

REGION DE BRUXELLES-CAPITALE
Arrêté ministérielRAAD VAN STATE
WETGEVING**BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST**
Ministerieel besluit

Projet d'arrêté ministériel 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 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 ;

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 2, 3.1.2 et 3.2 de l'annexe V remplacée par l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 5 mai 2011 portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 7 juin 2007 relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments, les paragraphes 7.3, 7.8.4, 7.8.6, 7.8.9, 9.2.1, 9.3.1, 9.3.2.2, 10.2.2, 10.2.3.2.4, 10.2.3.3, 10.3.2, 10.3.3.4.2, 11.2.3.1.2, l'annexe B, point 3.1, et l'annexe G, alinéa 3 de l'annexe XVII, et les paragraphes 5.6.2.1, 5.6.2.2, 5.6.3.2, 5.6.3.3, 5.10, 6.1, 7.2.1, 7.6, 9.3.1.2.2, l'annexe B, point 1 et l'annexe C points 2.10 et 3.2 de l'annexe XVIII, insérées par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 22 novembre 2018 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 5, alinéa 3 inséré par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 22 novembre 2018 portant modification de divers arrêtés d'exécution de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code

Ontwerp van ministerieel besluit 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 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;

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 2, 3.1.2 en 3.2 van bijlage V vervangen door het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 5 mei 2011 houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de ordonnantie van 7 juni 2007 betreffende de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen, de paragrafen 7.3, 7.8.4, 7.8.6, 7.8.9, 9.2.1, 9.3.1, 9.3.2.2, 10.2.2, 10.2.3.2.4, 10.2.3.3, 10.3.2, 10.3.3.4.2, 11.2.3.1.2, bijlage B, punt 3.1, en bijlage G, lid 3 van bijlage XVII, en de paragrafen 5.6.2.1, 5.6.2.2, 5.6.3.2, 5.6.3.3, 5.10, 6.1, 7.2.1, 7.6, 9.3.1.2.2, bijlage B, punt 1 en bijlage C punten 2.10 en 3.2 van bijlage XVIII, ingevoegd door het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 22 november 2018 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 5, derde lid ingevoegd door het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 22 november 2018 houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de Ordonnantie van

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 14 novembre 2018;

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 genre sur la situation respective des femmes et des hommes, comme défini par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 24 avril 2014 portant exécution de l'ordonnance du 29 mars 2012 portant intégration de la dimension de genre dans les lignes politiques de la Région de Bruxelles-Capitale, réalisé le 2 août 2018;

Vu l'évaluation effectuée au regard du principe de handstreaming, telle que visée à l'article 4, §3 de l'ordonnance du 8 décembre 2016 portant sur l'intégration de la dimension du handicap dans les lignes politiques de la Région de Bruxelles-Capitale, qui n'a pas abouti à la constatation d'incidence sur la situation des personnes handicapées ;

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 que le présent arrêté précise les spécifications aux méthodes de calcul PER et PEN fixées dans les annexes XVII et XVIII 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 2019 ;

Considérant qu'il est nécessaire que ces spécifications soient en vigueur au 1^{er} janvier 2019 pour être applicables au même moment que les annexes XVII et XVIII;

Considérant que l'application de ces spécifications permet au déclarant d'utiliser les méthodes de calcul plus facilement;

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 14 november 2018;

Gelet op het advies 55.211/3 van de Raad van State, gegeven op XXX met toepassing van artikel 84, § 1, eerste lid, 2^o, van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

Gezien de gendertest van de respectieve situatie van vrouwen en mannen, zoals bepaald in het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 24 april 2014 houdende de uitvoering van de ordonnantie van 29 maart 2012 houdende de integratie van de genderdimensie in de beleidslijnen, uitgevoerd op 2 augustus 2018 ;

Gezien de evaluatie uitgeoefend met het oog op het principe van handstreaming, als bedoeld in artikel 4, §3, van de ordonnantie van 8 december 2016 betreffende de integratie van de handicapdimensie in de beleidslijnen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, heeft niet geleid tot een vaststelling van een weerslag op de situatie van personen met een handicap;

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 dat dit besluit de specificaties bepaalt aan de berekeningsmethodes EPW en EPN zoals vastgelegd in de bijlage XVII en XVIII van het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007, deze bijlagen van toepassing zijnde vanaf 1 januari 2019;

Overwegende dat het noodzakelijk is dat deze specificaties op 1 januari 2019 in werking treden om van toepassing te zijn op hetzelfde ogenblik als de bijlagen XVII en XVIII;

Overwegende dat de toepassing van deze specificaties tot een gemakkelijker gebruik van de berekeningsmethodes voor de aangever leidt;

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 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.

Chapitre 2. Spécifications à l'annexe V 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

Art. 2

Les spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total sont déterminées en **annexe 1** du présent arrêté.

Chapitre 3. Spécifications relatives aux méthodes de calcul fixées dans les annexes 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 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. 3

Les facteurs de réduction pour la récupération de chaleur de l'évacuation d'eau de douche sont déterminés selon les règles spécifiées à **annexe 1** de l'arrêté ministériel du 6 mai 2014.

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 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 ministeriele 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.

Hoofdstuk 2. Specificaties aan het bijlage V van het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

Art. 2

De specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom worden bepaald in **bijlage 1** van dit besluit.

Hoofdstuk 3. Specificaties betreffende de berekeningsmethodes vastgelegd in de bijlagen 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 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. 3

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

Art. 4

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. 5

§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 9 de l'arrêté ministériel du 6 mai 2014.

§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 ministériel du 6 mai 2014.

Art. 6

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.

Art. 7

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. 8

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. 9

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** du présent arrêté.

Art. 10

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. 11

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. 4

De specificaties met betrekking tot de luchtdichtheidsmeting worden bepaald volgens de in bijlage 1 van het ministeriele besluit van 9 november 2017 gespecificeerde regels.

Art. 5

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

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

Art. 6

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.

Art. 7

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. 8

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. 9

In de EPB-eenheden 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 in **bijlage 5** van van dit besluit gespecificeerde regels.

Art. 10

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. 11

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. 12

Dans les unités PEB habitations individuelles, le rendement thermique d'un récupérateur de chaleur est calculé selon les règles spécifiées à l'annexe 6 de l'arrêté ministériel du 9 novembre 2017.

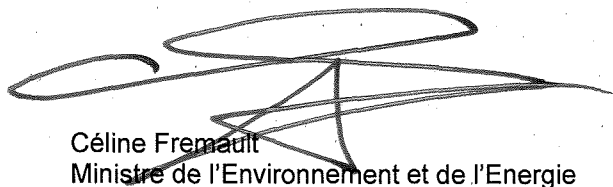
Art. 13

La variable auxiliaire L dans les unités PEB non-résidentielles peut être déterminée au moyen de calculs détaillés dont les spécifications et la procédure de reconnaissance du logiciel de calcul d'éclairage sont celles de l'article 6 de l'arrêté ministériel du 6 mai 2014.

Chapitre 3. Disposition finale**Art. 14**

Le présent arrêté entre en vigueur le 1^{er} janvier 2019.

Bruxelles, le [date]



Céline Fremault
Ministre de l'Environnement et de l'Energie

Art. 12

In de EPB-wooneenheden wordt het thermisch rendement van het warmteterugwinapparaat berekend volgens de in bijlage 6 van het ministeriele besluit van 9 november 2017 gespecificeerde regels.

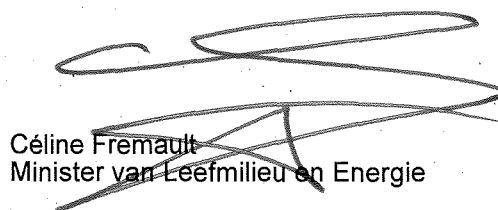
Art. 13

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

Hoofdstuk 3. Eindbepaling**Art. 14**

Dit besluit treedt in werking op 1 januari 2019.

Brussel, [datum]



Céline Fremault
Minister van Leefmilieu en Energie

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

Gevalideerde numerieke berekeningen

Inhoud

1	INLEIDING.....	2
2	TOEPASSINGSDOMEIN.....	2
3	NORMATIEVE REFERENTIES.....	2
4	GEBRUIKTE SYMBOLEN.....	3
5	GEVALIDEERDE NUMERIEKE SOFTWARE.....	3
6	VOORWAARDEN VOOR HET NUMERIEK MODEL.....	4
6.1	Geometrische eisen.....	4
6.1.1	Afmetingen.....	4
6.1.2	Toegepaste vereenvoudigingen aan het geometrische model.....	7
6.1.3	Lineaire en puntsgewijze onderbrekingen eigen aan een constructie en over het oppervlak ervan verdeeld.....	Erreur ! Signet non défini.
6.1.4	Puntbouwknoten ter plaatse van een lineaire bouwknoop.....	9
6.2	Inputgegevens.....	10
6.2.1	Warmtegeleidbaarheid.....	10
6.2.2	Warmteovergangsweerstanden.....	10
6.2.3	Omgevingstemperaturen.....	11
7	BEREKENING VAN Ψ - EN X-WAARDEN.....	11
7.1	Algemeen.....	11
7.2	Meer dan 2 grenstemperaturen (AOR, onverwarmde kelder of kruipruimte) .	12
7.3	Funderingsaanzet van vloer op volle grond.....	14
7.4	Venster- en deuraansluitingen.....	17
7.4.1	Gedetailleerde rekenmethode.....	17
7.4.2	Vereenvoudigde rekenmethode.....	18
7.5	Bouwknoten in het geval van bouwelementen in houtskelet- of staalstructuur.....	19
8	EISEN AAN DE RAPPORTERING.....	20
8.1	Invoergegevens.....	20
8.2	Uitvoergegevens.....	20

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

1 Inleiding

In bijlage BK is vastgelegd hoe de invloed van bouwknopen op de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie bepaald moet worden. Hierbij wordt de keuze gelaten tussen drie methoden: een *gedetailleerde methode* ("optie A"), een methode van de *EPB-aanvaarde bouwknopen* ("optie B") en een methode waarbij men voor een forfaitaire toeslag ("optie C") kiest.

Dit document gaat in op de exacte berekening van de invloed van bouwknopen op de totale warmtestroom. Deze berekening is vereist wanneer men ervoor kiest de gedetailleerde methode ("optie A") van bijlage BK te volgen of wanneer men bij het toepassen van de methode van de EPB-aanvaarde bouwknopen ("optie B") te maken krijgt met bouwknopen die individueel ingegeven worden (al dan niet EPB-aanvaard). Het berekenen van de invloed van lineaire en puntbouwknopen kan in deze gevallen gebeuren met behulp van een numeriek berekeningsprogramma. In deze bijlage wordt vastgelegd hoe een dergelijke numerieke berekening dient te gebeuren.

2 Toepassingsdomein

De in deze tekst vermelde rekenprocedures kunnen toegepast worden voor de berekening van lineaire en puntwarmtedoorgangscoefficienten (Ψ - en χ -waarden). Deze lijn- en puntwarmtedoorgangscoefficienten zijn gedefinieerd voor onderstaande situaties:

- lineaire en puntbouwknopen (dakopstand, funderingsaanzet,...);
- lineaire en puntvormige onderbrekingen die eigen zijn aan de constructie (houten stijl- en regelwerk, spouwvakken,...).

Deze rekenprocedures zijn niet van toepassing op de berekening van warmtedoorgangscoefficienten van raam- en deurprofielen, afstandhouders,...

3 Normatieve referenties

Deze bijlage verwijst naar volgende normen. Enkel de normversie met de geciteerde datum is van toepassing, tenzij de minister expliciet een andere versie ter vervanging aanduidt.

NBN EN ISO 10211	Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations
NBN EN ISO 10077-2	Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance. Part 2 : numerical method for frames

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

4 Gebruikte symbolen

Symbole	Signification	Unités
AOR	Aangrenzende onverwarmde ruimte	-
b	Afmeting van de vloer in een bepaalde richting	m
B'	Karakteristieke vloerafmeting	m
R _{si}	Warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak	m ² .K/W
R _{se}	Warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak	m ² .K/W
U	Warmtedoorgangscoefficiënt	W/(m ² .K)
ΔU	Correctieterm op de warmtedoorgangscoefficiënt	W/(m ² .K)
λ	Warmtegeleidbaarheid van een bouw materiaal	W/(m.K)
Ψ	Lineaire warmtedoorgangscoefficiënt	W/(m.K)
Φ	Warmtestroom	W
χ	Puntwarmtedoorgangscoefficiënt	W/K

5 Gevalideerde numerieke software

Numerieke berekeningsprogramma's die in het kader van de EPB-regelgeving gebruikt worden, moeten voldoen aan alle eisen die in bijlage C van NBN EN ISO 10211 gesteld worden aan een "high precision method".

6 Voorwaarden voor het numeriek model

In deze paragraaf worden de voorwaarden gespecificeerd waaraan een numeriek model moet voldoen.

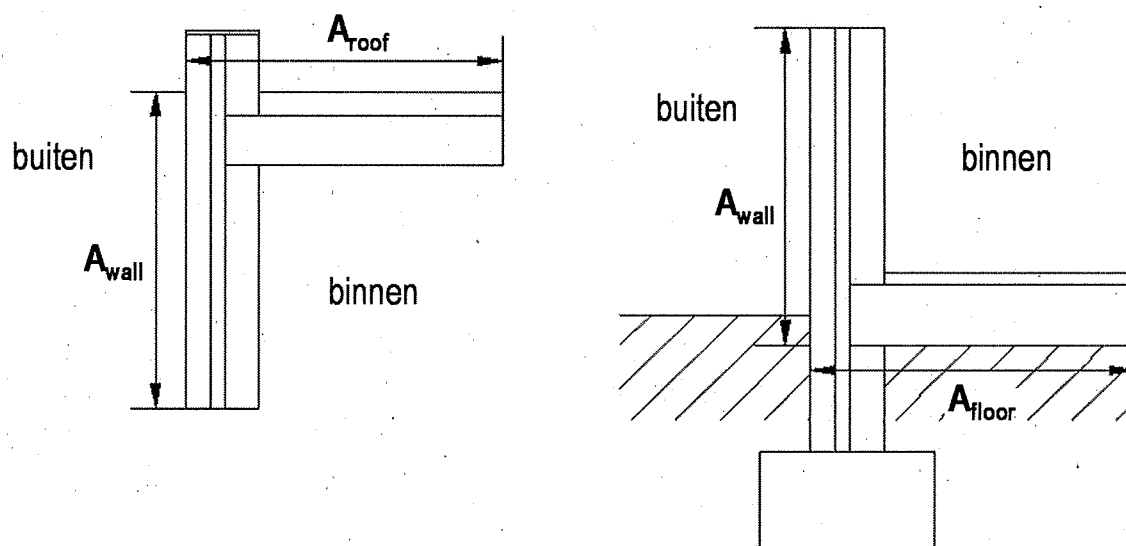
6.1 Geometrische eisen

6.1.1 Afmetingen

6.1.1.1 Algemeen

Lengtes en oppervlakten moeten berekend worden op basis van buitenafmetingen (Figuur [1]).

Figuur [1]: Voorbeeld buitenafmetingen bij aansluiting plat dak met gevel (links) en bij de funderingsaanzet van een vloer op volle grond (rechts).



Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

Het twee- of driedimensionale geometrische model van een bouwknoop dient de aangrenzende constructiedelen te bevatten over een afstand $d_{\min}$, met $d_{\min}$ gelijk aan: (zie Figuur [2], ① of ②).

$$\text{Eq. 1} \quad d_{\min} = \max(1; 3 \cdot d)$$

m

waarin :

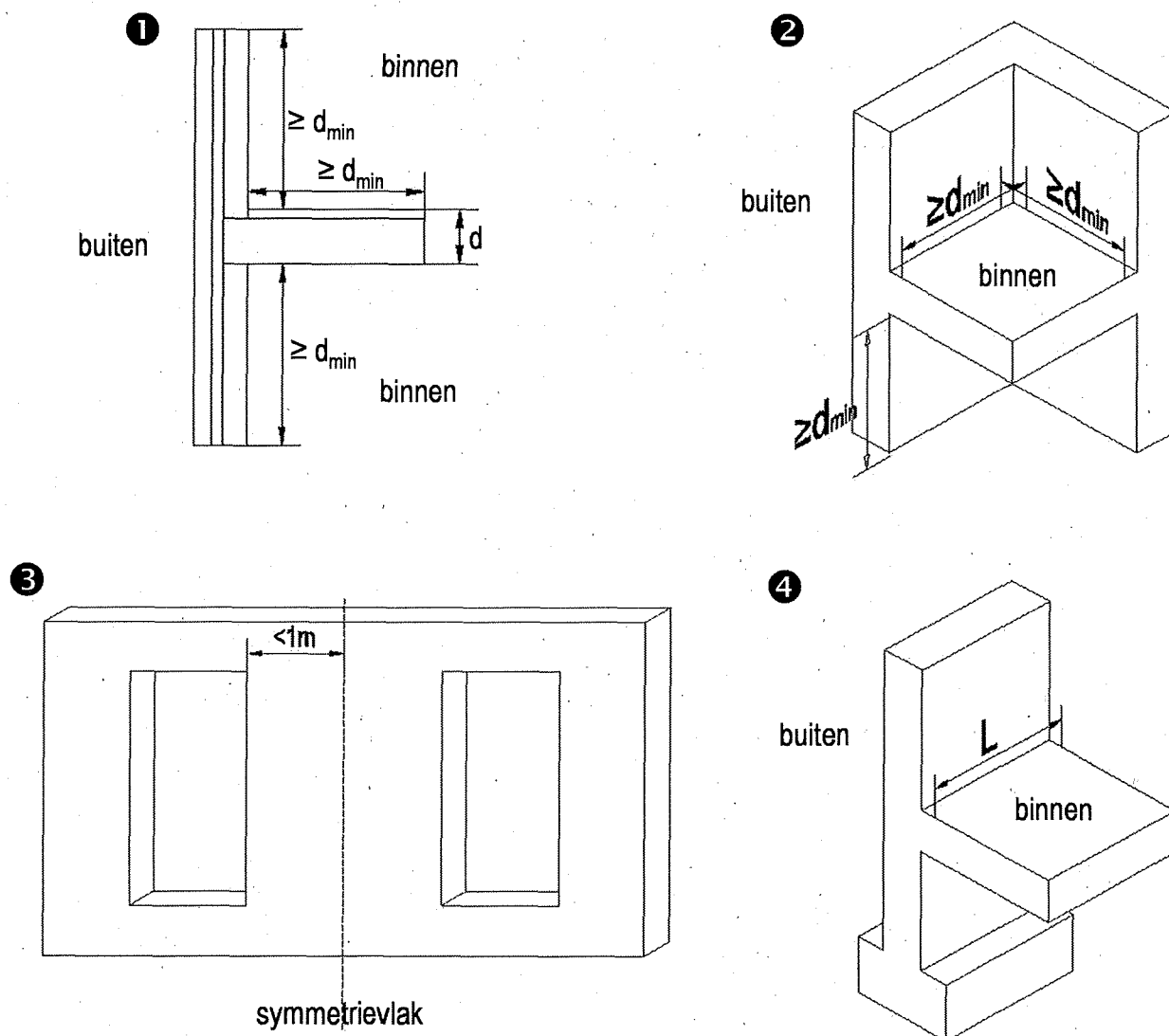
d de dikte van het betreffende constructiedeel, in m.

Indien er zich binnen deze afstand een symmetrievlak bevindt, moet het desbetreffende constructiedeel ter plaatse van het symmetrievlak afgesneden worden (Figuur [2], ③).

Bij lineaire bouwknoten kan de lengte L in de derde dimensie vrij gekozen worden (Figuur [2], ④).

Op de snijvlakken van het model dienen steeds adiabatische randvoorwaarden te worden opgelegd.

Figuur [2]: Positie van de snijvlakken van het geometrisch model



Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

6.1.1.2 Bouwknoten met grondmassief

Bij de funderingsaanzet van een vloer op volle grond of van een vloer boven een kruipruimte of onverwarmde kelder treedt er niet enkel warmtetransport op doorheen het vloerdeel, maar ook doorheen het grondmassief (al dan niet via een kruipruimte/onverwarmde kelder). Dit betekent dat ook dit grondmassief in het numeriek model moet worden opgenomen.

Horizontaal binnen het gebouw worden het grondmassief en de vloerplaat gesimuleerd over een afstand 0,5.b waarin b de breedte van het gebouw is loodrecht op de funderingsaanzet, in m (Figuur [3]).

