourni que pour l'air extrait.
 - La température de point de rosée à l'entrée de l'air extrait (position 11) est supérieure à la température de bulbe sec à l'entrée de l'air fourni (position 21).
 - Il est explicitement mentionné dans le rapport de mesure que l'on considère un point de fonctionnement avec uniquement échange de chaleur sensible.

Tableau [2] : Conditions d'entrée pour l'air extrait et l'air neuf.

Catégorie de groupe de traitement d'air (voir définitions dans NBN EN 308)	I II IIIa	IIIb
Température de l'air extrait	25°C	25°C
Température humide de l'air extrait	< 14°C	18°C
Température de l'air neuf	5°C	5°C
Température humide de l'air neuf	-	3°C

6.1.1.2 Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 13141-7 ou selon la norme NBN EN 13141-8

L'essai doit être réalisé conformément aux conditions de la norme NBN EN 13141-7 ou de la norme NBN EN 13141-8, pour les conditions de température du test 1.

6.1.2 Echangeur de chaleur

L'essai doit être réalisé selon la NBN EN 308 en tenant compte des spécifications supplémentaires du § 6.1.2.1.

Le rapport d'essai doit contenir au moins les données de mesure suivantes :

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

- les températures mesurées à toutes les entrées et sorties de l'échangeur de chaleur : la température de l'air neuf (t_{21}), de l'air fourni (t_{22}), de l'air extrait (t_{11}) et de l'air rejeté (t_{12}), en °C ;
- les débits volumiques mesurés de l'air fourni ($q_{v22,test}$) et de l'air extrait ($q_{v11,test}$), en m³/h.

6.1.2.1 Spécifications lors d'un essai selon la norme NBN EN 308

L'essai doit être réalisé conformément aux critères de mesure des § 5.5 et § 6.4 de la norme NBN EN 308, à l'exception des points suivants :

- Il n'y a pas d'exigence concernant le bilan thermique (cf. § 6.6 de la norme NBN EN 308).
- Il n'y a pas d'exigence concernant les fuites internes et externes.
- Il n'est pas exigé que l'essai soit réalisé pour les différentes combinaisons de débits d'air fourni et d'air extrait, tel que décrit dans la norme, mais bien :
 - pour un ou plusieurs débits au choix. A chaque rendement thermique correspondent les débits volumiques d'essai ($q_{v11,test}$ et $q_{v22,test}$), qui limitent le champ d'application (voir § 4 et § 5) ;
 - de préférence, avec un équilibre entre les débits volumiques de l'air fourni et de l'air extrait.
- Lors de l'essai, on considère les conditions de température d'air telles que fixées dans le tableau ci-dessous, extrait de la norme NBN EN 308. On peut déroger à ce tableau sous les conditions suivantes :
 - pour autant qu'on maintienne une différence de température de 20°C, selon la norme EN 308, entre la température d'entrée de l'air extrait et celle de l'air fourni, la température de l'air extrait peut varier entre 21°C et 31°C et la température de l'air fourni peut varier entre 1°C et 11°C.
 - l'humidité relative de l'air extrait peut être comprise entre 0 et 50%.
 - ces écarts par rapport aux conditions fixées dans le tableau sont uniquement autorisés pour autant qu'il puisse être démontré qu'il n'y a pas d'évacuation ou d'accumulation de condensat liquide pendant le test. Trois conditions suffisantes existent, il faut satisfaire au moins une de ces conditions pour pouvoir déroger au tableau.
 - La température du point de rosée est identique à l'entrée et la sortie, tant pour l'air fourni que pour l'air extrait.
 - La température de point de rosée à l'entrée de l'air extrait (position 11) est supérieure à la température de bulbe sec à l'entrée de l'air fourni (position 21).
 - Il est explicitement mentionné dans le rapport de mesure que l'on considère un point de fonctionnement avec uniquement échange de chaleur sensible.

Tableau [3] : Conditions d'entrée pour l'air extrait et l'air neuf.