Horizontaal buiten het gebouw en verticaal onder vloerniveau wordt het grondmassief gesimuleerd over een afstand 2,5.b.

Voor een niet-rechthoekig gebouw moet b vervangen worden door de karakteristieke vloerafmeting B', bepaald als :

$$\text{Eq. 2} \quad B' = 2.A/P$$

m

met:

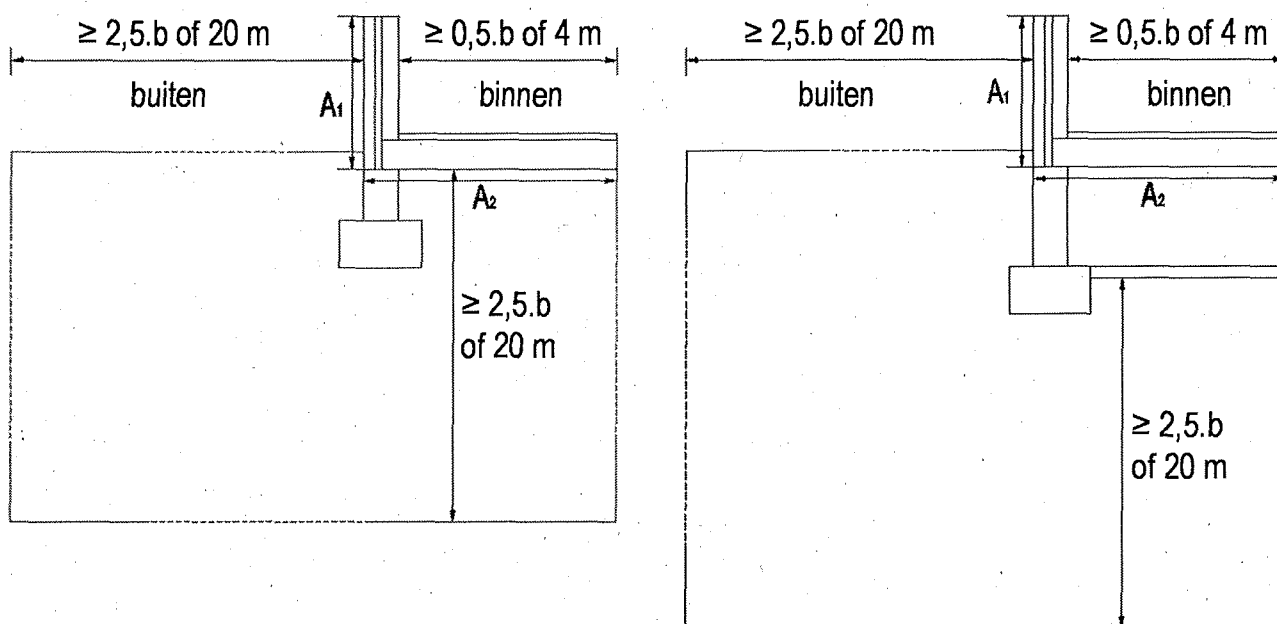
- A de totale vloeroppervlakte, op basis van de buitenafmetingen, in m²;
P de perimeter volgens bijlage F van bijlage TRD, in m.

Om de rekentijd te beperken mogen deze afmetingen gelimiteerd worden: 4 meter aan de binnenzijde van de woning en 20 meter onder en naast de woning. Het is steeds toegelaten om met deze maximale afmetingen te rekenen.

Op de snijvlakken van het model dienen steeds adiabatische randvoorwaarden te worden opgelegd.

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

Figuur [3]: Positie van de snijvlakken van een geometrisch model waarin het grondmassief betrokken is (boven: vloer op volle grond - onder: vloer boven kelder) ..



6.1.2 Toegestane vereenvoudigingen aan het geometrische model

Berekeningsresultaten die voortvloeien uit een geometrisch model zonder vereenvoudigingen zullen altijd voorrang hebben op resultaten die voortvloeien uit een geometrisch model met vereenvoudigingen.

Vereenvoudigingen zijn enkel toegestaan indien ze voldoen aan de voorwaarden van NBN EN ISO 10211.

De belangrijkste toegestane vereenvoudigingen zijn hieronder opgesomd.

- Niet-metaallagen met een dikte kleiner dan 1 mm mogen verwaarloosd worden. Dunne metaallagen mogen enkel verwaarloosd worden indien kan aangetoond worden dat ze een verwaarloosbare invloed hebben op de warmtestroom.

VOORBEELDEN: bouwfolies, damp-, water- en luchtschermen,...

- Elementen die puntsgewijs aan het buitenoppervlak zijn bevestigd en die de isolatielaag niet doorboren, mogen verwaarloosd worden.

VOORBEELDEN: regenpijp, dakgoot,...

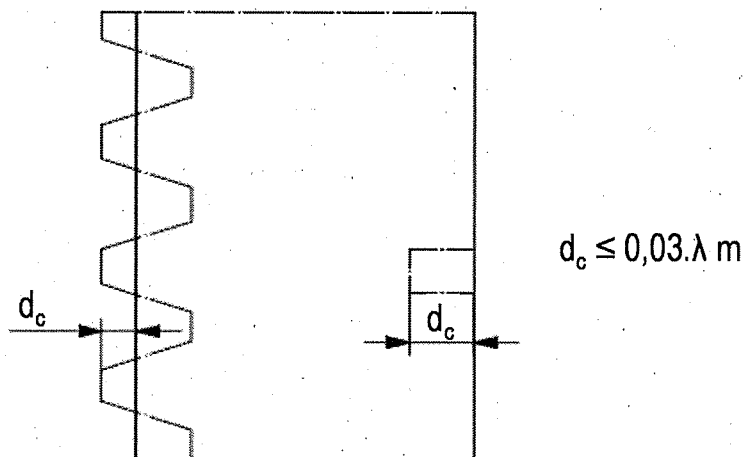
- Het uitvlakken van geprofileerde oppervlaktes of lokale dikteveranderingen aan het binnen- of buitenoppervlak van een bouwdeel is enkel toegelaten

- indien het materiaal aan het binnen- of buitenoppervlak een warmtegeleidbaarheid λ heeft kleiner dan 3 W/(m.K) , **EN**
- indien het maximale verschil in afstand, d_c , tussen het werkelijke en het vereenvoudigde oppervlak niet groter is dan $0,03 \cdot \lambda$, en m , gemeten loodrecht op het materiaaloppervlak.

VOORBEELDEN: afgeronde hoeken, geprofileerde oppervlakken (profielplaten, geprofileerd architectonisch beton),...

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

Figuur [4]: Het uitvlakken van geprofileerde oppervlaktes (links) of een lokale dikteverandering (rechts) aan het binnen- of buitenoppervlak (Figuur uit NBN EN ISO 10211) .



- Materiaallagen die zich aan de buitenzijde van een sterk geventileerde luchtlaag bevinden, mag men verwaarlozen in het geometrische model. In dit geval gebruikt men ter plaatse van de sterk geventileerde luchtlaag de warmteovergangswaarde voor binnencondities, R_{si} . De uiteindelijke bepaling van Ψ - en χ -waarden (zie § 7) a.d.h.v. de numeriek berekende warmtestroom moet nog steeds met de buitenafmetingen gebeuren, inclusief de materiaallagen die niet gemodelleerd moeten worden in het geometrische model.

VOORBEELDEN: sterk geventileerde spouw tussen dragend en gevelmetselwerk, luchtspouw tussen leien- of pannendak en onderdak,...

6.1.3 Lineaire en puntsgewijze onderbrekingen eigen aan een constructie en over het oppervlak ervan verdeeld

6.1.3.1 Lineaire onderbrekingen eigen aan de constructie en over het oppervlak ervan verdeeld

VOORBEELDEN: niet-homogene bouwlagen zoals houten stijlen en regels bij houtskeletbouwwanden, kepers en gordingen bij spanten daken, houten regelwerk bij buiten- of binnenisolatie, lineaire onderlinge aansluiting van sandwichpanelen, lineaire ophangsystemen van voorhanggevel/lichte gevel, ...

Lineaire onderbrekingen, eigen aan de constructie en over het oppervlak ervan verdeeld, mogen niet vereenvoudigd gemodelleerd worden. Dit betekent dat alle gordingen, kepers, randbalken, metaallagen, lineaire ophangssystemen, ... die liggen binnen de afmetingen van het model verplicht moeten opgenomen worden in het model van de bouwknop.

Enkel de lineaire onderbrekingen ten gevolge van metsen of lijmen van bouwstenen mogen vereenvoudigd gemodelleerd te worden, door de bouwlaag te beschouwen als een thermisch homogene bouwlaag laag met dezelfde dikte, met de equivalente warmtegeleidbaarheid λ_0 berekend volgens § G.3.1 van bijlage TRD.

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

6.1.3.2 Puntsgewijze onderbrekingen, eigen aan de constructie en over het oppervlak ervan verdeeld

VOORBEELDEN: spouwvakken, puntsgewijze ophangpunten van voorhanggevel/lichte gevel (b.v. puntsgewijze ankers voor het ophangen van buitengevelisolatiesysteem, regelschroeven op vaste afstand voor houten regelwerk), bevestigingspunten van sandwichpanelen tegen achterliggende draagstructuur, ...

Puntsgewijze onderbrekingen, eigen aan de constructie en over het oppervlak ervan verdeeld, hebben in principe een zeer beperkte invloed op de uiteindelijke Ψ - of χ -waarde van een lineaire of puntbouwknop. Ze moeten daarom niet gemodelleerd of vereenvoudigd ingerekend worden in het numeriek model van de lineaire of puntbouwknop. Dit impliceert geenszins dat de invloed van deze puntsgewijze onderbrekingen niet dient ingerekend te worden in de U-waarde van de scheidingsconstructie. De richtlijnen zoals vastgelegd in bijlage TRD zijn hierop nog steeds van toepassing. Enkel voor het bepalen van de Ψ -waarde van een lineaire bouwknop is het niet nodig om deze puntsgewijze elementen mee in rekening te brengen en te modelleren.

6.1.4 Puntbouwknopen ter plaatse van een lineaire bouwknop

VOORBEELDEN: puntsgewijze verankering van geveldraggers voor metselwerk ter hoogte van een latei-aansluiting, puntsgewijze ondersteuning van dorpels bij buitenisolatiesystemen, ...

Twee opties zijn mogelijk, aangevuld met een uitzonderingsregel.

6.1.4.1 χ -waarde puntbouwknop(en) reeds gekend

Indien de invloed van deze puntbouwknopen gekend is en afzonderlijk ingerekend wordt via hun χ -waarde (hetzij met behulp van een gevalideerde numerieke berekening, hetzij met behulp van een waarde bij ontstentenis), dan kunnen deze puntbouwknopen weggelaten worden uit het numeriek model van de lineaire bouwknop.

6.1.4.2 χ -waarde puntbouwknop(en) nog niet gekend

Is hun invloed niet ingerekend via een χ -waarde (bijvoorbeeld omdat de puntbouwknop(en) te sterk verweven zijn met de lineaire bouwknop waardoor een apart numeriek model van de puntbouwknop(en) niet mogelijk of niet zinvol is), dan moet de volgende werkwijze aangehouden worden:

1. Bepaling van Ψ_e -waarde van de lineaire bouwknop, in W/(m.K), op basis van het tweedimensionaal numeriek model zonder puntbouwknop. Het is deze Ψ_e -waarde die, indien van toepassing, aan de Ψ_{lim} -waarde afgetoetst wordt.
2. Bepaling van de totale warmtestroom $Q_{3D,TOT}$, in W, op basis van het volledige driedimensionaal model van lineaire en puntbouwknop samen. In de richting parallel met de lineaire bouwknop moet de lengte van het model gelijk zijn aan 1/n meter, met n het aantal puntbouwknopen per lopende meter.
3. Bepaling van de χ -waarde van de puntbouwknop, in W/K, als:

$$\text{Eq. 3} \quad \chi = \frac{Q_{3D,TOT}}{\Delta T} - \frac{\Psi_e}{n}$$

W/K

met:

n het aantal puntbouwknopen per lopende meter;

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

ΔT het temperatuursverschil tussen binnen en buitenomgeving.

6.1.4.3 Uitzonderingsregel

Mechanische bevestigingen (zoals raamdoken of schroeven) met een totale sectie kleiner dan 1 cm² per lopende meter krijgen een χ -waarde toegekend van 0 W/(m.K) en mogen verwaarloosd worden uit de lineaire bouwknopmodellering.

6.1.5 Eisen aan het grid

De software voor het simuleren van detailaansluitingen maakt doorgaans gebruik van een grid: op de snijpunten van de gridlijnen wordt de temperatuur berekend. Voor een voldoende nauwkeurige simulatie dient een minimaal grid gerespecteerd te worden: bij een verdubbeling van het aantal onderverdelingen mag de warmtestroom niet wijzigen met meer dan 1%.

6.2 Inputgegevens

6.2.1 Warmtegeleidbaarheid

De warmtegeleidbaarheid van de materialen moet bepaald worden overeenkomstig de regels van bijlage TRD.

Een luchtlaag mag steeds beschouwd worden als een homogeen geleidend materiaal met een equivalente warmtegeleidbaarheid λ_g :

$$\text{Eq. 4} \quad \lambda_g = \frac{d_g}{R_g} \quad \text{W/(m.K)}$$

met:

d_g de dikte van de luchtlaag, in m

R_g de warmteweerstand van de luchtlaag zoals bepaald volgens bijlage TRD, in m².K/W.

De warmtegeleidbaarheid van een niet-homogene laag mag bepaald worden volgens § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, indien voldaan is aan de van toepassing zijnde voorwaarden.

De warmtegeleidbaarheid van het grondmassief moet gelijk gesteld worden aan 2 W/(m.K).

6.2.2 Warmteovergangsweerstanden

De warmteovergangsweerstanden moeten bepaald worden overeenkomstig de regels van bijlage TRD. Indien de richting van de warmtestroom onzeker is of indien een gebouw in zijn geheel gemodelleerd wordt in eenzelfde berekening, is het toegelaten met de warmteovergangsweerstand voor binnencondities (R_{si}) overeenkomend met een horizontale warmtestroom te rekenen.

Voor scheidingsconstructies tussen binnenomgeving en kruipruimten, onverwarmde kelders of aangrenzende onverwarmde ruimten moet aan beide zijden de warmteovergangsweerstand voor binnencondities (R_{si}) opgelegd worden.

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

6.2.3 Omgevingstemperaturen

De temperaturen van de binnen- en buitenomgeving mogen vrij gekozen worden. De temperatuur in een aangrenzende onverwarmde ruimte, onverwarmde kelder of kruipruimte moet gelijk gesteld worden aan de buitentemperatuur (zie ook § 7.2).

7 Berekening van Ψ - en χ -waarden

7.1 Algemeen

De thermische prestaties van bouwknoten worden gekenmerkt door de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt Ψ (uitgedrukt in $W/(m.K)$) of de puntwarmtedoorgangscoefficiënt χ (uitgedrukt in W/K). Deze warmtedoorgangscoefficienten geven aan welke toeslag men moet aanrekenen op het warmtetransport dat op basis van U-waarden berekend is.

Aangezien de referentieberekening gebaseerd is op de buitenafmetingen ('exterior'), wordt voor de eenduidigheid een suffix toegevoegd aan het symbool: Ψ_e en χ_e .

De lijnwarmtedoorgangscoefficiënt Ψ_e is gedefinieerd als:

$$\text{Eq. 5} \quad \Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \quad W/(m.K)$$

met:

Φ_{2D} de tweedimensionale, stationaire warmtestroom tussen de binnen- en buitenomgeving, berekend met gevalideerde numerieke software, in W;

Φ_{1D} de som van de stationaire warmtestromen door de samenstellende scheidingsconstructies van het model, in W, berekend volgens:

$$\text{Eq. 6} \quad \Phi_{1D} = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad W$$

waarin:

U_i de U-waarde van scheidingsconstructie i, in $W/(m^2.K)$;

A_i de oppervlakte van scheidingsconstructie i van het model, op basis van buitenafmetingen, in m^2 ;

L de lengte waarover de bouwknoop gemodelleerd wordt, in m;

$(\theta_i - \theta_e)$ het temperatuurverschil tussen de binnen- en buitenomgeving, in K.

De puntwarmtedoorgangscoefficiënt χ_e wordt op een analoge manier bepaald:

$$\text{Eq. 7} \quad \chi_e = \frac{\Phi_{3D} - \Phi_{2D}}{\theta_i - \theta_e} \quad W/K$$

met :

Φ_{3D} de driedimensionale, stationaire warmtestroom tussen de binnen- en buitenomgeving, berekend met gevalideerde numerieke software, in W;

Φ_{2D} de som van de stationaire warmtestromen door de samenstellende scheidingsconstructies van het model en de eventuele lineaire bouwknoten die ontstaan door het samenkomen van scheidingsconstructies, in W, berekend volgens:

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoepen op de totale warmtestroom

Eq. 8 $\Phi_{2D} = \sum_i U_i \cdot A_i \cdot (\theta_i - \theta_e) + \sum_k \Psi_{e,k} \cdot L_k \cdot (\theta_i - \theta_e)$ W

waarin:

- U_i de U-waarde van scheidingsconstructie i , in $W/(m^2.K)$;
 A_i de oppervlakte van scheidingsconstructie i van het model, op basis van buitenafmetingen, in m^2 ;
 $\Psi_{e,k}$ de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van een lineaire bouwknoop, in $W/(m.K)$;
 L_k de lengte van een lineaire bouwknoop k , in m ;
 $(\theta_i - \theta_e)$ het temperatuurverschil tussen de binnen- en buitenomgeving, in K .

7.2 Meer dan 2 grenstemperaturen (AOR, onverwarmde kelder of kruipruimte)

Bepaalde bouwknoepen worden begrensd door meer dan twee omgevingen. Voorbeelden hiervan zijn een funderingsaanzet boven een onverwarmde kelder of kruipruimte of bouwknoepen tussen binnen, buiten en een aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR).

Bij de numerieke berekening van de Ψ -waarde dient de temperatuur in de AOR/onverwarmde kelder/kruipruimte gelijk gesteld te worden aan de buitentemperatuur. Dit betekent dat volgende temperaturen ingesteld worden:

- binnen: θ_i = naar keuze, in $^{\circ}C$;
- buiten: θ_e = naar keuze, in $^{\circ}C$;
- AOR / onverwarmde kelder / kruipruimte: $\theta_u = \theta_e$, in $^{\circ}C$.

Met deze grenstemperaturen en een overgangsweerstand R_{si} (binnencondities) voor de AOR/onverwarmde kelder/kruipruimte kan de totale stationaire warmtestroom Φ_{2D} tussen binnen- en buitenomgeving berekend worden. Bij de kelder en kruipruimte dient ook het grondmassief opgenomen te worden in het numeriek model (zie § 6.1.1.2).

De Ψ_e -waarde is dan gedefinieerd als (verduidelijking van de termen in **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**):

Eq. 9 $\Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{U_1 \cdot A_1}{L} - \frac{U_2 \cdot A_2}{L}$ W/(m.K)

met:

- Φ_{2D} de totale tweedimensionale stationaire warmtestroom die de binnenomgeving verlaat, berekend met gevalideerde numerieke software, in W ;
- L de lengte waarover de lineaire bouwknoop gemodelleerd wordt, in m ;
- $(\theta_i - \theta_e)$ het temperatuurverschil tussen de binnen- en buitenomgeving, in K ;
- U_1 de warmtedoorgangscoefficiënt van de scheidingsconstructie tussen binnen- en buitenomgeving, in $W/(m^2.K)$;
- A_1 de oppervlakte van de scheidingsconstructie tussen binnen- en buitenomgeving, op basis van buitenafmetingen, in m^2 ;
- U_2 de warmtedoorgangscoefficiënt van de scheidingsconstructie tussen binnenomgeving en AOR/onverwarmde kelder/kruipruimte, als hieronder bepaald, $W/(m^2.K)$;
- A_2 de oppervlakte van de scheidingsconstructie tussen binnenomgeving en AOR/kelder/kruipruimte, op basis van buitenafmetingen, in m^2 .