Catégorie de groupe de traitement d'air auquel est destiné l'échangeur de chaleur	I	II
	IIIa	IIIb
Température de l'air extrait	25°C	25°C
Température humide de l'air extrait	< 14°C	18°C
Température de l'air neuf	5°C	5°C

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

Température humide de l'air neuf		3°C
----------------------------------	--	-----

6.2 Calcul

6.2.1 Groupe de traitement d'air

Le rendement thermique d'un groupe de traitement d'air est déterminé comme suit :

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

Les rapports de température côté air fourni ($\eta_{\text{ahu,test,sup}}$) et côté air extrait ($\eta_{\text{ahu,test,eha}}$) sont calculés avec les températures mesurées lors de l'essai et, par convention, sont corrigés comme suit pour la chaleur provenant de la consommation d'énergie électrique :

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

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

Les différences de température correspondant à la position des ventilateurs doivent être calculées par convention selon l'une des 4 configurations du tableau ci-dessous :

Tableau [4] : Facteurs de correction pour la position des ventilateurs

		Ventilateur d'évacuation	
		En position air extrait (11)	En position air rejeté (12)
Ventilateur d'alimentation	En position air neuf (21)	$\Delta t_{11} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v11,\text{test}}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22,\text{test}}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v11,\text{test}}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22,\text{test}}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	En position air fourni (22)	$\Delta t_{11} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v11,\text{test}}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22,\text{test}}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v11,\text{test}}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22,\text{test}}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$

Annexe 5 - Spécification pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

6.2.2 Echangeur de chaleur

Le rendement thermique d'un échangeur de chaleur est déterminé comme suit :

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

Les rapports de température côté air fourni ($\eta_{\text{hx,test,sup}}$) et côté air extrait ($\eta_{\text{hx,test,eha}}$) sont calculés avec les températures mesurées lors de l'essai :

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

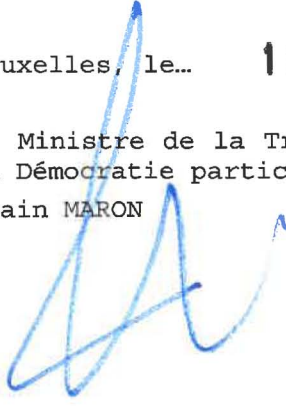
$$\text{Eq. 63} \quad \eta_{\text{hx,test,eha}} = \frac{t_{11} - t_{12}}{t_{11} - t_{21}} \quad (-)$$

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel portant exécution des annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments et portant exécution de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Bruxelles, le... **10 DEC. 2020**

Le Ministre de la Transition climatique, de l'Environnement, de l'Energie et de la Démocratie participative

Alain MARON



Bijlage 5 - 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	16
5.9	Bepaling van het aantal kanalen	17
5.10	Figuren ter verduidelijking	19
6	METING EN BEREKENING.....	21
6.1	Meting	21
6.1.1	Luchtbehandelingsgroep.....	21
6.1.2	Warmtewisselaar.....	23
6.2	Berekening	24
6.2.1	Luchtbehandelingsgroep.....	24
6.2.2	Warmtewisselaar.....	25

Bijlage 5 - 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 bepalingsmethoden 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 warmtewiel.

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

- **Statische regenerator:** regeneratieve warmtewisselaar onder de vorm van twee gescheiden accumulators 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 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

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

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

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

ofwel:

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

Indien $q_{v,\text{proj}} > 1,56 \cdot q_{v,\text{test}}$ 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;
$q_{v,\text{test}}$	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 $q_{v,\text{test}}$, (-);
$\eta_{\text{hx,test}}$	het thermisch rendement van de warmtewisselaar uit de proef volgens § 6, bij het volumedebiet $q_{v,\text{test}}$, (-).

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

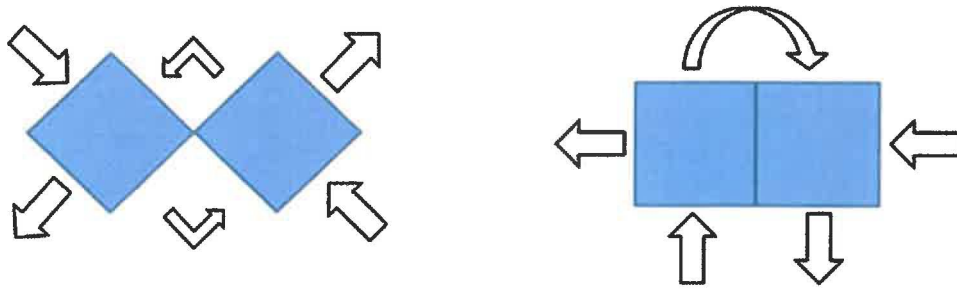
Het thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie kan berekend worden op basis van het thermisch rendement van een referentieluchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie volgens de volgende voorwaarden en bepalingsmethode.

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, warmtwiel 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 5 - 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 5.9).

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 5 - 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:

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

- voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar:

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

- 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:

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

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$\eta_{hx, test}$ 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:

$$\text{Eq. 15} \quad \eta_{ahu, ref} = 1 - \exp\left[NTU_{ref1}^{0.22} \cdot \left\{ \exp(-NTU_{ref1}^{0.78}) - 1 \right\}\right] \quad (-)$$

met:

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

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:

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

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:

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

met:

NTU_{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 ;

$n_{channels,ser}$ 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, in m^3/h , bepaald volgens § 5.7

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

$$\text{Eq. 18} \quad NTU_{ref2} = \frac{\eta_{ahu,ref}}{1 - \eta_{ahu,ref}} \quad (-)$$

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 η_{ser3} (methode 3)

Bepaal het thermisch rendement van de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie bepaald volgens methode 3, η_{ser3} , als volgt:

$$\text{Eq. 19} \quad \eta_{ser3} = C_f \cdot \eta_{ser,id} \quad (-)$$

met:

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

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

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

In het andere geval geldt:

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

waarin:

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

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;

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, (-);

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

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 5 - 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:

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

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 5 - 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:

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

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

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

waarin:

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

en met:

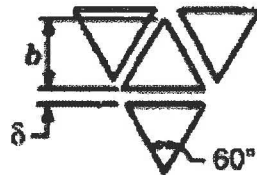
σ_{ser}	de porositeit van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, zoals hieronder bepaald, (-);
σ_{ref}	de porositeit van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals hieronder bepaald, (-);
$c_{w,\text{ser}}$	de warmtecapaciteit van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in kJ/(kg.K);
$c_{w,\text{ref}}$	de warmtecapaciteit van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in kJ/(kg.K);
$\rho_{w,\text{ser}}$	de dichtheid van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, in kg/m ³ ;
$\rho_{w,\text{ref}}$	de dichtheid van het regeneratormateriaal bij de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, in kg/m ³ ;
β_{ser}	de oppervlaktedichtheid van de warmtewisselaar in de luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie, zoals hieronder bepaald, in m ² /m ³ ;
β_{ref}	de oppervlaktedichtheid van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep, zoals hieronder bepaald, in m ² /m ³ ;
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 5 - 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



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

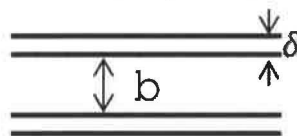
$$\text{Eq. 33} \quad \sigma_{\text{ser}} = \frac{4 \cdot b_{\text{ser}}^2}{(2 \cdot b_{\text{ser}} + 3 \cdot \delta_{\text{ser}})^2} \quad (-)$$

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

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

- 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:

b_{ref} de hoogte van een kanaal beschikbaar voor de stroming in de warmtewisselaar van de referentieluchtbehandelingsgroep, in m (zie figuren 2 en 3);

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

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;
$q_{v22,ser}$	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.

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

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:

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

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

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;

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

$Q_{v22,ref}$	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 .

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:

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

Eq. 50 $S_{ref} = A_{ref} \cdot B_{ref}$ (m²)

Eq. 51 $S_{ser} = A_{ser} \cdot B_{ser}$ (m²)

- voor een luchtbehandelingsgroep met een dubbele kruisstroomwarmtewisselaar:

Eq. 52 $S_{ref} = 2 \cdot A_{ref} \cdot B_{ref}$ (m²)

Eq. 53 $S_{ser} = 2 \cdot A_{ser} \cdot B_{ser}$ (m²)

- voor een luchtbehandelingsgroep met een tegenstroomwarmtewisselaar:

Eq. 54 $S_{ref} = B_{ref} \cdot E_{ref} + \frac{(A_{ref} - E_{ref}) \cdot B_{ref}}{2}$ (m²)

Eq. 55 $S_{ser} = B_{ser} \cdot E_{ser} + \frac{(A_{ser} - E_{ser}) \cdot B_{ser}}{2}$ (m²)

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.