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

De warmtedoorgangscoefficiënt van de scheidingsconstructie tussen binnenomgeving en AOR/onverwarmde kelder/kruipruimte, U_2 , is gelijk aan:

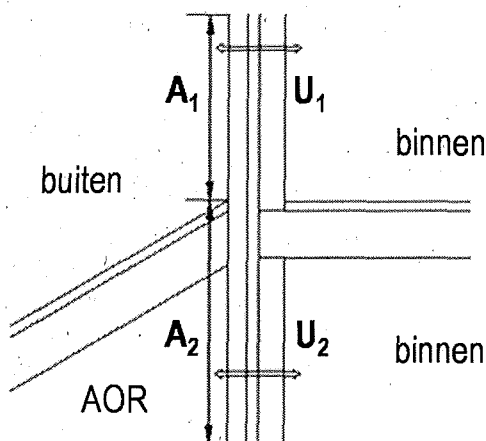
$$\text{Eq. 10} \quad U_2 = \frac{1}{R_{si} + \sum_i R_i + R_{si}} \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

met:

R_{si} de warmteovergangsweerstand voor binnencondities, in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;

$\sum_i R_i$ de totale warmteweerstand van alle bouwlagen van het bouwelement (van oppervlak tot oppervlak), in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Figuur [5]: Aanduiding van de gebruikte termen in het geval een aangrenzende onverwarmde ruimte



Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

7.3 Funderingsaanzet van vloer op volle grond

Voor een funderingsaanzet van een vloer op volle grond, wordt het model (inclusief grondmassief, zie § 6.1.1.2) tweedimensionaal doorgerekend en wordt Φ_{2D} berekend als de totale warmtestroom die de binnenomgeving verlaat.

De lijnwarmtedoorgangscoefficient is dan gelijk aan:

$$\text{Eq. 11} \quad \Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{A_1 \cdot U_1}{L} - \frac{\Phi_{2D,a}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \Psi_{e, \text{edge}} \quad \text{W/(m.K)}$$

met:

- Φ_{2D} de totale tweedimensionale stationaire warmtestroom die de binnenomgeving verlaat, berekend met gevalideerde numerieke software, in W;
- L lengte waarover de lineaire bouwknop gemodelleerd wordt, in m;
- $(\theta_i - \theta_e)$ het temperatuurverschil tussen de binnen- en buitenomgeving, in K;
- A_1 de oppervlakte van de muur tussen binnen- en buitenomgeving, op basis van buitenafmetingen, in m^2 ;
- U_1 warmtedoorgangscoefficiënt van de muur, in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$;
- $\Phi_{2D,a}$ de totale tweedimensionale stationaire warmtestroom die de binnenomgeving verlaat, in W, berekend met gevalideerde numerieke software, op basis van het model dat als volgt moet worden aangepast:
- verwaarlozing van alle funderingsmassieven en/of randisolatie door deze te vervangen door grond met een warmtegeleidbaarheid van 2 W/(m.K) ;
 - opleggen van adiabatische randvoorwaarden waar de muur (die principieel loopt tot onderkant vloerplaat, inclusief vloerisolatie) in contact is met de vloer op volle grond of de grond;
- $\Psi_{e, \text{edge}}$ de lijnwarmtedoorgangscoefficient van de randisolatie. Indien de lijnwarmtedoorgangscoefficiënt van de funderingsaanzet het effect van de randisolatie bevat, moet $\Psi_{e, \text{edge}}$ gelijk aan nul gesteld worden. Indien de lijnwarmtedoorgangscoefficiënt van de funderingsaanzet het effect van de randisolatie niet bevat, dan moet $\Psi_{e, \text{edge}}$ berekend worden als:

$$\text{Eq. 12} \quad \Psi_{e, \text{edge}} = \frac{\Phi_{2D,b}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{\Phi_{2D,a}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \quad \text{W/(m.K)}$$

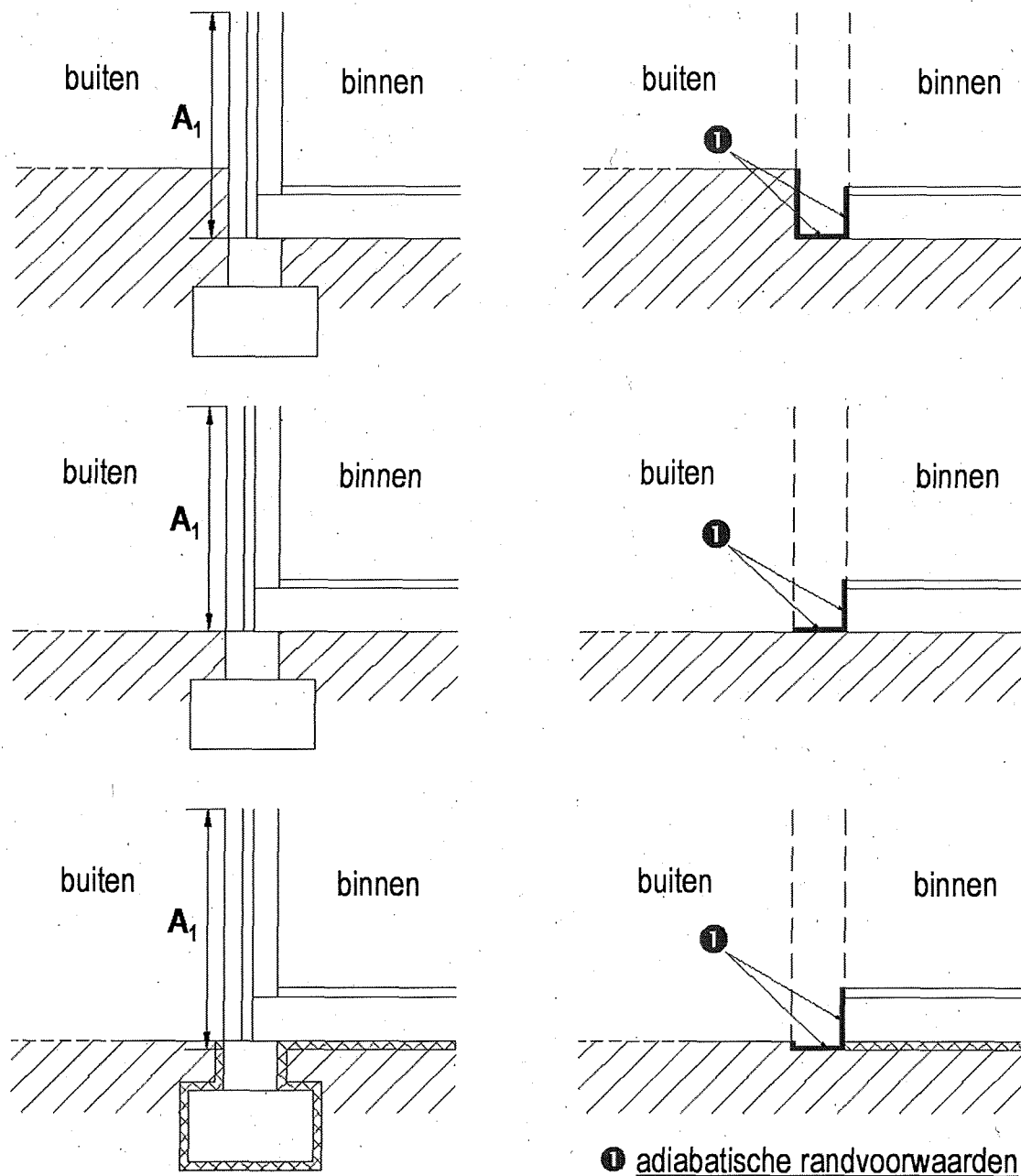
met:

- $\Phi_{2D,b}$ de totale tweedimensionale stationaire warmtestroom die de binnenomgeving verlaat, in W, berekend met gevalideerde numerieke software, op basis van het model dat als volgt moet worden aangepast:
- behoud van alle funderingsmassieven en randisolatie;
 - opleggen van adiabatische randvoorwaarden waar de muur (die principieel loopt tot onderkant vloerplaat, inclusief vloerisolatie) in contact is met de vloer op volle grond of de grond.

Figuur [6] en Figuur [7] verduidelijken de manier waarop het model moet aangepast worden ter berekening van respectievelijk de warmtestroom $\Phi_{2D,a}$ en $\Phi_{2D,b}$.

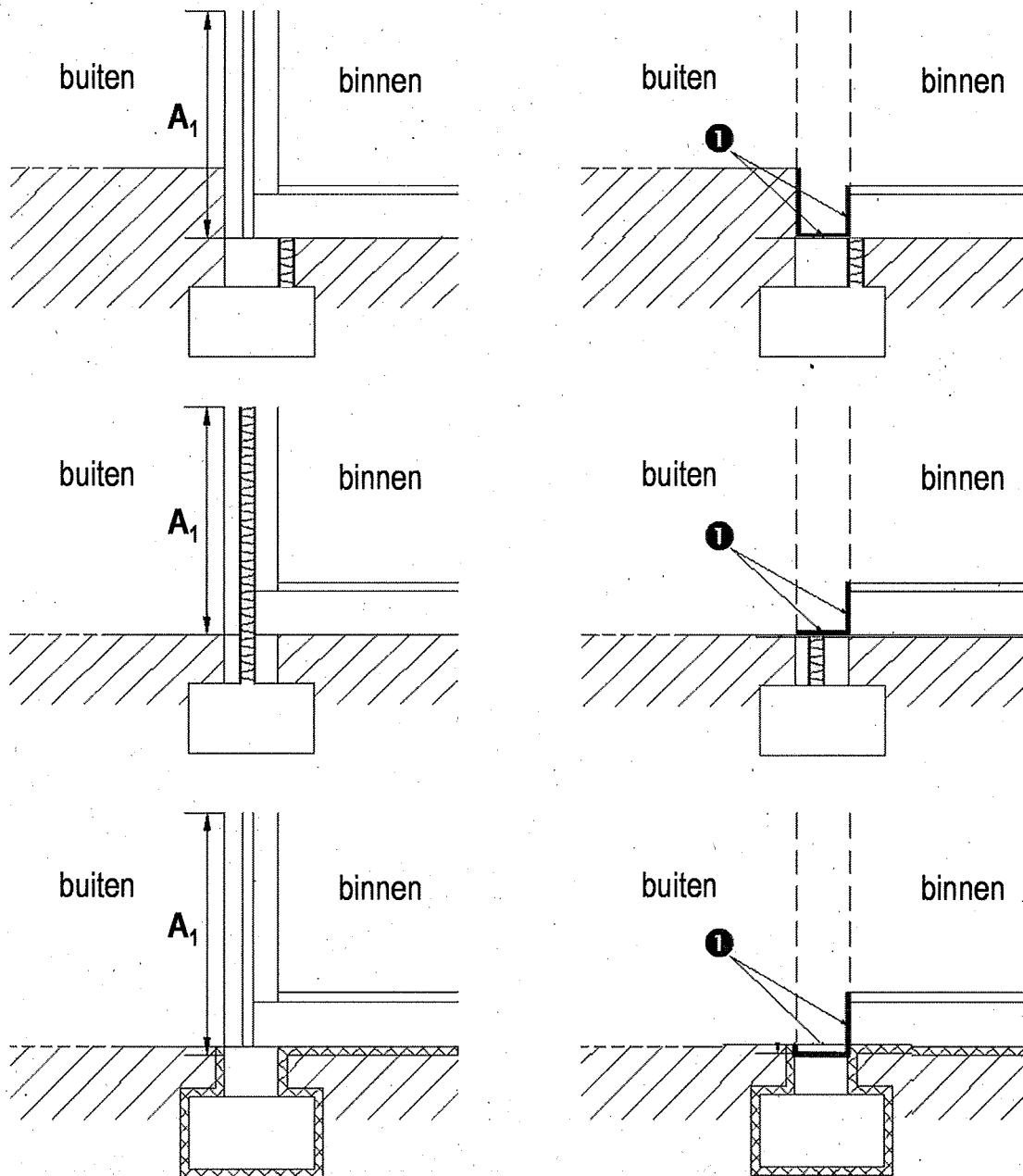
Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

Figuur [6]: Aanpassing van het werkelijke detail ter berekening van de warmtestroom $\Phi_{2D,a}$
(links: de reële situatie - rechts: de te simuleren situatie)



Bijlage 1 – Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

Figuur [7]: Aanpassing van het werkelijke detail ter berekening van de warmtestroom $\Phi_{2D,b}$
(links: de reële situatie – rechts: de te simuleren situatie)



❶ adiabatische randvoorwaarden

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

7.4 Venster- en deuraansluitingen

Voor de bepaling van de Ψ -waarde van een venster- of deuraansluiting wordt enkel rekening gehouden met de wand en het raam- of deurprofiel. Er kan gekozen worden voor een gedetailleerde (§ 0) of een vereenvoudigde rekenmethode (§ 7.4.2).

De lijnwarmtedoorgangscoefficient is voor beide methodes gelijk aan:

$$\text{Eq. 13} \quad \Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{A_1 \cdot U_1}{L} - \frac{A_2 \cdot U_2}{L} \quad \text{W/(m.K)}$$

met:

- Φ_{2D} de totale tweedimensionale stationaire warmtestroom die de binnenomgeving verlaat, berekend met gevalideerde numerieke software, in W;
- L de lengte waarover de lineaire bouwknoop gemodelleerd wordt, in m;
- $(\theta_i - \theta_e)$ het temperatuurverschil tussen de binnen- en buitenomgeving, in K;
- A_1 de oppervlakte van de wand tussen binnen- en buitenomgeving, op basis van buitenafmetingen, in m^2 ;
- U_1 de warmtedoorgangscoefficiënt van de wand, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- A_2 de geprojecteerde raamprofieloppervlakte aan de buitenzijde, op basis van buitenafmetingen, in m^2 ;
- U_2 de warmtedoorgangscoefficiënt van het raamprofiel, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

7.4.1 Gedetailleerde rekenmethode

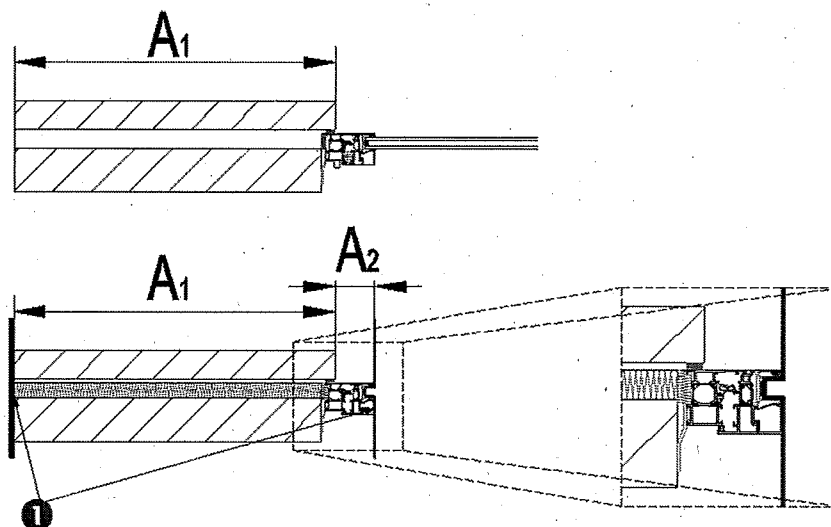
Bij de gedetailleerde rekenmethode wordt het raam- of deurprofiel in detail gemodelleerd en wordt de warmtedoorgangscoefficiënt U_2 uit Eq. 13 bepaald volgens de voorschriften van NBN ISO 10077-2.

Voor de bepaling van de Ψ -waarde wordt dit gedetailleerde model overgenomen. Op de contactvlakken tussen het raam- of deurprofiel en de beglazing en/of afstandhouders moeten adiabatische randvoorwaarden opgelegd worden. De beglazing en afstandhouders zelf worden dus niet gemodelleerd.

Figuur [8] toont de parameters die noodzakelijk zijn voor de berekening van de Ψ -waarde.

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknopen op de totale warmtestroom

Figuur [8]: Gedetailleerde rekenmethode
(boven: de reële situatie - onder: de te simuleren situatie)



❶ adiabatische randvoorwaarden

7.4.2 Vereenvoudigde rekenmethode

Een vereenvoudigde detaillering van het raamprofiel is toegestaan voor alle types raam- en deurprofielen, behalve voor raamprofielen met thermische onderbreking in contact met een opake scheidingsconstructie waarbij de isolatie niet aansluit op de thermische onderbreking van het raamprofiel.

De vereenvoudiging bestaat erin het raam- of deurprofiel te vervangen door een homogeen blokje met volgende eigenschappen (Figuur [9]):

- de afmeting a van het blokje is gelijk aan de diepte van het vast kader van het venster, gemeten loodrecht op het glasoppervlak;
- de afmeting b van het blokje is gelijk aan de hoogte van het volledige raamprofiel (zowel vast als beweegbaar deel), gemeten parallel aan het glasoppervlak;
- de warmtegeleidbaarheid λ'_f van het blokje zoals hieronder bepaald;
- de beglazing en afstandhouders worden niet gemodelleerd;
- dit homogeen blokje moet zich op exact dezelfde positie bevinden als het originele raamprofiel. De beglazing wordt niet gemodelleerd, dus de adiabatische grenzen van het te simuleren model bevinden zich aan de raamzijde op het snijvlak van het homogene blokje;
- bij de berekening van de Ψ -waarde moeten de overeenkomstige oppervlaktes A_1 en A_2 gebruikt worden.

De warmtegeleidbaarheid λ'_f van het blokje wordt zo gekozen dat de warmtedoorgangscoefficiënt van het totale blokje identiek gelijk is aan de warmtedoorgangscoefficiënt U_f van het raamprofiel. Voor de berekening van U_f wordt verwezen naar bijlage TRD. De equivalente λ'_f -waarde van het blokje bij de simulatie van een vensteraansluiting moet dan als volgt berekend worden:

$$\text{Eq. 14} \quad \lambda'_f = \frac{a}{\frac{1}{U_f} - R_{si} - R_{se}}$$

W/(m.K)

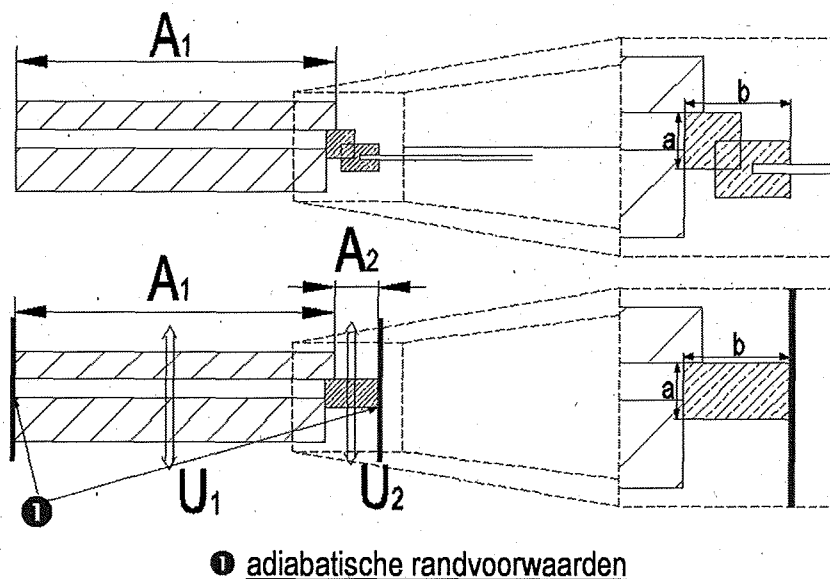
met:

Bijlage 1 – Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

- a een dimensie van het blokje (zie Figuur [9]), in m ;
 U_f de warmtedoorgangscoefficiënt van het raamprofiel, bepaald volgens bijlage TRD, in $W/(m^2 \cdot K)$;
 R_{si} de warmteovergangsweerstand binnen, in $m^2 \cdot K/W$;
 R_{se} de warmteovergangsweerstand buiten, in $m^2 \cdot K/W$.

Figuur [9] toont de parameters die noodzakelijk zijn voor de berekening van de Ψ -waarde.

Figuur [9]: Vereenvoudigd rekenmethode
 (boven: de reële situatie - onder: de te simuleren situatie)



7.5 Bouwknoten in het geval van scheidingsconstructies in houtskelet- of staalstructuur

Zoals gesteld in § 6.1.3.1 mogen scheidingsconstructies met een houtskeletstructuur (gordingen- of spantendak, houten vloeren, houtskeletwanden, ...) of met andere lineaire onderbrekingen eigen aan de scheidingsconstructie (bijvoorbeeld lineaire aansluiting tussen sandwichpanelen) niet vereenvoudigd gemodelleerd worden.