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:

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

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

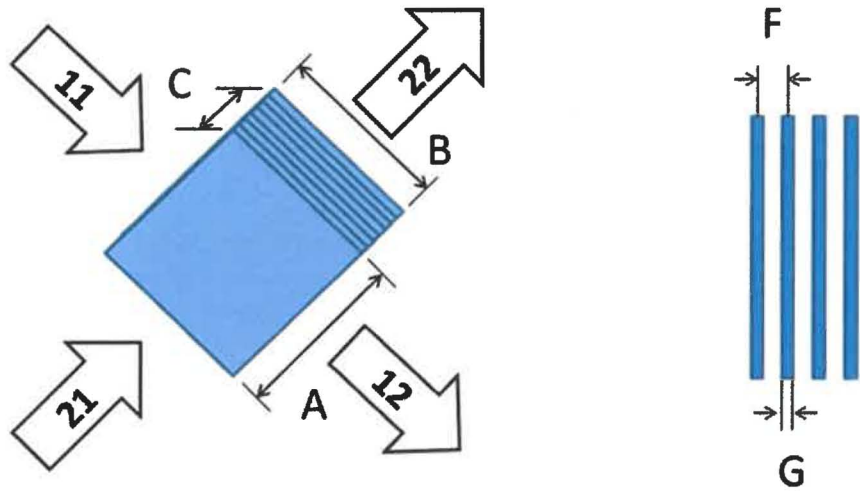
Eq. 57 $\eta_{\text{channels,ser}} = \frac{(C_{\text{ser}} - G_{\text{ser}})}{(F_{11,\text{ser}} + F_{22,\text{ser}})} \quad (-)$

met:

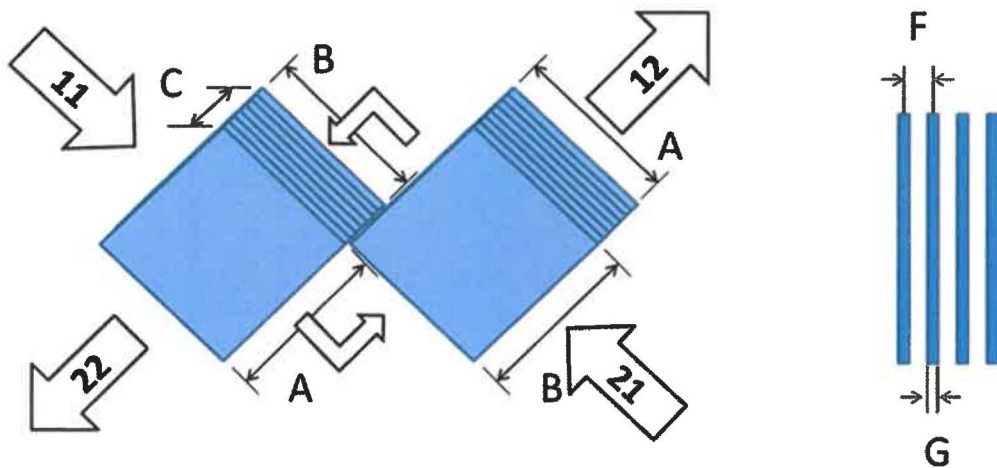
C_{ref}	karakteristieke afmeting C van de warmtewisselaar in de referentieluchtbehandelingsgroep (zie figuren in § 5.10), in m;
C_{ser}	karakteristieke afmeting C van de warmtewisselaar in een luchtbehandelingsgroep uit dezelfde serie (zie figuren in § 5.10), in m;
$F_{11,\text{ref}}$	karakteristieke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

5.10 Figuren ter verduidelijking

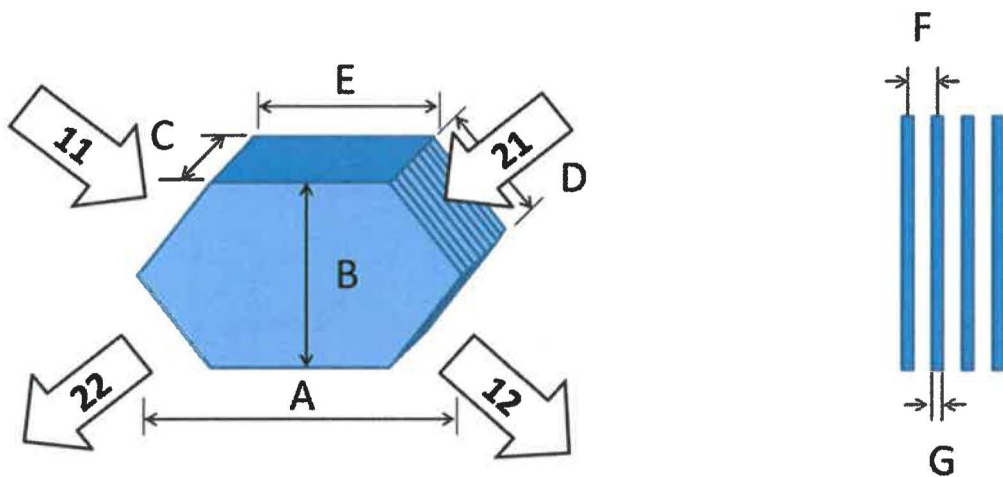
Figuur [4]: Enkelvoudige kruisstroomwarmtewisselaar



Figuur [5]: Dubbele kruisstroomwarmtewisselaar



Figuur [6]: Tegenstroomwarmtewisselaar



6 Meting en berekening

Het thermisch rendement van een luchtbehandelingsgroep, $\eta_{ahu,test}$, wordt berekend volgens § 6.2.1 op basis van de resultaten van een proef volgens § 6.1.1.

Het thermisch rendement van een warmtewisselaar, $\eta_{hx,test}$, wordt berekend volgens § 6.2.2 op basis van de resultaten van een proef volgens § 6.1.2.

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.

6.1 Meting

6.1.1 Luchtbehandelingsgroep

De proef moet uitgevoerd worden, naar keuze volgens de norm NBN EN 308, de norm NBN EN 13414-7 of de norm NBN EN 13141-8, rekening houdend met de bijkomende specificaties van respectievelijk § 6.1.1.1 en § 6.1.1.2.

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 °C¹;
- 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.

6.1.1.1 Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 308

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:

¹ Opmerking: voor de temperatuur wordt het symbool t gebruikt in de norm NBN EN 308, terwijl in de norm NBN EN 13141-7 en de norm NBN EN 13141-8 het symbool θ wordt gebruikt.

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

- 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.

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

6.1.1.2 Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 13141-7 of de norm NBN EN 13141-8

De proef moet uitgevoerd worden overeenkomstig de vereisten van de norm NBN EN 13141-7 of NBN EN 13141-8, voor de temperatuurcondities van test 1.

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

6.1.2 Warmtewisselaar

De proef moet uitgevoerd worden volgens de norm NBN EN 308, rekening houdend met de bijkomende specificaties van § 6.1.2.1.

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.

6.1.2.1 Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 308

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 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.

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

Categorie van luchtbehandelingsgroep waarvoor de warmtewisselaar bestemd is	I	IIIb
	II	
	IIIa	

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

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

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 toevoerzijde ($\eta_{\text{ahu,test,sup}}$) en langs de afvoerzijde ($\eta_{\text{ahu,test,eha}}$) 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:

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

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

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)	$\Delta t_{11} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v11,\text{test}}}$	$\Delta t_{12} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v11,\text{test}}}$
		$\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22,\text{test}}}$	$\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{elec,ahu,test}}}{0,34 \cdot q_{v22,\text{test}}}$
		$\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$

Bijlage 5 - Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat

	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:

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

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

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit houdende uitvoering van bijlagen XXI en XXII 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 en houdende uitvoering van 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

10 DEC. 2020

Brussel, ...