Voor de bepaling van de Ψ_e -waarde van een bouwknoop moeten de U-waarden van de scheidingsconstructies die deel uitmaken van de bouwknoop en die lineaire onderbrekingen bevatten, verplicht numeriek bepaald worden. Dit betekent dat een tweede numerieke berekening nodig is, waarbij een representatief deel van de scheidingsconstructie afzonderlijk gemodelleerd wordt (inclusief kepers, gordingen, stijlen, balken, metaallagen, aansluitingen) en waarbij de U-waarde als volgt bepaald wordt:

$$\text{Eq. 15} \quad U = \frac{\Phi_{2D/3D}}{A \cdot (\theta_i - \theta_e)} \quad W/(m^2 \cdot K)$$

met:

$\Phi_{2D/3D}$ de totale twee- of driedimensionale stationaire warmtestroom doorheen de scheidingsconstructie, inclusief lineaire onderbrekingen eigen aan

Bijlage 1 - Specificaties van de exacte berekening van de invloed van lineaire en puntbouwknoten op de totale warmtestroom

- de scheidingsconstructie, berekend met gevalideerde numerieke software, in W;
- A de oppervlakte van de scheidingsconstructie zoals toegepast in het numeriek model, in m²;
- ($\theta_i - \theta_e$) het temperatuurverschil tussen de binnen- en buitenomgeving, in K.

8 Eisen aan de rapportering

8.1 Invoergegevens

Het verslag moet tenminste de volgende invoergegevens bevatten:

- gebruikte softwarepakket;
- twee- of driedimensionaal model met afmetingen;
- warmtegeleidbaarheden van de gebruikte materialen;
- opgelegde omgevingstemperaturen;
- gebruikte overgangsweerstanden en aanduiding van de oppervlaktes waarop ze van toepassing zijn;
- eventuele toegepaste vereenvoudigingen zoals toegestaan in § 6.1.2;
- eventuele equivalente warmtegeleidbaarheden.

8.2 Uitvoergegevens

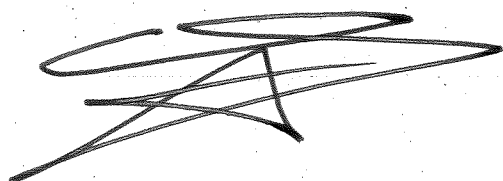
Het verslag moet tenminste de volgende uitvoergegevens bevatten:

- Φ_{2D}
- de warmtedoorgangscoefficient Ψ/χ op twee cijfers na de komma nauwkeurig;
- gebruikte U-waarden en oppervlaktes A bij de berekening van Ψ/χ .

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit 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 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,

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
Céline FREMAULT



Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

Calculs numériques validés

Table des matières

1	INTRODUCTION	2
2	DOMAINE D'APPLICATION	2
3	NORMES DE RÉFÉRENCE	2
4	SYMBOLES UTILISÉS	3
5	LOGICIELS DE CALCUL VALIDÉS	3
6	CONDITIONS À APPLIQUER AU MODÈLE NUMÉRIQUE	4
6.1	Exigences géométriques.....	4
6.1.1	Dimensions	4
6.1.2	Simplifications autorisées au modèle géométrique	7
6.1.3	Interruptions linéaires et ponctuelles propres à la paroi et distribuées sur toute la surface de celle-ci.....	8
6.1.4	Nœud constructif ponctuel situé sur un nœud constructif linéaire	Erreur ! Sig
6.1.5	Exigences pour la grille	10
6.2	Données introduites.....	10
6.2.1	Conductivité thermique	10
6.2.2	Résistances thermiques d'échange superficielles	11
6.2.3	Températures des environnements	11
7	CALCUL DES VALEURS Ψ ET X	11
7.1	Généralités.....	11
7.2	Plus de 2 températures d'environnement (EANC, cave non chauffée ou vide sanitaire).....	12
7.3	Appui de fondation d'un plancher sur sol.....	14
7.4	Raccords aux fenêtres et portes.....	17
7.4.1	Méthode de calcul détaillée	17
7.4.2	Méthode de calcul simplifiée	18
7.5	Nœuds constructifs dans le cas de parois en ossature bois ou en ossature métallique.....	19
8	EXIGENCES POUR LE RAPPORT	20
8.1	Données à introduire.....	20
8.2	Données à extraire.....	20

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

1 Introduction

Dans l'annexe NC, l'influence des nœuds constructifs sur le coefficient de transfert thermique par transmission, est évaluée. Dans cette annexe, il est permis de choisir parmi trois méthodes : une méthode détaillée ("option A"), une méthode dite des *nœuds PEB conformes* ("option B") ou une méthode dans laquelle on opte pour un supplément forfaitaire ("option C").

Le présent document traite du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs sur le flux thermique total. Ce calcul est requis lorsqu'on choisit d'appliquer la *méthode détaillée* ("option A") de l'annexe NC ou lorsque, lors de l'application de la *méthode des nœuds PEB-conformes* ("option B"), on retrouve des nœuds constructifs qui doivent être introduits individuellement (qui ne sont donc pas PEB-conformes). L'évaluation de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels peut alors être, dans ces cas-là, réalisée à l'aide d'un programme de calcul numérique. Le présent document décrit comment il faut utiliser un calcul numérique de ce type.

2 Domaine d'application

Les méthodes de calcul auxquelles il est fait mention dans ce texte peuvent être appliquées pour la détermination des coefficients de transmission thermique linéaires et ponctuels (valeurs Ψ et χ). Ces coefficients de transmission thermique linéaires et ponctuels sont entre-autres déterminés aux endroits suivantes :

- nœuds constructifs linéaires et ponctuels (acrotère, appui de fondation,...)
- interruptions linéaires et ponctuelles qui sont propres à la paroi (montants et traverses en bois, crochets de maçonnerie,...)

Ces méthodes ne sont pas d'application pour le calcul des coefficients de transmission thermique des châssis de fenêtres et de portes, écarteurs de vitrage,...

3 Normes de référence

Le présent texte fait référence aux normes suivantes. Seule la version de norme portant la date mentionnée est d'application, à moins que le Ministre ne signale explicitement son remplacement par une autre version.

NBN EN ISO 10211	Ponts thermiques dans les bâtiments - Flux thermiques et températures superficielles - Calculs détaillés.
NBN EN ISO 10077-2	Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Calcul du coefficient de transmission thermique - Partie 2 : Méthode numérique pour les encadrements

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

4 Symboles utilisés

Symbole	Signification	Unités
b	Dimension du sol dans une direction déterminée	m
B'	Dimension caractéristique du sol	m
EANC	Espace adjacent non chauffé	-
R _{si}	Résistance thermique d'échange d'une surface intérieure	m ² .K/W
R _{se}	Résistance thermique d'échange d'une surface extérieure	m ² .K/W
U	Coefficient de transmission thermique	W/(m ² .K)
ΔU	Correction du coefficient de transmission thermique	W/(m ² .K)
λ	Conductivité thermique d'un matériau de construction	W/(m.K)
Ψ	Coefficient de transmission thermique linéaire	W/(m.K)
Φ	Flux thermique	W
χ	Coefficient de transmission thermique ponctuel	W/K

5 Logiciels de calcul validés

Programmes de calcul numérique qui, utilisés dans le cadre de la réglementation PEB, doivent satisfaire à toutes les exigences qui sont indiquées dans l'annexe C de la NBN EN ISO 10211 pour une "méthode de haute précision".

6 Conditions à appliquer au modèle numérique

Ce paragraphe spécifie les conditions auxquelles doit satisfaire un calcul numérique.

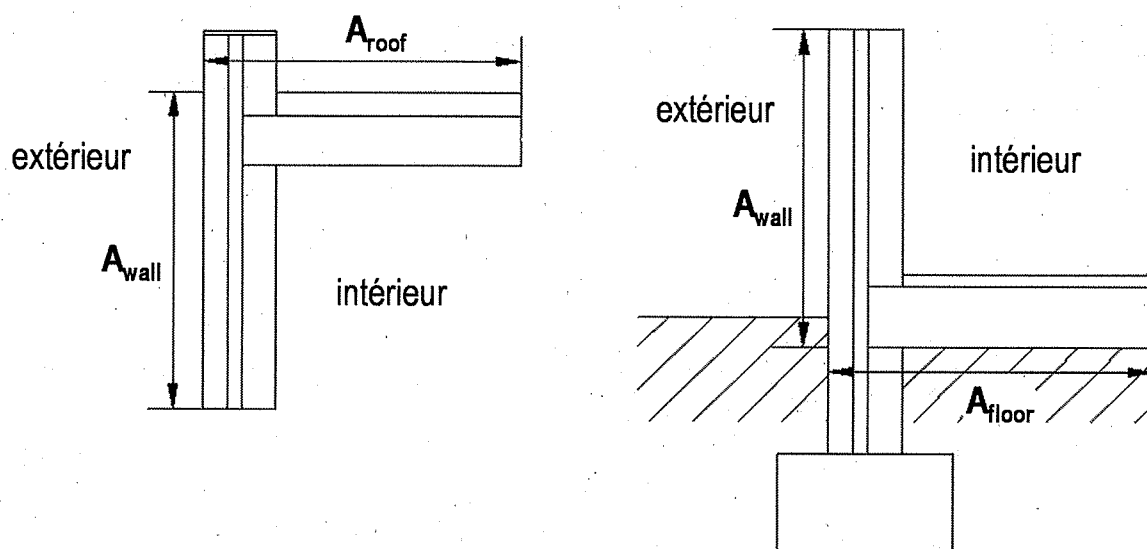
6.1 Exigences géométriques

6.1.1 Dimensions

6.1.1.1 Généralités

Les longueurs et les surfaces doivent être calculées à partir des dimensions extérieures (Figure [1]).

Figure [1] : Exemple de dimensions extérieures aux raccords d'un toit plat avec une façade (à gauche) et d'un plancher sur sol avec une façade à l'appui sur une fondation (à droite).



Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

Le modèle géométrique bi- ou tridimensionnel d'un nœud constructif doit comprendre les éléments de construction qui le bordent sur une largeur égale ou supérieure à $d_{\min}$, où $d_{\min}$ est donné par (voir Figure [2], ① ou ②).

Eq. 1 $d_{\min} = \max(1; 3.d)$

m

où :

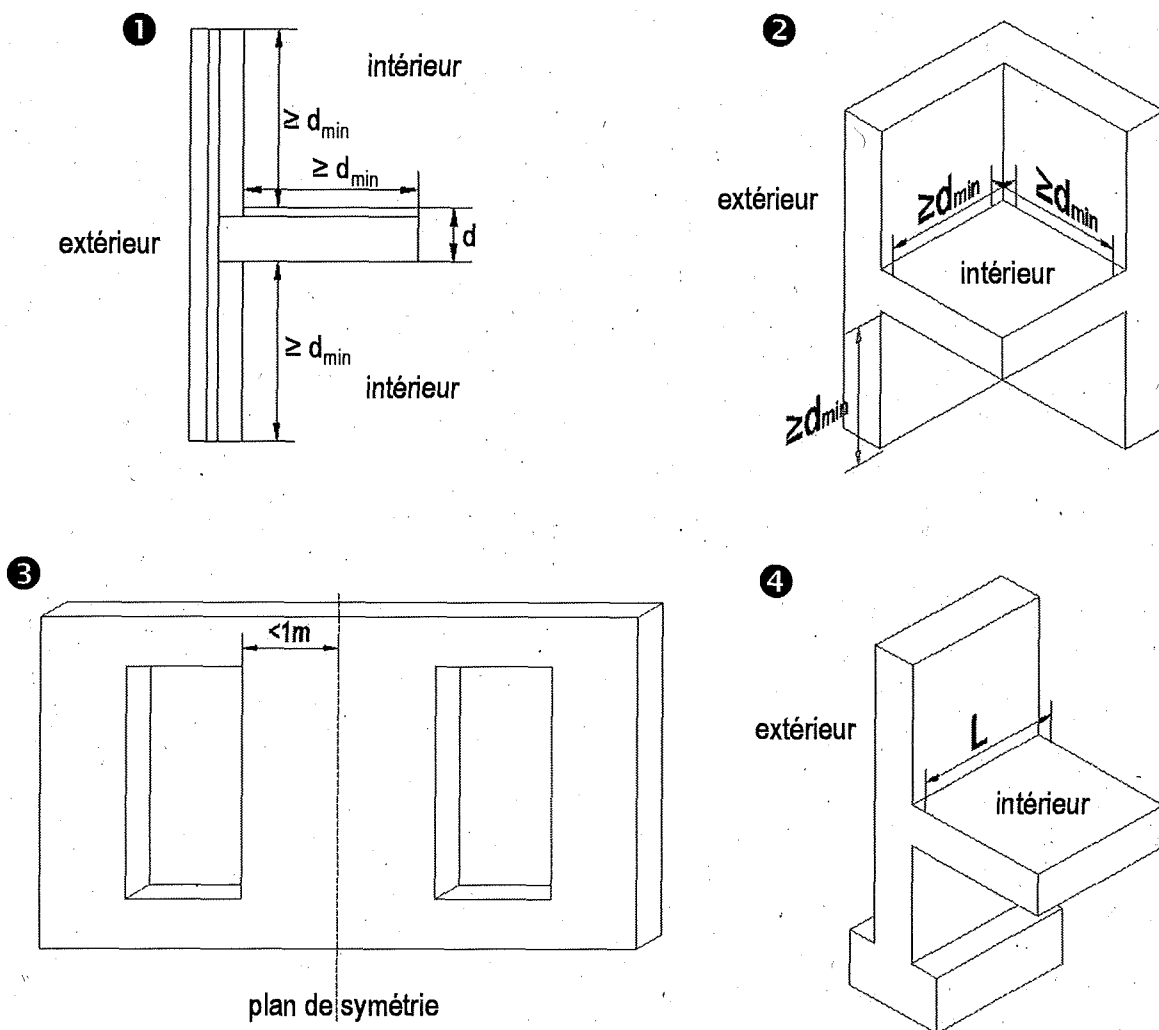
d la largeur de l'élément de construction concerné, en m.

Si dans cette largeur de 1 mètre se trouve un plan de symétrie, l'élément de construction concerné doit être coupé à l'endroit du plan de symétrie (Figure [2], ③).

Dans le cas d'un nœud constructif linéaire, la longueur L dans la troisième dimension peut être choisie librement (Figure [2], ④).

Des conditions adiabatiques sont toujours obligatoires sur les bords du modèle.

Figure [2] : Position des plans de coupe d'un modèle géométrique



Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

6.1.1.2 Nœuds constructifs avec un massif de sol

Dans le cas d'un appui de fondation d'un plancher sur sol ou d'un plancher situé au-dessus d'un vide sanitaire ou d'une cave non chauffée, il ne se produit pas seulement un flux thermique à travers le plancher, mais aussi à travers le massif de sol (via ou non un vide sanitaire ou une cave non chauffée). Cela signifie que le massif de sol doit aussi être pris en compte dans le modèle numérique.

Horizontalement, à l'intérieur du bâtiment, le massif de sol et le plancher sont modélisés sur une distance de $0,5.b$, où b est la largeur du bâtiment prise perpendiculairement à la fondation, en m (Figure [3]).

Horizontalement, à l'extérieur du bâtiment, et verticalement, sous le niveau du plancher, le massif de sol est modélisé sur une distance de $2,5.b$.

Dans le cas d'un bâtiment non orthogonal, b doit être remplacé par la dimension caractéristique du sol B' , donnée par :

$$\text{Eq. 2} \quad B' = 2.A/P \quad \text{m}$$

avec :

A la surface totale du plancher, mesurée à partir des dimensions extérieures, en m^2 ;

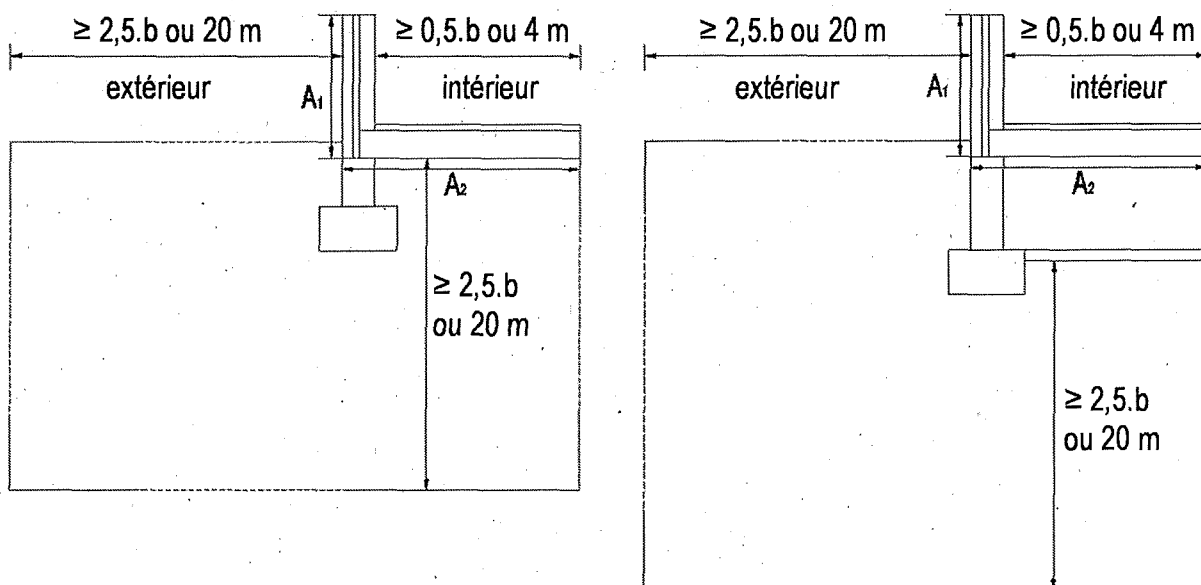
P le périmètre du plancher, déterminé selon l'annexe F de l'annexe DRT.

Pour réduire le temps de calcul, ces dimensions peuvent être limitées à 4 mètres du côté intérieur du bâtiment et 20 mètres sous le bâtiment et autour de celui-ci. Il est toujours permis de calculer avec ces dimensions maximales.

A l'endroit des plans de coupe du modèle des conditions de bord adiabatiques doivent toujours être appliquées.

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

Figure [3] : Position des plans de coupe d'un modèle géométrique dans lequel un massif de sol est concerné
à gauche : plancher sur sol - à droite : plancher sur cave



6.1.2 Simplifications autorisées au modèle géométrique

Des résultats de calcul obtenus à l'aide d'un modèle géométrique sans simplification auront toujours la priorité sur des résultats obtenus à l'aide d'un modèle géométrique avec simplification.

Des simplifications sont seulement permises lorsqu'elles satisfont aux prescriptions de la norme ISO 10211.

Les principales simplifications permises sont commentées ci-dessous.

- Les couches non métalliques d'une épaisseur inférieure à 1 mm peuvent être négligées. Les couches métalliques fines ne peuvent être négligées que s'il peut être prouvé qu'elles ont une influence négligeable sur le flux thermique.

EXEMPLES : feuilles de matériau, écrans d'étanchéité à la vapeur, à l'eau et à l'air,...

- Les éléments de construction qui sont fixes à l'extérieur de la surface de déperdition et qui ne traversent pas la couche isolante, peuvent être négligés.

EXEMPLES : évacuation d'eau pluviale, gouttière,...

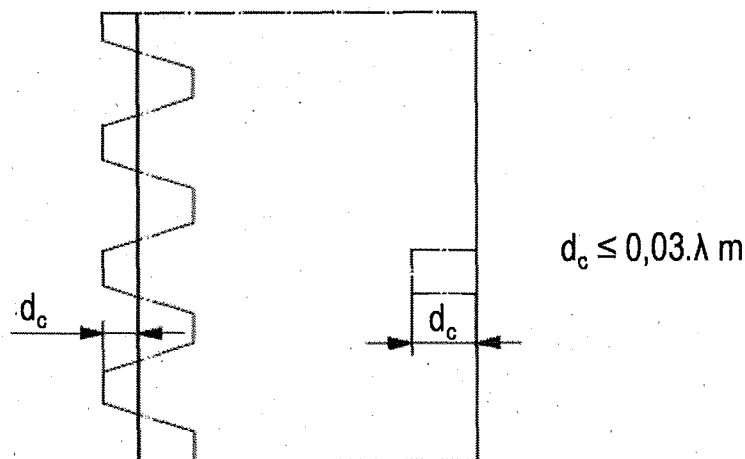
- L'aplanissement de surfaces profilées ou de variations locales d'épaisseur sur la face intérieure ou extérieure d'un élément de construction est permis :

- lorsque le matériau de la face intérieure ou extérieure a une conductivité thermique λ inférieure à 3 W/(m.K), **ET**
- lorsque la distance maximale d_c entre la surface réelle et la surface simplifiée est inférieure ou égale à $0,03.\lambda$ m, mesurée perpendiculairement à la surface du matériau (voir Figure [4]).