De Minister van Klimaattransitie, Leefmilieu, Energie en Participatieve democratie

Alain MARON

REGION DE BRUXELLES-CAPITALE
Arrêté ministériel

Projet d'arrêté ministériel portant exécution des annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments et portant exécution de l' Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Le Ministre en charge de l'énergie,

Vu l'Ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie, l'article 2.2.2, §§ 1 et 3 ;

Vu l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments, les paragraphes 7.8.6, 7.8.9, 9.2.1, 9.3.1 , 10.2.2, 10.2.3.2.4, 10.3.2, 10.3.3.4.2, 14.3, 14.4 et l'annexe G, alinéa 3 de l'annexe XXI, et les paragraphes 6.1, 7.2.1 et l'annexe C points 2.10 et 3.2 de l'annexe XXII, insérées par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du **XX/XX/2020** portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie ;

Vu l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie, l'article 6, alinéa 3 inséré par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du **XX/XX/2020** portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie ;

Vu l'avis du Conseil de l'Environnement de la Région de Bruxelles-Capitale, donné le 6 novembre 2020 ;

BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST
Ministerieel besluit

Ontwerp van ministerieel besluit houdende uitvoering van bijlagen XXI en XXII 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 en houdende uitvoering van 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

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 en 3;

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, de paragrafen 7.8.6, 7.8.9, 9.2.1, 9.3.1, 10.2.2, 10.2.3.2.4, 10.3.2, 10.3.3.4.2, 14.3, 14.4 en bijlage G, lid 3 van bijlage XXI, en de paragrafen 6.1, 7.2.1 en bijlage C punten 2.10 et 3.2 van bijlage XXII, ingevoegd door het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van **XX/XX/2020** houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de Ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing ;

Gelet op 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, artikel 6, derde lid ingevoegd door het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van **XX/XX/2020** houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de Ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing;

Gelet op het advies van de Raad voor het Leefmilieu van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gegeven op 6 november 2020;

Vu l'avis **XXXX** du Conseil d'Etat, donné le **XXX**, en application de l'article 84, § 1^{er}, alinéa 1^{er}, 2^o, des lois sur le Conseil d'Etat, coordonnées le 12 janvier 1973 ;

Vu le test égalité des chances, comme défini par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 22 novembre 2018 portant exécution de l'ordonnance du 4 octobre 2018 tenant à l'introduction du test égalité des chances, réalisé le 6 octobre 2020;

Considérant l'arrêté ministériel du 6 mai 2014 portant exécution des annexes V, IX et X de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments ;

Considérant l'arrêté ministériel du 9 novembre 2017 portant modification et exécution des annexes XII et XIII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments ;

Considérant l'arrêté ministériel du 18 janvier 2019 portant exécution des annexes V, XVII et XVIII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments ;

Considérant que le présent arrêté précise les spécifications aux méthodes de calcul PER et PEN fixées dans les annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007, ces annexes étant applicables à partir du 1^{er} janvier 2021 ;

Considérant qu'il est nécessaire que ces spécifications soient en vigueur au 1^{er} janvier 2021 pour être applicables au même moment que les annexes XXI et XXII;

Considérant que l'application de ces spécifications permet au déclarant d'utiliser les méthodes de calcul plus facilement;

ARRETE:

Chapitre 1. Définition

Article 1

Pour l'application du présent arrêté, on entend par :

1° « Arrêté ministériel du 6 mai 2014 » : l'arrêté ministériel du 6 mai 2014 portant exécution des annexes V, IX et X de l'arrêté du Gouvernement de la

Gelet op het advies **XXX** van de Raad van State, gegeven op **XXX** met toepassing van artikel 84, § 1, eerste lid, 2°, van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

Gezien de gelijke kansentest, zoals bepaald in het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering tot uitvoering van de ordonnantie van 4 oktober 2018 tot invoering van de gelijke kansentest, uitgevoerd op 6 oktober 2020;

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 het ministerieel besluit van 9 november 2017 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;

Overwegende het ministerieel besluit van 18 januari 2019 houdende uitvoering van bijlagen V, XVII en XVIII 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 de specificaties bepaalt aan de berekeningsmethodes EPW en EPN zoals vastgelegd in de bijlage XXI en XXII van het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007, deze bijlagen van toepassing zijnde vanaf 1 januari 2021;

Overwegende dat het noodzakelijk is dat deze specificaties op 1 januari 2021 in werking treden om van toepassing te zijn op hetzelfde ogenblik als de bijlagen XXI en XXII;

Overwegende dat de toepassing van deze specificaties tot een gemakkelijker gebruik van de berekeningsmethodes voor de aangever leidt;

BESLUIT:

Hoofdstuk 1. Definitie

Artikel 1

Voor de toepassing van dit besluit moet worden verstaan onder:

1° "Ministerieel besluit van 6 mei 2014" : het ministerieel besluit van 6 mei 2014 houdende uitvoering van

Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments, tel que modifié par l'arrêté ministériel du 21 décembre 2016 ;

2° « Arrêté ministériel du 9 novembre 2017 » : l'arrêté ministériel du 9 novembre 2017 portant modification et exécution des annexes XII et XIII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments.

3° « Arrêté ministériel du 18 janvier 2019 » : l'arrêté ministériel du 18 janvier 2019 portant exécution des annexes V, XVII et XVIII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments.

Chapitre 2. Spécifications relatives aux méthodes de calcul fixées dans les annexes XXI et XXII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments et relatives à l'article 5, alinéa 3 de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 26 janvier 2017 établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie

Art. 2

Les facteurs de réduction pour la récupération de chaleur de l'évacuation d'eau de douche sont déterminés selon les règles spécifiées à l'annexe 1 de l'arrêté ministériel du 6 mai 2014.

Art. 3

Les spécifications concernant les mesures d'étanchéité à l'air sont déterminées selon les règles spécifiées à l'annexe 1 de l'arrêté ministériel du 9 novembre 2017.

Art. 4

§1. Dans les unités PEB habitations individuelles, les facteurs de réduction pour la ventilation pour les systèmes de ventilation à la demande sont déterminés selon les règles spécifiées à l'annexe 1 du présent arrêté.

§2. Dans les unités PEB non-résidentielles, les facteurs de réduction pour la ventilation pour les systèmes de ventilation à la demande sont déterminés selon les règles spécifiées à l'annexe 5 de l'arrêté

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;

2° "Ministerieel besluit van 9 november 2017": het ministerieel besluit van 9 november 2017 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.

3° "Ministerieel besluit van 18 januari 2019": het ministerieel besluit van 18 januari 2019 houdende uitvoering van bijlagen V, XVII en XVIII 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.

Hoofdstuk 3. Specificaties betreffende de berekeningsmethodes vastgelegd in de bijlagen XXI en XXII 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 en betreffende artikel 5, derde lid van 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

Art. 2

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. 3

De specificaties met betrekking tot de luchtdichtheidsmeting worden bepaald volgens de in bijlage 1 van het ministerieel besluit van 9 november 2017 gespecificeerde regels.

Art. 4

§1. In de EPB-wooneenheden worden de reductiefactoren voor ventilatie voor vraaggestuurde systemen bepaald volgens de in bijlage 1 van dit besluit 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.

ministériel du 6 mai 2014.

Art. 5

Dans les unités PEB habitations individuelles, l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive est déterminée selon les règles spécifiées en [annexe 2](#) du présent arrêté pour la version francophone et selon les règles spécifiées en annexe 2 de l'arrêté ministériel du 18 janvier 2019 pour la version néerlandophone.

Art. 6

Le rendement d'un système dit "combilus" dans le cadre de la réglementation PEB est calculé selon les spécifications déterminées en [annexe 3](#) du présent arrêté.

Art. 7

La performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe dans le cadre de la réglementation PEB est déterminée selon les règles spécifiées en [annexe 4](#) du présent arrêté.

Art. 8

Dans les unités PEB, le coefficient de performance (COPtest) et le facteur de performance saisonnière moyen (SPF) pour les pompes à chaleur à détente directe et les pompes à chaleur qui utilisent l'eau de surface, des égouts ou de l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées comme source de chaleur, sont calculés selon les règles spécifiées à l'annexe 5 de l'arrêté ministériel du 18 janvier 2019.