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

EXEMPLES : coins arrondis, surfaces profilées (plaques profilées, béton architectonique profilé,...)

Figure [4] : Aplatissement des surfaces profilées (à gauche) ou une variation locale d'épaisseur (à droite) de la surface intérieure ou extérieure (figure extraite de la NBN EN ISO 10211) .



- Les couches de matériaux qui se trouvent du côté extérieur par rapport à une couche d'air fortement ventilée, peuvent être négligées dans le modèle géométrique. Dans ce cas, on utilise, à l'endroit de la couche d'air fortement ventilée, une résistance thermique d'échange superficielle pour des conditions intérieures, R_{si} . La détermination finale des valeurs Ψ et χ (voir § 7) à l'aide du flux thermique calculé numériquement doit encore toujours se faire à partir des dimensions extérieures, en incluant les couches de matériaux qui ne doivent pas être modélisés !

EXEMPLES : coulisse fortement ventilée entre une maçonnerie portante et un parement, vide d'air entre une couverture en tuiles ou en ardoises et une sous-toiture,...

6.1.3 Interruptions linéaires et ponctuelles propres à la paroi et distribuées sur toute la surface de celle-ci

6.1.3.1 Interruptions linéaires propres à une paroi et distribuées sur toute la surface de celle-ci

EXEMPLES : couches de construction non homogènes comme par exemple des montants et traverses en bois des parois en ossature bois, chevrons et vernes des toits à chevrons, montants en bois de l'isolation intérieure ou extérieure, connexion linéaire mutuelle des panneaux sandwich, systèmes de suspension linéaires des bardages/façades légères, ...

Les interruptions linéaires propres à la paroi et distribuées sur toute la surface de celle-ci ne peuvent pas être modélisées d'une manière simplifiée. Cela signifie que tou(te)s les traverses, chevrons, poutres de ceinture, couches métalliques, systèmes de suspension linéaire,... qui sont situés dans les dimensions du modèle doivent obligatoirement être repris dans le modèle du nœud constructif.

Seules les interruptions linéaires dues au maçonnerie ou au collage de blocs peuvent être modélisées de manière simplifiée en considérant la couche de construction comme une couche de matériau thermiquement homogène

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

d'épaisseur égale caractérisée par un coefficient de conductivité thermique équivalent λ_0 calculée selon le § G.3.1 de l'annexe DRT.

6.1.3.2 Interruptions ponctuelles propres à une paroi et distribuées sur toute la surface de celle-ci

EXEMPLES : crochets de maçonnerie, systèmes de suspension ponctuels des bardages/façades légères (par ex. : crochets ponctuels pour suspendre le système d'isolation de la façade extérieure, des vis de réglage à distances fixes pour des montants en bois), des points de fixations des panneaux sandwich à la structure portante,...

En principe, les interruptions ponctuelles propres à une paroi et distribuées sur toute la surface de celle-ci ont un impact très limité sur la valeur finale Ψ ou χ d'un nœud constructif linéaire ou ponctuel. Elles ne devraient donc pas être modélisées ou calculées d'une manière simplifiée dans le modèle numérique du nœud constructif linéaire ou ponctuel. Cela n'implique nullement que l'influence de ces interruptions ponctuelles de l'enveloppe ne devrait pas être prise en compte dans le calcul de la valeur U de la paroi. Les règles de l'annexe DRT restent d'application. Ce n'est que lors de la détermination de la valeur Ψ d'un nœud constructif linéaire qu'il n'est pas nécessaire de prendre en compte ces éléments de ruptures et de les modéliser.

6.1.4 Nœud constructif ponctuel situé sur un nœud constructif linéaire

EXEMPLES : crochets ponctuels des supports de maçonnerie à hauteur de la connexion d'un linteau, support ponctuel des seuils en cas d'un système d'isolation extérieure, ...

Deux options sont possibles, complétées par une exception.

6.1.4.1 Valeur χ de nœud(s) constructif(s) ponctuel(s) connue

Si l'influence de ces nœuds constructifs ponctuels est connue et est incluse séparément dans le calcul via leur valeur χ (soit à l'aide d'un calcul numérique validé, soit via une valeur par défaut), alors ces nœuds constructifs ponctuels peuvent être négligés dans le modèle numérique du nœud constructif linéaire.

6.1.4.2 Valeur χ de nœud(s) constructif(s) ponctuel(s) inconnue

Si leur influence n'est pas incluse dans le calcul via une valeur χ (par exemple, si le nœud constructif ponctuel est trop imbriqué dans le nœud constructif linéaire ce qui rend une modélisation numérique à part du nœud constructif ponctuel impossible ou peu judicieuse), alors la procédure suivante doit être appliquée :

1. Détermination de la valeur Ψ_e du nœud constructif linéaire, en $W/(m.K)$, sur base du modèle numérique 2D sans le nœud constructif ponctuel. C'est cette valeur Ψ_e qui, le cas échéant, doit être comparée à la valeur Ψ_{lim} .
2. Détermination du flux total de chaleur $Q_{3D,TOT}$, en W , sur base du modèle 3D complet du nœud constructif linéaire et du nœud constructif ponctuel pris ensemble. Dans la direction parallèle au nœud constructif linéaire,

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

la longueur du modèle doit être égale à 1/n mètres, avec n le nombre de nœud constructif par mètre courant.

3. Détermination de la valeur χ du nœud constructif ponctuel, en W/K, de la manière suivante :

$$\text{Eq. 3} \quad \chi = \frac{Q_{3D,TOT}}{\Delta T} - \frac{\psi_e}{n} \quad \text{W/K}$$

avec :

n le nombre de nœud constructif par mètre courant ;

ΔT la différence de température entre les ambiances intérieure et extérieure.

6.1.4.3 Exception

Les fixations mécaniques (comme les pattes de fixation pour châssis, ou les vis) ayant une section totale inférieure à 1 cm² par mètre courant, reçoivent une valeur χ de 0 W/(m.K) et peuvent être négligées lors de la modélisation du nœud constructif linéaire.

6.1.5 Exigences pour la grille

Le logiciel de simulation des détails de raccords fait généralement usage d'une grille : la température est calculée aux intersections des lignes de la grille. Pour qu'une simulation soit suffisamment précise, il faut qu'une grille minimale soit respectée : si on double le nombre de subdivisions, le flux thermique ne peut pas varier de plus de 1 %.

6.2 Données introduites

6.2.1 Conductivité thermique

La conductivité thermique des matériaux doit être déterminée conformément aux règles de l'annexe DRT.

Une couche d'air peut toujours être considérée comme un matériau conducteur homogène avec une conductivité thermique équivalent λ_g :

$$\text{Eq. 4} \quad \lambda_g = \frac{d_g}{R_g} \quad \text{W/(m.K)}$$

avec :

d_g l'épaisseur de la couche d'air, en m ;

R_g la résistance thermique de la couche d'air telle que déterminée dans l'annexe DRT, en m².K/W.

La conductivité thermique d'une couche non homogène peut être déterminée suivant le § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** s'il est satisfait aux conditions qui sont d'application.

La conductivité thermique du sol doit être considérée égale à 2 W/(m.K).

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

6.2.2 Résistances thermiques d'échange superficielles

Les résistances thermiques d'échange superficielles doivent être déterminées conformément aux règles de l'annexe DRT. Si la direction du flux thermique est incertaine ou si le bâtiment dans son ensemble est modélisé dans un même calcul, il est permis d'effectuer le calcul avec la résistance thermique d'échange d'une surface intérieure (R_{si}) relative à un flux thermique horizontal.

Dans le cas des parois qui séparent le volume protégé des vides sanitaires, des caves non chauffées ou des espaces adjacents non chauffés, la résistance thermique d'échange d'une surface intérieure (R_{si}) doit être appliquée des deux côtés.

6.2.3 Températures des environnements

Les températures des environnements intérieur et extérieur peuvent être choisies librement. La température dans un espace adjacent non chauffé, une cave non chauffée ou un vide sanitaire doit être supposée comme égale à la température extérieure (voir aussi § 7.2).

7 Calcul des valeurs Ψ et χ

7.1 Généralités

Les performances thermiques des nœuds constructifs sont caractérisées par le coefficient de transmission thermique linéaire Ψ (exprimé en $W/(m.K)$) ou le coefficient de transmission thermique ponctuel χ (exprimé en W/K). Ces coefficients de transmission thermique indiquent quel supplément doit être appliqué au transfert de chaleur qui est calculé à partir des valeurs U .

Etant donné que, le calcul de référence est basé sur les dimensions extérieures ('exterior'), par soucis d'univocité, un suffixe est joint au symbole : Ψ_e en χ_e .

Le coefficient de transmission thermique linéaire Ψ_e est défini de la manière suivante :

$$\text{Eq. 5} \quad \Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \quad W/(m.K)$$

avec :

Φ_{2D} le flux thermique stationnaire bidimensionnel entre les environnements intérieur et extérieur calculé à l'aide d'un logiciel de simulation numérique, en W ;

Φ_{1D} la somme des flux thermiques stationnaires à travers les parois qui composent le modèle, en W , calculée de la manière suivante :

$$\text{Eq. 6} \quad \Phi_{1D} = \sum U_i \cdot A_i \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad W$$

où :

U_i la valeur U de la paroi i , en $W/(m^2.K)$;

A_i la surface de la paroi i du modèle, mesurée à partir des dimensions extérieures, en m^2 .

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

L la longueur du nœud constructif modélisé, en m ;
($\theta_i - \theta_e$) la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur, en K.

Le **coefficient de transmission thermique ponctuel** χ_e est déterminé d'une manière analogue :

$$\text{Eq. 7} \quad \chi_e = \frac{\Phi_{3D} - \Phi_{2D}}{\theta_i - \theta_e} \quad \text{W/K}$$

avec :

Φ_{3D} le flux thermique stationnaire tridimensionnel entre les environnements intérieur et extérieur, calculé à l'aide d'un logiciel de simulation numérique, en W ;
 Φ_{2D} la somme des flux thermiques stationnaires à travers les parois qui composent le modèle et les éventuels nœuds constructifs linéaires provoqués par le raccordement des parois, en W, calculée de la manière suivante :

$$\text{Eq. 8} \quad \Phi_{2D} = \sum_i U_i \cdot A_i \cdot (\theta_i - \theta_e) + \sum_k \Psi_{e,k} \cdot L_k \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad \text{W}$$

où :

U_i la valeur U de la paroi i, en W/(m².K) ;
 A_i la surface de la paroi i du modèle, mesurée à partir des dimensions extérieures, en m² ;
 $\Psi_{e,k}$ le coefficient de transmission thermique linéaire du nœud constructif linéaire k, en W/(m.K) ;
 L_k la longueur du nœud constructif linéaire k, en m ;
($\theta_i - \theta_e$) la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur, en K.

7.2 Plus de 2 températures d'environnement (EANC, cave non chauffée ou vide sanitaire)

Certains nœuds constructifs sont en contact avec plus de deux environnements. Par exemple, un appui de fondation au-dessus d'une cave non chauffée ou d'un vide sanitaire, ou des nœuds constructifs entre l'intérieur, l'extérieur et un espace adjacent non chauffé (EANC).

Pour le calcul numérique de la valeur Ψ , la température dans les EANC / cave non chauffée / vide sanitaire doit être considérée comme égale à la température extérieure. Cela signifie que les températures suivantes sont à prendre en compte :

- intérieur : θ_i = au choix, en °C ;
- extérieur : θ_e = au choix, en °C ;
- EANC / cave non chauffée / vide sanitaire : $\theta_u = \theta_e$, en °C.

Avec ces températures d'environnement et une résistance thermique d'échange R_{si} (conditions intérieures) pour les EANC / cave non chauffée / vide sanitaire, le flux thermique stationnaire total Φ_{2D} entre les environnements intérieur et extérieur peut être calculé. Dans le cas des cave et vide sanitaire, le sol doit aussi être pris en compte dans le modèle numérique (voir § 6.1.1.2).

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

La valeur Ψ_e est alors déterminée de la manière suivante (explication des termes, voir Figure [5]) :

$$\text{Eq. 9} \quad \Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{U_1 \cdot A_1}{L} - \frac{U_2 \cdot A_2}{L} \quad \text{W/(m.K)}$$

avec :

- Φ_{2D} le flux thermique stationnaire bidimensionnel total qui sort de l'environnement intérieur, calculé à l'aide d'un logiciel de simulation numérique, en W ;
- L la longueur du nœud constructif modélisé, en m ;
- $(\theta_i - \theta_e)$ la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur, en K ;
- U_1 le coefficient de transmission thermique de la paroi entre les environnements intérieur et extérieur, en W/(m².K) ;
- A_1 la surface de la paroi entre les environnements intérieur et extérieur mesurée à partir des dimensions extérieures, en m² ;
- U_2 le coefficient de transmission thermique équivalent de la paroi entre l'environnement intérieur et les EANC / cave non chauffée / vide sanitaire, déterminé comme indiqué ci-dessous, en W/(m².K) ;
- A_2 la surface de la paroi entre l'environnement intérieur et les EANC / cave non chauffée / vide sanitaire, mesurée à partir des dimensions extérieures, en m².

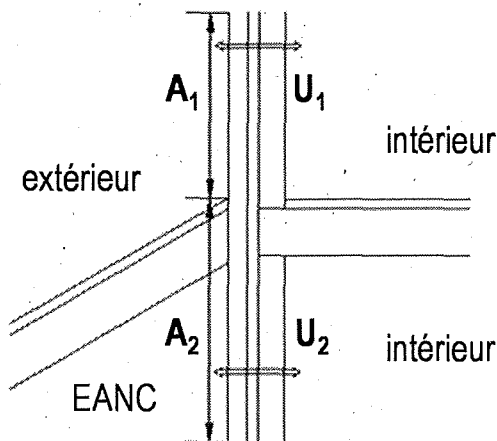
Le coefficient de transmission thermique équivalent de la paroi entre l'environnement intérieur et les EANC / cave non chauffée / vide sanitaire, U_2 , est donné par :

$$\text{Eq. 10} \quad U_2 = \frac{1}{R_{si} + \sum_i R_i + R_{se}} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

avec :

- R_{si} la résistance thermique d'échange intérieure, en m².K/W ;
- $\sum_i R_i$ la résistance thermique totale de toutes les couches i de matériaux de l'élément de construction (de face à face), en m².K/W.

Figure [5] : Explication des termes utilisés dans le cas d'un espace adjacent non chauffé



Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

7.3 Appui de fondation d'un plancher sur sol

Pour l'appui de fondation d'un plancher sur sol, le modèle (massif de sol compris, voir § 6.1.1.2) est calculé de manière bidimensionnelle et Φ_{2D} est calculé comme le flux thermique total qui sort de l'environnement intérieur.

Le coefficient de transmission thermique linéaire est alors égal à :

$$\text{Eq. 11} \quad \Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{A_1 \cdot U_1}{L} - \frac{\Phi_{2D,a}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \Psi_{e, \text{edge}} \quad \text{W/(m.K)}$$

avec

Φ_{2D} le flux thermique stationnaire bidimensionnel qui sort de l'environnement intérieur, calculé à l'aide d'un logiciel de simulation numérique, en W ;

L la longueur du nœud constructif modélisé, en m ;

$(\theta_i - \theta_e)$ la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur, en K ;

A_1 la surface du mur entre les environnements intérieur et extérieur, mesurée à partir des dimensions extérieures, en m^2 ;

U_1 le coefficient de transmission thermique du mur, en $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

$\Phi_{2D,a}$ le flux thermique stationnaire bidimensionnel total qui sort de l'environnement intérieur, en W, calculé à l'aide d'un logiciel de simulation numérique, sur base du modèle qui doit être adapté de la manière suivante :

- on néglige tous les massifs de fondation et/ou isolation périphérique en remplaçant ceux-ci par du sol avec une conductivité thermique de $2 \text{ W}/(\text{m.K})$,
- on attribue des conditions périphériques adiabatiques là où le mur (qui en principe se prolonge jusqu'au bas du plancher, isolation du plancher comprise) est en contact avec le plancher sur sol ou le sol ;

$\Psi_{e, \text{edge}}$ le coefficient de transmission thermique linéaire de l'isolation périphérique. Si le coefficient de transmission thermique linéaire de l'appui de fondations contient l'effet de l'isolation périphérique, $\Psi_{e, \text{edge}}$ doit être égal à zéro. Si le coefficient de transmission thermique linéaire de l'appui de fondations ne contient pas l'effet de l'isolation périphérique, alors $\Psi_{e, \text{edge}}$ doit être calculé selon :

$$\text{Eq. 12} \quad \Psi_{e, \text{edge}} = \frac{\Phi_{2D,b}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{\Phi_{2D,a}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \quad \text{W/(m.K)}$$

avec :

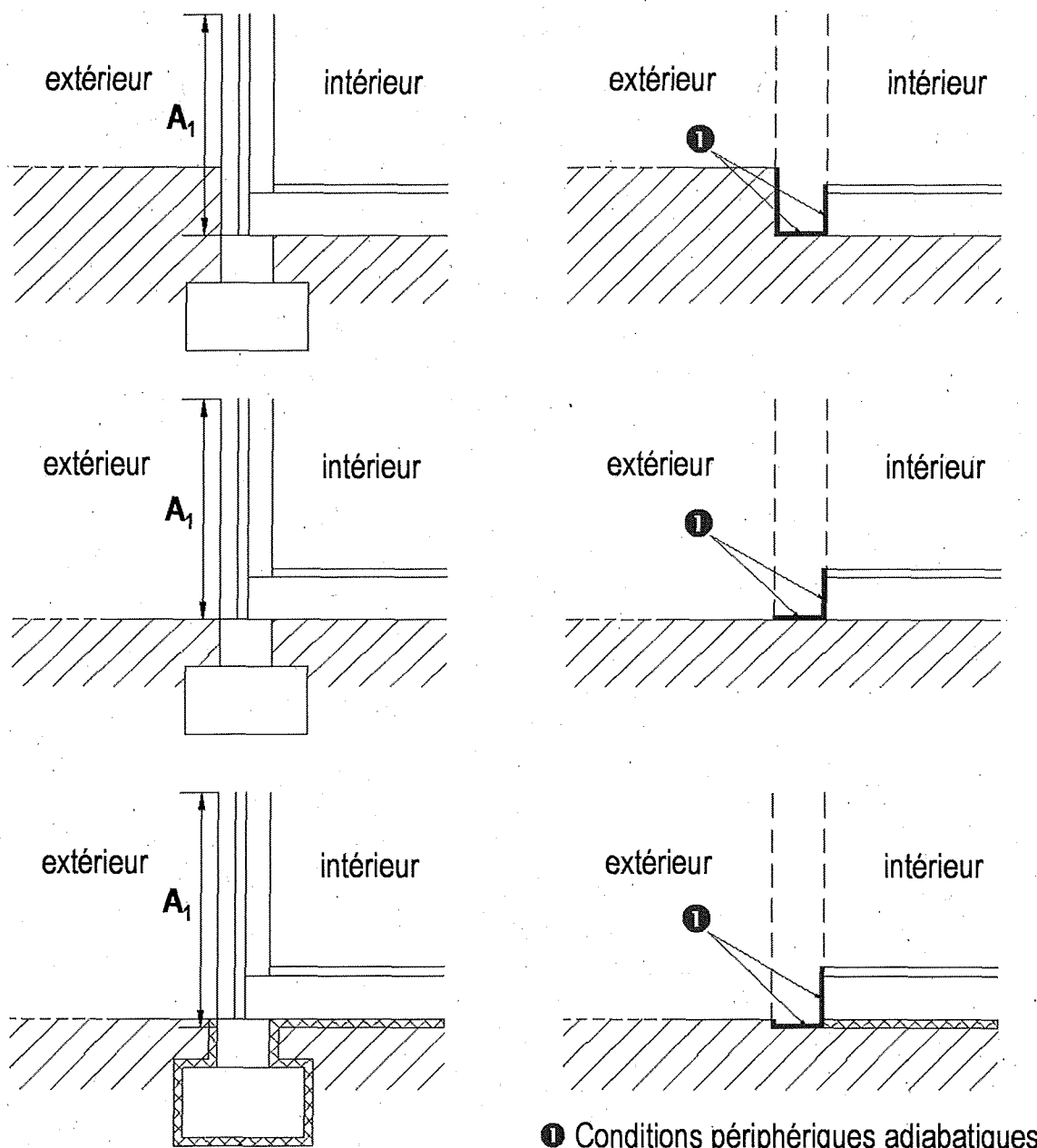
$\Phi_{2D,b}$ le flux thermique stationnaire bidimensionnel total qui sort de l'environnement intérieur, en W, calculé à l'aide d'un logiciel de simulation numérique, sur base du modèle qui doit être adapté de la manière suivante :

- on tient compte de tous les massifs de fondation et de l'isolation périphérique ;
- on attribue des conditions périphériques adiabatiques là où le mur (qui en principe se prolonge jusqu'au bas du plancher, isolation du plancher comprise) est en contact avec le plancher sur sol ou le sol.

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

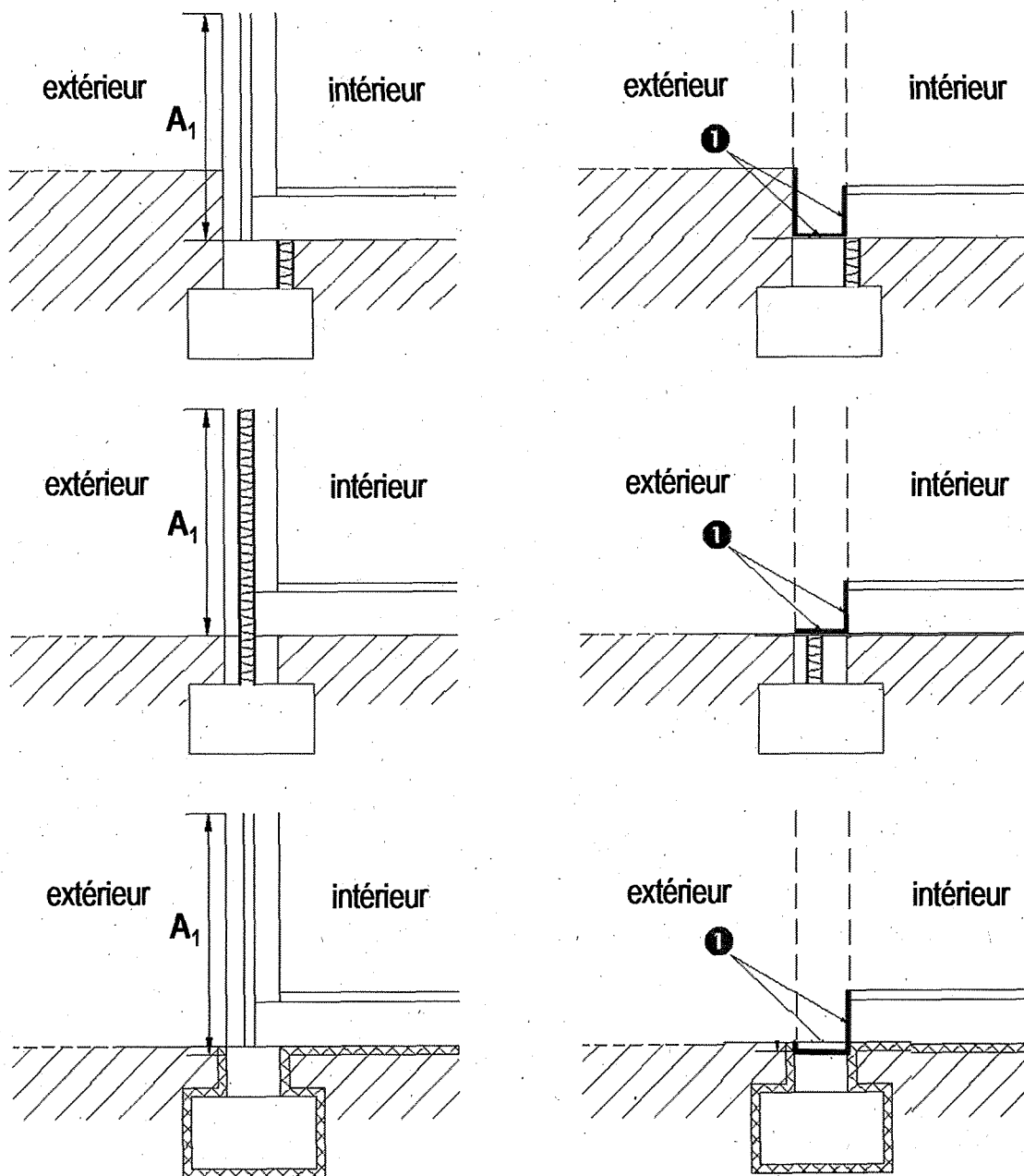
La Figure [6] et la Figure [8] précisent la manière suivant laquelle le modèle doit être adapté pour le calcul respectivement des flux thermiques $\Phi_{2D,a}$ et $\Phi_{2D,b}$.

Figure [6] : Adaptation du détail réel pour le calcul
du flux thermique $\Phi_{2D,a}$
(gauche : situation réelle - droite : situation simulée)



Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

Figure [7] : Adaptation du détail réel pour le calcul du flux thermique $\Phi_{2D,b}$
(à gauche : situation réelle - à droite : situation à simuler)



❶ Conditions périphériques adiabatiques

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

7.4 Raccords aux fenêtres et portes

Pour déterminer la valeur Ψ d'un raccord à une fenêtre ou à une porte, il est uniquement tenu compte de la paroi et du châssis de fenêtre ou de porte. On peut choisir entre une méthode de calcul détaillée (§ 7.4.1) ou simplifiée (§ 7.4.2).

Dans les deux méthodes, le coefficient de transmission thermique linéaire est égal à :

$$\text{Eq. 13} \quad \Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{A_1 \cdot U_1}{L} - \frac{A_2 \cdot U_2}{L} \quad \text{W/(m.K)}$$

avec :

- Φ_{2D} le flux thermique stationnaire bidimensionnel total qui sort de l'environnement intérieur, calculé à l'aide d'un logiciel de simulation numérique, en W ;
- L la longueur du nœud constructif modélisé, en m ;
- $(\theta_i - \theta_e)$ la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur, en K ;
- A_1 la surface de la paroi entre les environnements intérieur et extérieur, mesurée à partir des dimensions extérieures, en m^2 ;
- U_1 le coefficient de transmission thermique de la paroi, en $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- A_2 la surface projetée du châssis du côté extérieur, mesurée à partir des dimensions extérieures, en m^2 ;
- U_2 le coefficient de transmission thermique du châssis, en $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

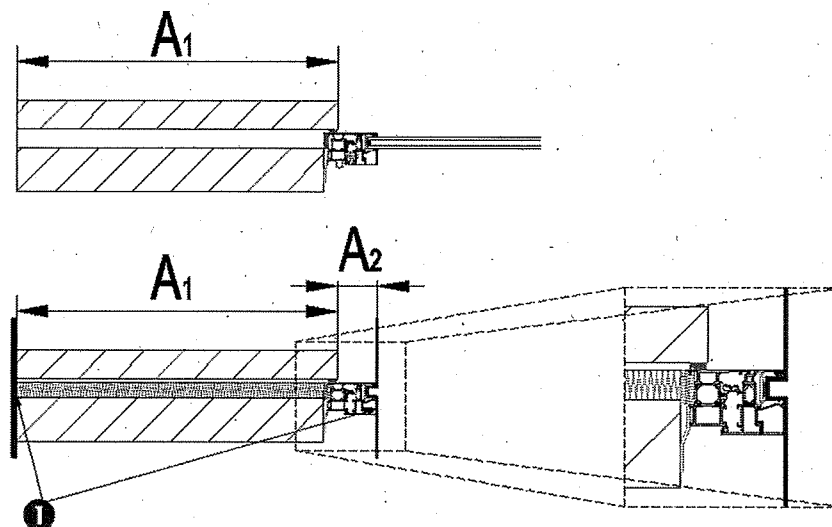
7.4.1 Méthode de calcul détaillée

Dans la méthode de calcul détaillée, le châssis de fenêtre ou de porte est modélisé en détail et le coefficient de transmission thermique U_2 dans l'Eq. 13 est déterminé conformément aux prescriptions de la NBN ISO 10077-2.

Pour la détermination de la valeur Ψ , ce modèle détaillé est repris. A la surface de contact entre le châssis de fenêtre ou de porte et le vitrage et/ou les espaceurs, des conditions périphériques adiabatiques doivent être appliquées. Le vitrage et les espaceurs eux-mêmes ne sont donc pas modélisés.

La Figure [8] présente les paramètres qui sont nécessaires au calcul de la valeur Ψ .

Figure [8] : Méthode de calcul détaillée
(au-dessus : situation réelle - en-dessous : situation simulée)



❶ Conditions périphériques adiabatiques

7.4.2 Méthode de calcul simplifiée

Une simplification du détail du châssis est autorisée pour les types de châssis de fenêtres et de portes, sauf pour les châssis à coupure thermique en contact avec une paroi opaque dont l'isolation n'est pas raccordée avec la coupure thermique du châssis.

La simplification consiste à remplacer le châssis de fenêtre ou de porte par un bloc homogène avec les caractéristiques suivantes (Figure [9]) :

- la dimension a du bloc est égale à l'épaisseur du cadre fixe de la fenêtre mesurée perpendiculairement au plan du vitrage ;
- la dimension b du bloc est égale à la largeur du profil de châssis complet (tant la partie fixe que la partie ouvrante), mesurée parallèlement au plan du vitrage ;
- la conductivité thermique λ'_f du bloc, déterminée comme mentionné ci-dessous ;
- le vitrage et les espaceurs ne sont pas modélisés ;
- ce bloc homogène doit se trouver dans la position exacte du profil réel d'origine. Le vitrage n'est pas modélisé, donc, du côté du vitrage, la limite adiabatique du modèle à simuler se trouve à la limite du bloc homogène ;
- pour le calcul de la valeur Ψ , les surfaces correspondantes A_1 et A_2 doivent être utilisées.

La conductivité thermique λ'_f du bloc est déterminé de telle manière que le coefficient de transmission thermique total du bloc est identiquement égal au coefficient de transmission thermique U_f du châssis. Pour le calcul de U_f , on se référera à l'annexe DRT. Pour la simulation d'un raccord avec une fenêtre, la valeur λ'_f équivalente du bloc doit être calculé de la manière suivante :

$$\text{Eq. 14} \quad \lambda'_f = \frac{a}{\frac{1}{U_f} - R_{si} - R_{se}} \quad \text{W/(m.K)}$$

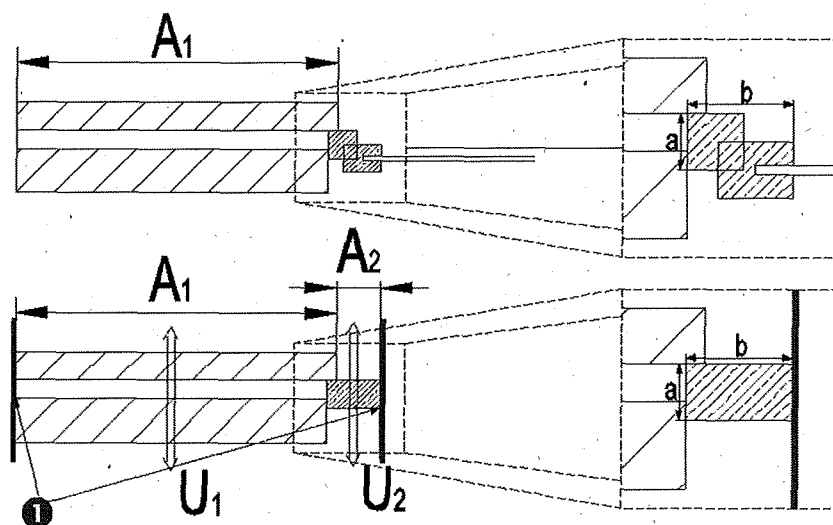
Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

avec :

- a : une dimension du bloc (voir Figure [9]), en m ;
- U_f : le coefficient de transmission thermique du châssis, déterminé conformément à l'annexe DRT, en $W/(m^2.K)$;
- R_{si} : la résistance thermique d'échange intérieure, en $m^2.K/W$;
- R_{se} : la résistance thermique d'échange extérieure, en $m^2.K/W$.

La Figure [9] présente les paramètres qui sont nécessaires au calcul de la valeur Ψ .

Figure [9] : Méthode de calcul simplifiée
(au-dessus : situation réelle - en-dessous : situation simulée)



❶ Conditions périphériques adiabatiques

7.5 Nœuds constructifs dans le cas de parois en ossature bois ou en ossature métallique

Comme précisé au § 6.1.3.1, les parois en structure en bois (toit à verres ou à chevrons, planchers en bois, mur à ossature bois, ...), ou avec d'autres interruptions linéaires propres à une paroi (p.ex. des connexions linéaires entre des panneaux sandwich), ne peuvent pas être modélisées de manière simplifiée.

Pour déterminer la valeur Ψ_e d'un nœud constructif, les valeurs U des parois qui font partie du nœud constructif et qui contiennent des interruptions linéaires, doivent obligatoirement être déterminées numériquement. Cela signifie qu'un deuxième calcul numérique est nécessaire, dans lequel une partie représentative de la paroi est modélisée séparément (y compris chevrons, verres, montants, poutres, couches métalliques, raccords) et dans lequel la valeur U est déterminée de la manière suivante :

$$\text{Eq. 15} \quad U = \frac{\Phi_{2D}/3D}{A \cdot (\theta_i - \theta_e)} \quad W/(m^2.K)$$

avec :

Annexe 1 - Spécifications du calcul exact de l'influence des nœuds constructifs linéaires et ponctuels sur le flux thermique total

- $\Phi_{2D/3D}$ le flux thermique stationnaire bi- ou tridimensionnel total à travers la paroi, y compris les interruptions linéaires propres à la paroi, calculé avec un logiciel numérique validé, en W ;
- A la surface de la paroi telle qu'introduite dans le modèle numérique, en m^2 ;
- $(\theta_i - \theta_e)$ la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur, en K.

8 Exigences pour le rapport

8.1 Données à introduire

Le rapport doit au minimum contenir les données d'entrée suivantes :

- logiciel utilisé ;
- modèle bi- ou tridimensionnel avec dimensions ;
- conductivités thermiques des matériaux utilisés ;
- températures d'environnements appliquées ;
- résistances thermiques d'échanges utilisés et indication des surfaces pour lesquelles elles sont d'application ;
- simplifications éventuellement appliquées comme autorisé au § 6.1.2 ;
- éventuelles conductivités thermiques équivalentes.

8.2 Données à extraire

Le rapport doit au minimum contenir les résultats suivants :

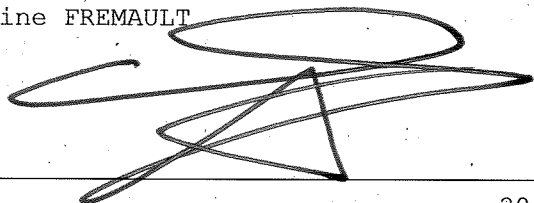
- Φ_{2D} ;
- le coefficient de transmission thermique Ψ/χ avec une précision de deux chiffres après la virgule ;
- valeurs U et surfaces A utilisées pour le calcul de Ψ/χ .

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel 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 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...

La Ministre du Logement, de la Qualité de Vie, de l'Environnement et de l'Energie

Céline FREMAULT



Bijlage 2 - Regels voor bepalen van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving.

VOORWOORD.....	2
1 DEFINITIES.....	2
2 REGELS VOOR DE BEPALING VAN DE TOEGANKELIJKHEID VAN EEN OPENING VOOR INTENSIEVE VENTILATIE VANUIT DE BUITENOMGEVING.....	2
2.1 TOEGANKELIJKHEID VAN OPENINGEN VOOR INTENSIEVE VENTILATIE.....	2
2.2 HET INBRAAKVLAK	4
2.3 HET BEREIKBAARHEIDSVLAK	5

Bijlage 2 - Regels voor bepalen van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving.

Voorwoord

Dit document legt de regels vast die moeten nageleefd worden bij het bepalen van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving in het kader van de EPB-regelgeving.

1 Definities

Aansluitend terrein	Aan een bouwwerk grenzend onbebouwd perceel, openbaar of semi-openbaar toegankelijk gebied.
Afzakafstand	Verticale afstand tussen het laagste punt van het opengaande deel en de daaronder in de woning gelegen (aansluitende) vloer.
Bereikbaarheidsvlak	Vlak van waaruit een volgend bereikbaarheidsvlak of inbraakvlak kan worden bereikt.
Inbraakvlak	Deel van het dak- en geveloppervlak dat, vanaf een bereikbaarheidsvlak, bereikbaar is voor inbrekers.

2 Regels voor de bepaling van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving

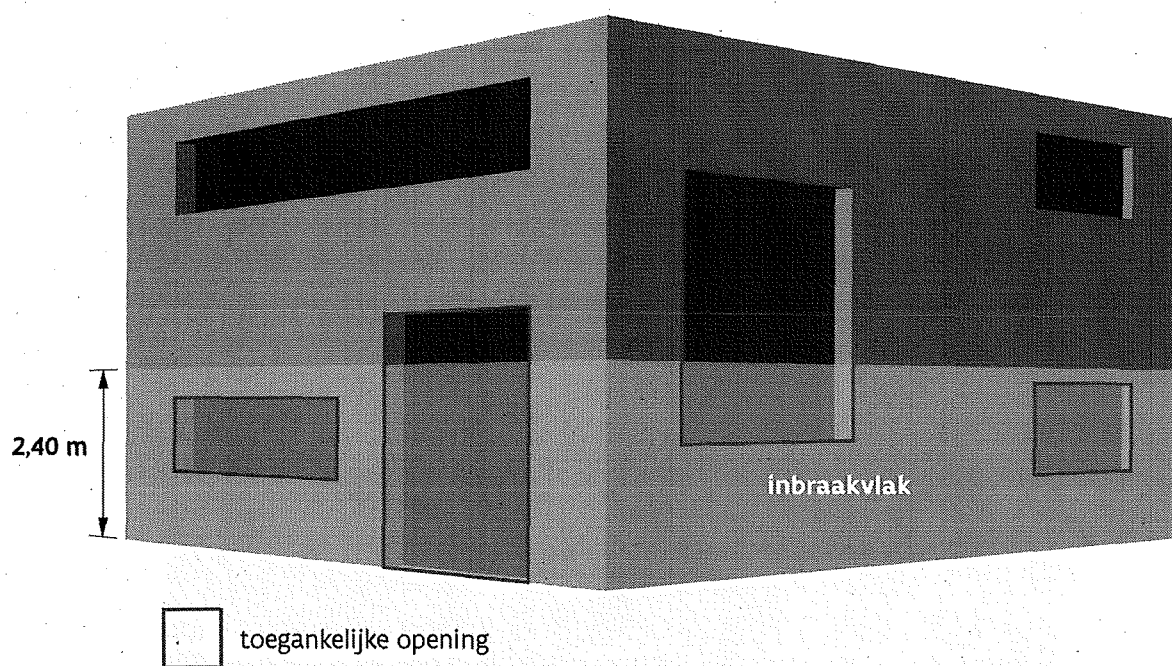
2.1 Toegankelijkheid van openingen voor intensieve ventilatie

Openingen voor intensieve ventilatie zijn toegankelijk vanuit de buitenomgeving indien zij geheel of gedeeltelijk zijn gelegen in de uitwendige scheidingsconstructie van een EPW-eenheid tot een maximale hoogte van 2,4 m vanaf het aansluitende terrein en wateroppervlak. (Figuur 1A)

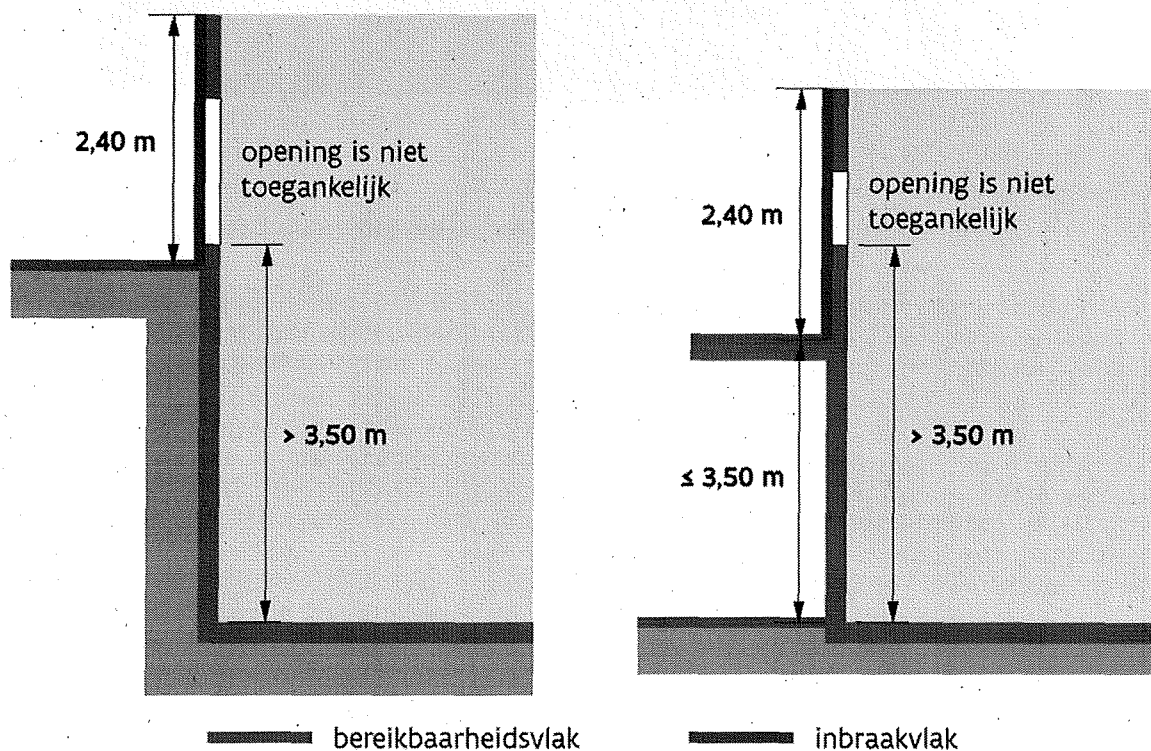
Aanvullend hierop geldt dat openingen voor intensieve ventilatie tevens toegankelijk zijn vanuit de buitenomgeving indien zij geheel of gedeeltelijk gelegen zijn in een inbraakvlak van de EPW-eenheid.

Openingen voor intensieve ventilatie zijn niet toegankelijk vanuit de buitenomgeving, indien de afzakafstand in de woning groter is dan 3,5 m. (Figuur 1B)

Bijlage 2 - Regels voor bepalen van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving.



Figuur 1A: openingen zijn toegankelijk als zij geheel of gedeeltelijk gelegen zijn in de uitwendige constructie van de EPW-eenheid tot een maximale hoogte van 2,4 m vanaf het aansluitende terrein en wateroppervlak



Figuur 1B: openingen zijn niet toegankelijk indien de afzakstand in de woning groter is dan 3,5 m, ook al ligt de opening in een inbraakvlak.

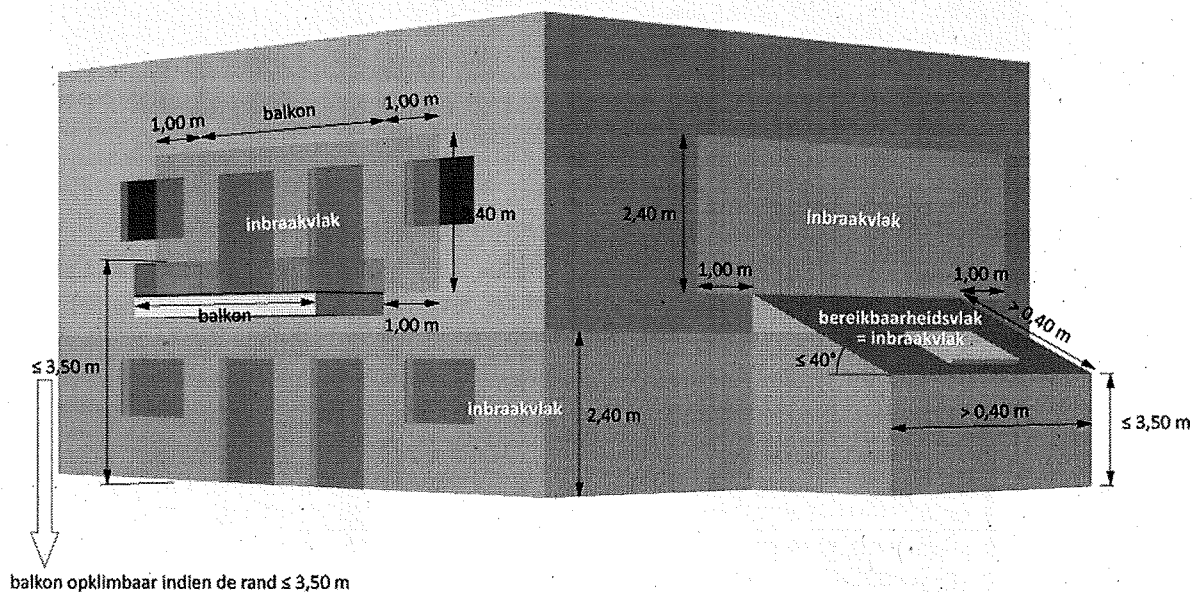
Bijlage 2 - Regels voor bepalen van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving.

2.2 Het inbraakvlak

Een inbraakvlak is het deel van het dak- en geveloppervlak dat bereikbaar is voor inbrekers vanaf een bereikbaarheidsvlak.

Het inbraakvlak heeft een breedte gelijk aan de breedte van het bereikbaarheidsvlak met aan weerszijden 1,0 m extra, en een hoogte van 2,4 m ten opzichte van het bereikbaarheidsvlak. (Figuur 2A)

Aanvullend hierop geldt dat een hellend dakoppervlak met een maximale hellingshoek van 40° beschouwd wordt als een inbraakvlak, indien het ook een bereikbaarheidsvlak is (volgens §2.3). In dit geval kan een bereikbaarheidsvlak tegelijk een inbraakvlak zijn. (Figuur 2A)



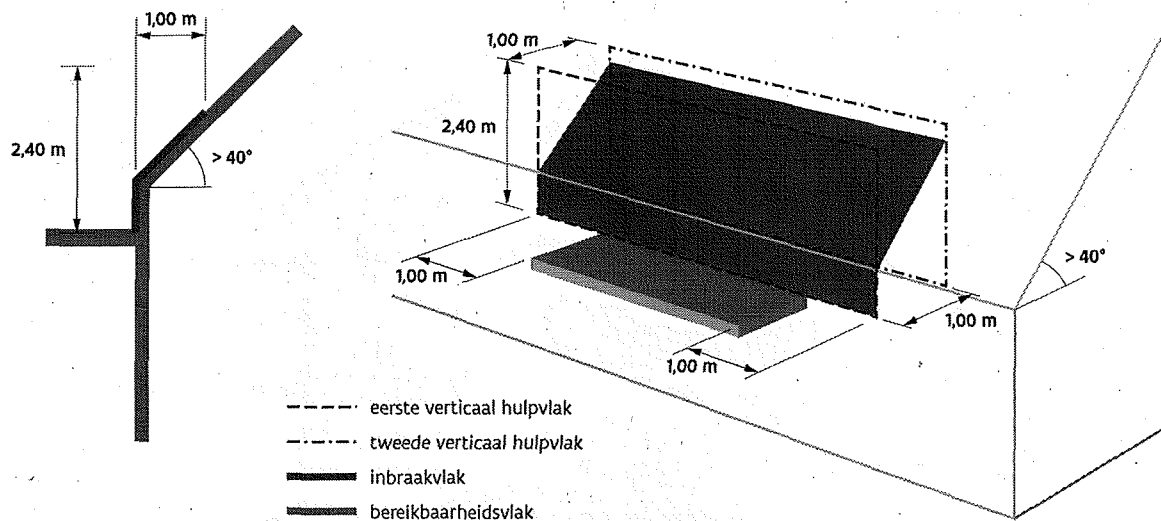
Figuur 2A: voorstelling van mogelijke inbraakvlakken

In afwijking hierop geldt voor het hellend dak- of geveloppervlak, met een hellingshoek groter dan 40° , dat het inbraakvlak bepaald wordt volgens de methode van projectie met behulp van 2 verticale hulpvlakken:

- Eerste verticaal hulpvlak: denkbeeldig vlak met een breedte gelijk aan de breedte van het bereikbaarheidsvlak met aan weerszijden 1,0 m extra en een hoogte van 2,4 m ten opzichte van het bereikbaarheidsvlak. Het eerste hulpvlak staat op de rand van het bereikbaarheidsvlak, welke het dichtst bij het dak- of gevelvlak ligt.
- Tweede verticaal hulpvlak: denkbeeldig, oneindig groot, verticaal vlak op een afstand van 1,0 m vanaf het eerste verticale hulpvlak.

Het inbraakvlak is vervolgens dat deel van de horizontale projectie van het eerste verticale hulpvlak op de uitwendige scheidingsconstructie, dat zich bevindt tussen het bereikbaarheidsvlak en het tweede verticale hulpvlak. (Figuur 2B)

Bijlage 2 - Regels voor bepalen van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving.



Figuur 2B: methode van projectie met behulp van 2 verticale hulpvlakken

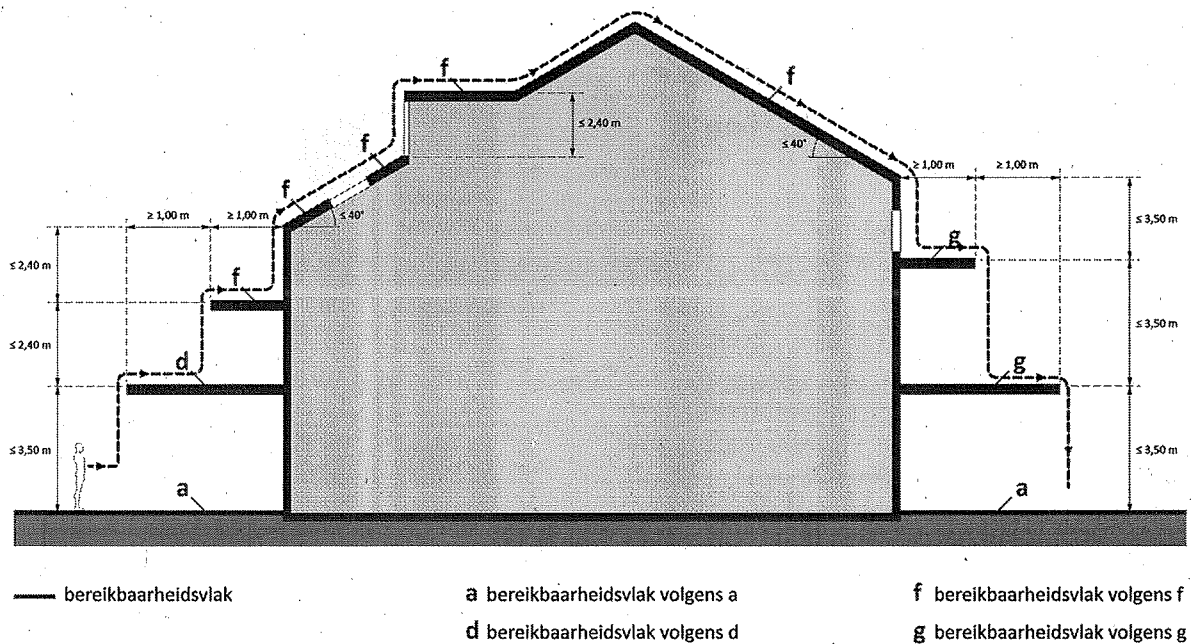
2.3 Het bereikbaarheidsvlak

Een bereikbaarheidsvlak is het vlak van waaruit een volgend bereikbaarheidsvlak of inbraakvlak kan worden bereikt.

Een vlak met een maximale hellingshoek van 40° en de capaciteit om minimaal een gewicht van 50 kg te dragen, is een bereikbaarheidsvlak in volgende gevallen (figuur 3):

- Het vlak is aansluitend terrein en/of aansluitend wateroppervlak;
- Het vlak is een vloer van gemeenschappelijke delen van een woongebouw;
- Het vlak is vanaf het aansluitende terrein toegankelijk via een vaste trap;
- Het vlak heeft een minimale afmeting van $0,4 \times 0,4$ m en het laagste punt ervan ligt maximaal 3,5 m hoger dan het aansluitend terrein en aansluitend wateroppervlak;
- Het vlak heeft een minimale afmeting van $0,4 \times 0,4$ m, het laagste punt ervan ligt maximaal 3,5 m hoger dan de vloer van de gemeenschappelijke delen van een woongebouw en ligt minimaal aan één zijde, minimaal 1,0 m terug ten opzichte van de rand van de eronder gelegen vloer van de gemeenschappelijke circulatieruimte van een woongebouw;
- Het vlak heeft een minimale afmeting van $0,4 \times 0,4$ m, het laagste punt ervan ligt maximaal 2,4 m hoger dan het voorgaande bereikbaarheidsvlak en ligt minimaal aan één zijde, minimaal 1,0 m terug ten opzichte van de rand van het voorgaande bereikbaarheidsvlak;
- Het vlak heeft een minimale afmeting van $1,0 \times 0,4$ m, het laagste punt ervan ligt maximaal 3,5 m lager dan het voorgaande bereikbaarheidsvlak en ligt minimaal aan één zijde, minimaal 1,0 m terug ten opzichte van de rand van het voorgaande bereikbaarheidsvlak.

Bijlage 2 - Regels voor bepalen van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving.



Figuur 3: voorstelling van mogelijke bereikbaarheidsvlakken

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit 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 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,

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
Céline FREMAULT

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

AVANT-PROPOS	2
1 DEFINITIONS	2
2 REGLES POUR LA DETERMINATION DE L'ACCESSIBILITE DEPUIS L'EXTERIEUR D'UNE OUVERTURE DE VENTILATION INTENSIVE	2
2.1 ACCESSIBILITE DES OUVERTURES DE VENTILATION INTENSIVE	2
2.2 LA SURFACE D'EFFRACTION	4
2.3 LA SURFACE D'ACCESSIBILITE	5

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.

1 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.

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

2.1 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

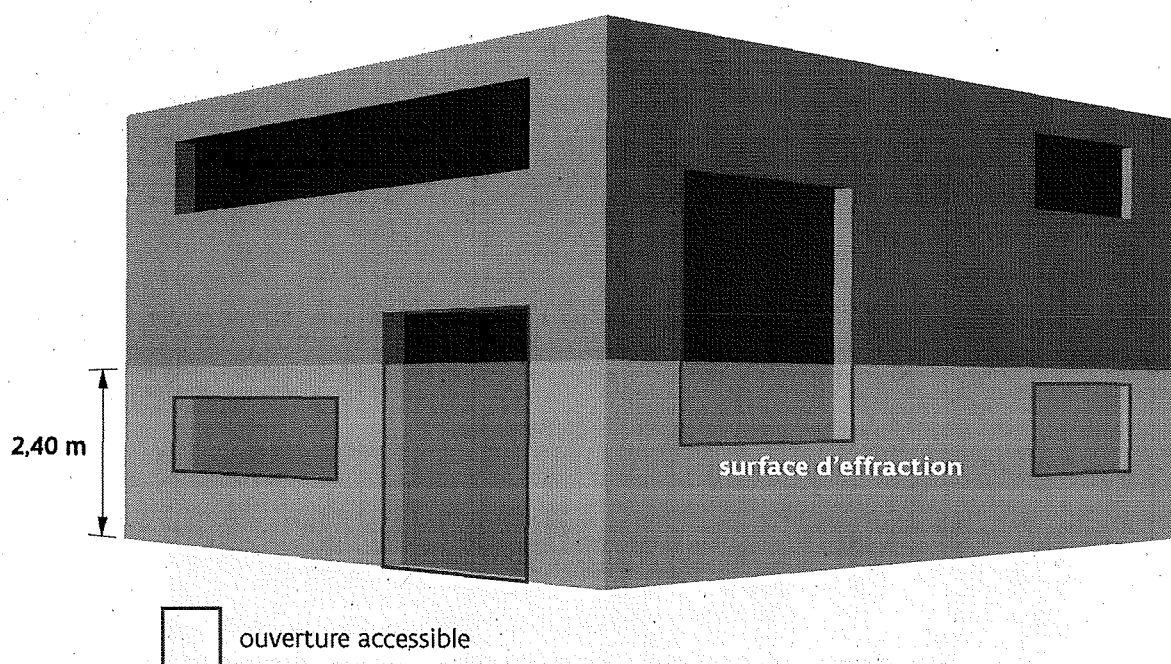


Figure 1A : Les ouvertures sont considérées accessibles si elles sont situées totalement ou partiellement dans la paroi extérieure de l'unité PER jusqu'à une hauteur maximale de 2,4 m à partir du terrain ou de l'étendue d'eau adjacent(e) ..

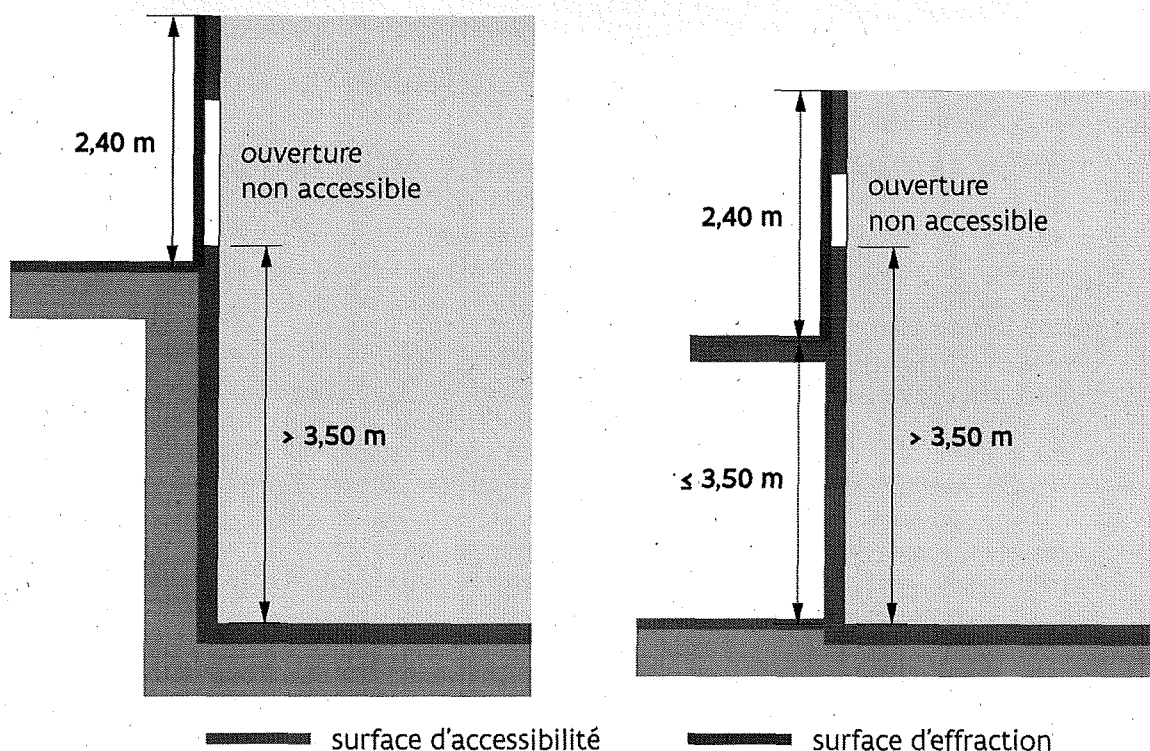


Figure 1B : Les ouvertures sont considérées non accessibles si la hauteur pour descendre dans (ou vers) le logement est supérieure à 3,5 m, même si l'ouverture est située dans une surface d'effraction.

2.2 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 §2.3). Dans ce cas, une surface d'accessibilité peut en même temps être une surface d'effraction (Figure 2A).

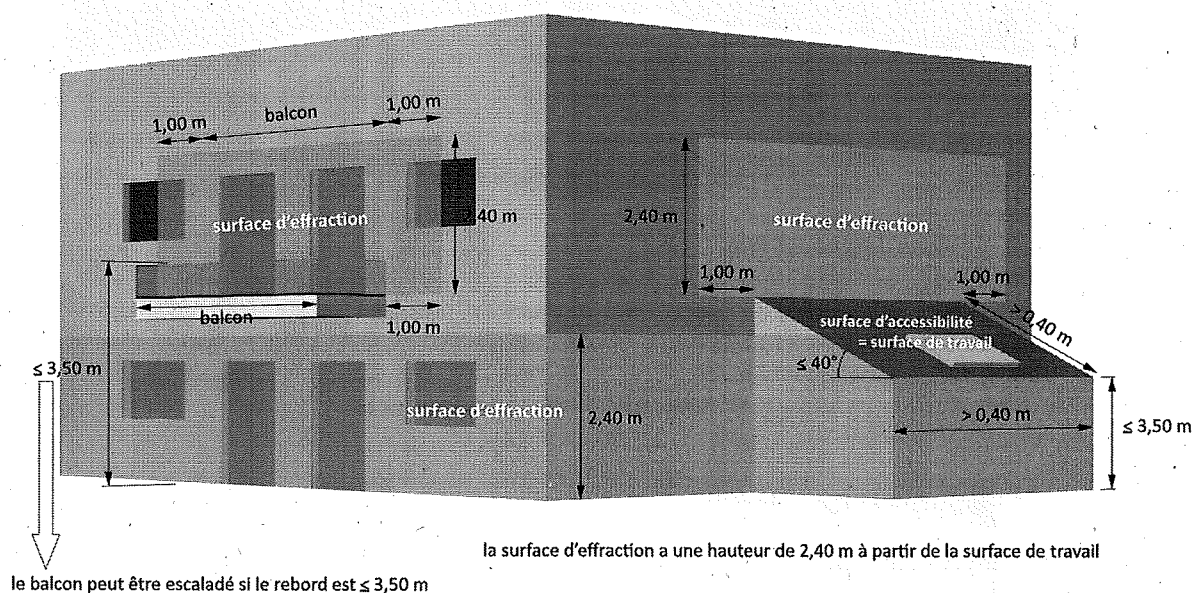


Figure 2A : Représentation de surfaces d'effraction possibles

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 2 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).

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

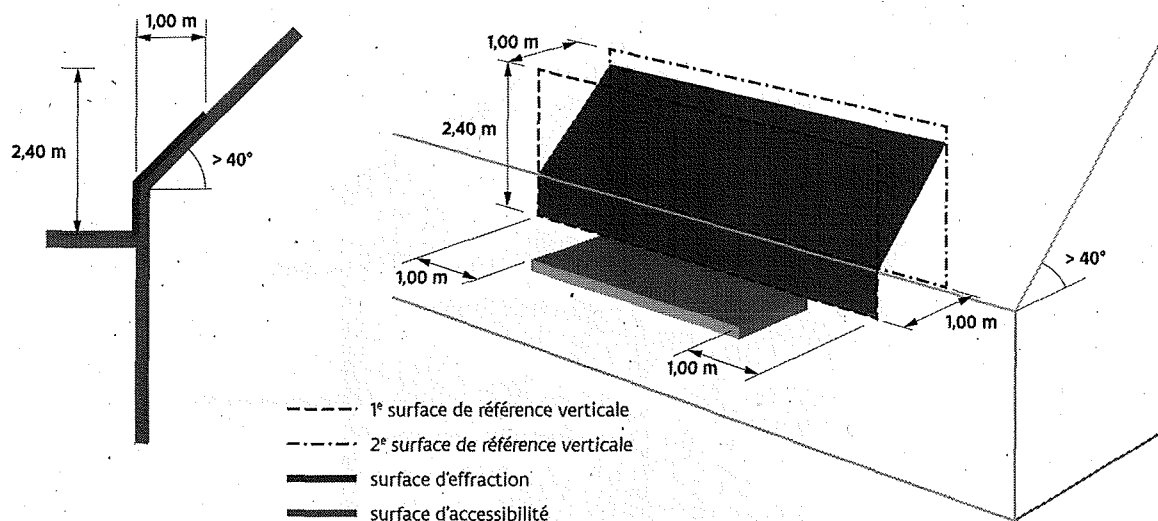


Figure 2B : Méthode de projection à l'aide de 2 surfaces de référence verticale

2.3 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 $0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$, située à maximum $3,5 \text{ m}$ au-dessus du terrain et/ou de l'étendue d'eau adjacent(e) ;
- La surface est une zone de minimum $0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$, située à maximum $3,5 \text{ m}$ au-dessus d'un plancher d'un passage commun d'un bâtiment résidentiel et en retrait sur minimum $1,0 \text{ m}$, 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 $0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$, située à maximum $2,4 \text{ m}$ au-dessus de la surface d'accessibilité précédente et en retrait sur minimum $1,0 \text{ m}$, au moins d'un côté, par rapport au bord de la surface d'accessibilité précédente ;

La surface est une zone de minimum $1,0 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$, située à maximum $3,5 \text{ m}$ en dessous de la surface d'accessibilité précédente et en saillie sur minimum $1,0 \text{ m}$, 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

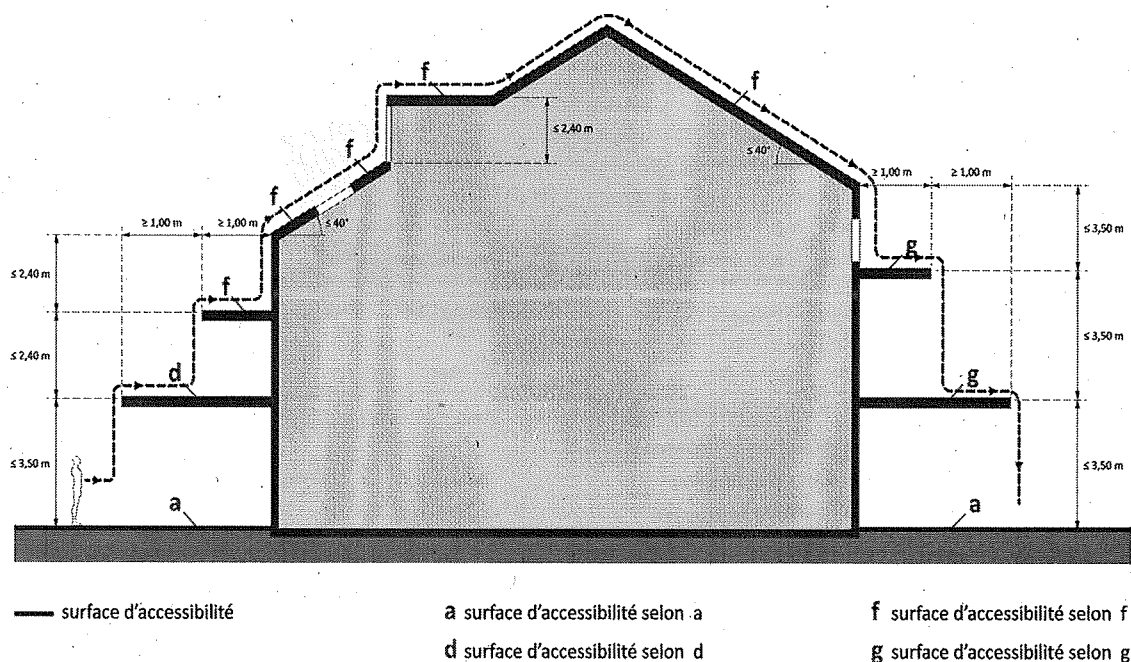


Figure 3 : Représentations de surfaces d'accessibilité possibles

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel portant exécution des annexes 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 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...

La Ministre du Logement, de la Qualité de Vie, de l'Environnement et de l'Energie

Céline FREMAULT

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

VOORWOORD.	2
1 BEPALING BRUTO ENERGIEBEHOEFTE.....	2
1.1 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming	2
1.2 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater	3
1.3 Maandelijks rendement van een combilus	6
1.3.1 De combilus wordt het hele jaar door gebruikt.....	6
1.3.2 De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt.....	16
2 BEPALING EINDENERGIEVERBRUIK.....	17
2.1 Het maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming	17
2.2 Het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater	17
2.2.1 De combilus wordt het hele jaar door gebruikt.....	18
2.2.2 De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt.....	19
2.3 Het opwekkingsrendement voor energiesectoren en tappunten die bediend worden door een combilus	20
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	23
5 BEPALING VAN DE REFERENTIEWAARDE VOOR HET ELEKTRICITEITSVERBRUIK VOOR DISTRIBUTIE VAN DE POMP(EN) VAN EEN SYSTEEM COMBILUS DIE EEN EPN-EENHEID BEDIENT	24
5.1 Bepaling van de referentiewaarde voor het geïnstalleerd vermogen van een pomp ten dienste van ruimteverwarming	24
5.2 Bepaling van de referentiewaarde voor het geïnstalleerd vermogen van een pomp ten dienste van sanitair warm waterdistributie	24

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:

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

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

- voor energiesectoren in EPN-eenheden:

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

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 maandelijksse bruto energiebehoefte voor warm tapwater

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

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

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

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

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, (-);

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

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	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:

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

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

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

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

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 ander 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;

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

$\eta_{\text{tubing, sink } j}$	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;

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

$f_{ctrl,combi}$	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;

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

- 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 $Q_{loss,combi,NEP,m}$ moet gesommeerd worden over:

- alle segmenten j van de combilus en van de leiding tussen het gemeenschappelijke warmteopwekkingstoestel, 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].

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

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..

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

1.3.1.1 De maandelijkse warmteafgifte van de combilus

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

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

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, (-);

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

$\eta_{EPstor,water,other\ i}$	het opslagrendement van ander tappunt i voor warm tapwater, (-), op niveau van de EPN-eenheid, bepaald volgens § 1.2;
$Q_{heat,net,m}$	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;
$\eta_{em,heat,sec\ j,m}$	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;
$\eta_{distr,heat,sec\ j,m}$	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;
$\eta_{EPstor,heat,sec\ j,m}$	het maandelijks opslagrendement van energiesector j op het niveau van de EPB-eenheid, bepaald volgens § 1.1, (-);
$\eta_{sys,heat}$	het systeemrendement voor verwarming, bepaald volgens § 6.3 van bijlage EPN, (-);
$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woc,m}$	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;
$Q_{water,ncalc,nres,bath\ m,gross\ woc,m}$	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;
$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woc,m}$	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;

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

- 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:

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

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

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_l 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 °C;

$\theta_{\text{amb},m}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur, met indices 'segm i' en 'segm j' voor respectievelijk leidingsegment i en leidingsegment j, in °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: $\theta_{\text{amb},m} = \theta_{i,\text{heat},f,\text{et } f}$, 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 °C.

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

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

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

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:

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

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:

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

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

met:

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

t_m	de lengte van de betreffende maand, zie Tabel [1] van bijlage EPW, in Ms;
$t_{heat,hx k,m}$	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: <ul style="list-style-type: none"> - 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 EPW; - 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:

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

met:

$t_{heat,sec j,m}$	de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector j 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.

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

- 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 m²K/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 hieronder 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 eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, zonder de hulpenergie mee te tellen, wordt per maand en per energiesector aangesloten op de combilus, gegeven door:

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

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

waarin:

$f_{\text{heat,m,pref}}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, zoals bepaald in § 10.2.2 van bijlage EPW voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, (-);
$f_{\text{as,heat,seci,m}}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 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;
$\eta_{\text{gen,combi,m,pref}}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) die de combilus van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3, (-);
$f_{\text{heat,m,npref } j}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de niet-preferente warmteopwekker(s) j wordt geleverd, zoals bepaald in § 10.2.2 van bijlage EPW voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, (-);
$\eta_{\text{gen,combi,m,npref } j}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) j die de combilus van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3, (-).

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

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).

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

2.2.1 De combilus wordt het hele jaar door gebruikt

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

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

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

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

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

$$\text{Eq. 60} \quad Q_{\text{water,other i,final,m,pref}} = \frac{f_{\text{water,other i,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,other i,m}}) \cdot Q_{\text{water,other i,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 61} \quad Q_{\text{water,other i,final,m,npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{water,other i,m,npref j}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,other i,m}}) \cdot Q_{\text{water,other i,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m,npref j}}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{water,m,pref}}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater welke door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, met index 'bath i', 'sink i' of 'other i' al naar gelang het geval, bepaald zoals in 10.3.2 van bijlage EPW, (-);
$f_{\text{as,m}}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 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, (-);
$Q_{\text{water,bath i,gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{\text{gen,combi,m,pref}}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) die de combilus van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3, (-);
$f_{\text{water,m,npref j}}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater welke door de niet-preferente warmteopwekker(s) j wordt geleverd, met index 'bath i', 'sink i' of 'other i' al naar gelang het geval, bepaald zoals in 10.3.2 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,combi,m,npref j}}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) j die de combilus van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3, (-);

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

- $Q_{\text{water,sink } i, \text{gross}, m}$ 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.

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

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 § 10.3.3.2 van bijlage EPW, (-);

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

$\eta_{\text{stor,water,bath } i,m,\text{pref}}$	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, (-);
$Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{\text{stor,water,sink } i,m,\text{pref}}$	het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht i , die verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$Q_{\text{water,other } i,\text{gross},m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i , bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{\text{stor,water,other } i,m,\text{pref}}$	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 $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} > 0$ 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 $\eta_{\text{gen,water}}$ wordt bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage EPW, dan geldt:

$$\text{Eq. 63} \quad \eta_{\text{gen,combi},m} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci},m} + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross},m} + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross},m} + \sum_l Q_{\text{water,other l,gross},m} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci},m}}{\eta_{\text{gen,heat}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water,bathj,gross},m}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} + \frac{\sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross},m}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} + \frac{\sum_l Q_{\text{water,other l,gross},m}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} \right)} \quad (-)$$

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

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

$$\eta_{\text{gen,combi,m}} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} + \sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat}}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} + \frac{\sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} + \frac{\sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} \right)} \quad (-)$$

Eq. 64

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;
$\eta_{\text{gen,heat}}$	het opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{gen,water}}$	het opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage EPW, (-);
$\eta_{\text{combistor,water,m}}$	het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank tussen het opwekkingstoestel en de combilus, zoals hieronder bepaald (-);
$\eta_{\text{stor,water}}$	het opslagrendement van een warmwatertank, bepaald, samen met $\eta_{\text{gen,water}}$, 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 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:

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

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

- 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 omzetting van het maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming naar het maandelijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming gebeurt analoog aan de methodes beschreven in § 13.3 van bijlage EPW en § 10.3 van Bijlage EPN.

De omzetting van het maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater naar het maandelijks primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater, gebeurt analoog aan de methode beschreven in § 13.4 van bijlage EPW en § 10.4 van Bijlage EPN.

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

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:

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

Eq. 66

- Voor keukenaanrecht j:

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

Eq. 67

- Voor ander tappunt k voor warm tapwater:

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

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:

$Q_{\text{out,combi},m,\text{ref}}$	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;
$\theta_{\text{amb},m,\text{segm } j}$	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

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

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

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

functie van de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingsegment $D_{i,j}$, in mK/W.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van de combilus die bediend worden door pomp j .

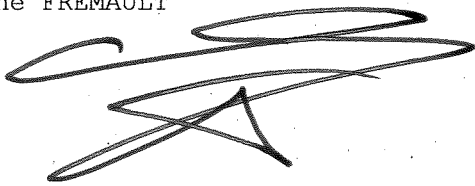
Indien een pomp meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient, dan dient de referentiewaarde voor het vermogen van de pomp ($P_{\text{pumps,dis,instal,water},j,\text{ref}}$) proportioneel verdeeld te worden over deze EPW- en/of EPN-eenheden op basis van de totale bruto energiebehoefte voor warm tapwater van de respectievelijke eenheden.

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

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit 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 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,

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
Céline FREMAULT



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 Combilus utilisé toute l'année.....	6
1.3.2 Combilus utilisé uniquement pendant la période hivernale.....	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 Combilus utilisé toute l'année.....	18
2.2.2 Combilus utilisé uniquement pendant la période hivernale.....	19
2.3 Rendement de production des secteurs énergétiques et des points de puisage alimentés par un combilus	20
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	23
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	24
5.1 Détermination de la valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant au chauffage	24
5.2 Détermination de la valeur de référence pour la puissance installée d'un circulateur servant à la distribution d'eau chaude sanitaire	24

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 , $Q_{\text{heat,gross,seci,m}}$, sont donnés par :

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

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 :

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

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

- 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
---------------------------------	---

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

	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, (-) ;
$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	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 pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe PEN pour les unités PEN, en MJ ;
$\eta_{\text{sys,combi,water,bath } i,m}$	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, (-) ;
$f_{\text{water,sink } j,\text{gross}}$	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, (-).
$Q_{\text{water,sink } j,\text{net},m}$	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 pour les unités PER et selon le § 5.10 de l'annexe PEN pour les unités PEN, en MJ ;
$\eta_{\text{sys,combi,water,sink } j,m}$	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, (-) ;
$f_{\text{water,other } k,\text{gross}}$	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, (-).
$Q_{\text{water,other } k,\text{net},m}$	les besoins mensuels nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un autre point de puisage k , déterminés selon le § 5.10 de l'annexe PEN, en MJ ;
$\eta_{\text{sys,combi,water,other } k,m}$	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, $\eta_{\text{sys,combi,water,bath } i,m}$, $\eta_{\text{sys,combi,water,sink } j,m}$ et $\eta_{\text{sys,combi,water,other } k,m}$, 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 :

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

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

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

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

- 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 :

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	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 § 5.10 de l'annexe PEN, 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 § 6.5 de l'annexe PEN, (-) ;
$Q_{\text{loss,stor,water},m}$	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 :

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

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 :

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

avec :

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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

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

et avec :

$Q_{\text{out,combi,m}}$ l'émission de chaleur mensuelle du combilus, déterminée selon le § 1.3.1.1, en MJ ;

$f_{\text{ctrl,combi}}$ 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], (-) ;

$Q_{\text{loss,combi,EP,m}}$ 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 ;

$Q_{\text{loss,combi,nEP,m}}$ 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 ;

$f_{\text{insul,combi}}$ un facteur de correction pour prendre en compte l'effet des ponts thermiques sur la résistance thermique des segments du combilus, déterminé comme $f_{\text{insul,circ } k}$ 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", (-) ;

$Q_{\text{loss,combi,EP,segm } i,m}$ 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 ;

$Q_{\text{loss,combi,nEP,segm } j,m}$ 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 ;

$Q_{\text{loss,combi,EP,hx } k,m}$ 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 ;

$Q_{\text{loss,combi,nEP,hx } n,m}$ 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 ;

$Q_{\text{loss,combi,EP,stor } o,m}$ 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 ;

$Q_{\text{loss,combi,nEP,stor } p,m}$ 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

Annexe 3.- Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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].

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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.

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

1.3.1.1 Emission de chaleur mensuelle du combilus

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

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

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, (-) ;

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

$\eta_{EPstor,water,other,i}$	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, (-) ;
$Q_{water,ncalc,res,unit l,gross,m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'une unité résidentielle PEB l 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 ;

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

- tous les secteurs énergétiques k situés dans une unité PEN et connectés sur le combilus ;
- l'ensemble des unités résidentielles PEB 1 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, $Q_{loss,combi,EP,segm\ i,m}$ et $Q_{loss,combi,nEP,segm\ j,m}$, sont donnés par :

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

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

avec :

- t_m la longueur du mois considéré, voir Tableau [1] de l'annexe PER, en Ms ;
- $t_{heat,segm\ i,m}$ 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 ;
- $\theta_{combi,m}$ 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 $^\circ\text{C}$;
- $\theta_{amb,m}$ la température ambiante moyenne mensuelle, avec les indices 'segm i ' et 'segm j ' pour respectivement les segments de conduite i et j , en $^\circ\text{C}$:
 - si le segment de conduite se trouve à l'intérieur du volume protégé mais pas dans une unité PEN, alors :
 $\theta_{amb,m} = 18$
 - si le segment de conduite se trouve à l'intérieur d'une unité PEN, alors :
 $\theta_{amb,m} = \theta_{i,heat,fcf}$, déterminée selon le § 5.2 de l'annexe PEN ;
 - si le segment de conduite se trouve dans un espace adjacent non chauffé, alors :
 $\theta_{amb,m} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m}$

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

- 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 :

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

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 :

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

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 m^2 ;

$\theta_{e, m}$ 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 :

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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

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

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 :
 $\theta_{\text{amb,m}} = \theta_{i,\text{heat,fctf}}$, 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 k.

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

La détermination du coefficient de transfert thermique $H_{hx, k}$ et H_{hx} 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 :

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

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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 § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, 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 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 :

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

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

où :

$f_{\text{heat,m,pref}}$	la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminée selon le § 10.2.2 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 7.3.1 de l'annexe PEN pour les unités PEN, (-) ;
$f_{\text{as,heat,seci,m}}$	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 ;
$\eta_{\text{gen,combi,m,pref}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) qui alimente(nt) le combilus, déterminé selon le § 2.3, (-) ;
$f_{\text{heat,m,npref } j}$	la fraction mensuelle de la quantité totale de chaleur fournie par le(s) producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) j, déterminée selon le § 10.2.2 de l'annexe PER pour les unités PER et selon le § 7.3.1 de l'annexe PEN pour les unités PEN