Art. 9

Dans les unités PEB habitations individuelles, la mesure, in situ, de la puissance électrique des ventilateurs dans le cadre de la réglementation PEB est prise en suivant les règles spécifiées à l'annexe 4 de l'arrêté ministériel du 9 novembre 2017.

Art. 10

La méthode de calcul pour le pré-refroidissement de l'air de ventilation avec un échangeur de chaleur solaire est définie selon les règles spécifiées à l'annexe 5 de l'arrêté ministériel du 9 novembre 2017.

Art. 11

Dans les unités PEB habitations individuelles, le rendement thermique d'un récupérateur de chaleur est calculé selon les règles spécifiées à l'[annexe 5](#) du présent arrêté.

Art. 12

La variable auxiliaire L dans les unités PEB non-résidentielles peut être déterminée au moyen de calculs détaillés dont les spécifications et la procédure

Art. 5

In de EPB-wooneenheden wordt de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving bepaald volgens de in [bijlage 2](#) van dit besluit gespecificeerde regels voor de Franse versie en volgens de in bijlage 2 van het ministeriele besluit van 18 januari 2019 gespecificeerde regels voor de Nederlandse versie.

Art. 6

Het rendement voor een systeem genaamd "combilus" in het kader van de EPB-reglementering wordt berekend volgens de in [bijlage 3](#) van dit besluit bepaalde specificaties.

Art. 7

De energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering in het kader van de EPB-reglementering wordt bepaald volgens de in [bijlage 4](#) van dit besluit gespecificeerde regels.

Art. 8

In de EPB-eeenheden worden de prestatiecoëfficiënt (COPtest) 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 gespecificeerde regels in bijlage 5 van Ministerieel besluit van 18 januari 2019.

Art. 9

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 het ministeriele besluit van 9 november 2017 gespecificeerde regels.

Art. 10

De rekenmethode voor de verkoeling van ventilatielucht met een aarde-lucht warmtewisselaar wordt gedefinieerd volgens de in bijlage 5 van het ministeriele besluit van 9 november 2017 gespecificeerde regels.

Art. 11

In de EPB-wooneenheden wordt het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat berekend volgens de in [bijlage 5](#) van dit besluit gespecificeerde regels.

Art. 12

De hulpvariabele L in de niet-residentiële EPB-eeenheden kan door middel van gedetailleerde

de reconnaissance du logiciel de calcul d'éclairage sont celles de l'article 6 de l'arrêté ministériel du 6 mai 2014.

berekeningen bepaald worden. De specificaties en de erkenningsprocedure van het rekenprogramma voor verlichting worden deze van artikel 6 van het ministeriele besluit van 6 mei 2014.

Chapitre 3. Disposition finale

Art. 13

Le présent arrêté entre en vigueur le 1^{er} janvier 2021.

Bruxelles, le

10 DEC. 2020

Le Ministre de la Transition climatique, de l'Environnement, de l'Energie et de la Démocratie participative

Hoofdstuk 3. Eindbepaling

Art. 13

Dit besluit treedt in werking op 1 januari 2021.

Brussel,

10 DEC. 2020

De Minister van Klimaattransitie, Leefmilieu, Energie en Participatieve democratie



Alain MARON

Annexe 1 – Détermination des facteurs de réduction pour la ventilation (pour les systèmes de ventilation à la demande) dans les bâtiments résidentiels (PER)

Bijlage 1 – Bepaling van de reductiefactoren voor ventilatie (voor vraaggestuurde systemen) in residentiële gebouwen (EPW)

Annexe 2 – Règles pour déterminer l'accessibilité depuis l'extérieur d'une ouverture de ventilation intensive

Annexe 3 – Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

Bijlage 3 – Inrekening van een combilus in het kader van de energieprestatieregelgeving

Annexe 4 – Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Annexe 5 – Spécifications pour la détermination du rendement thermique d'un appareil de récupérateur de chaleur

Bijlage 5 – Specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat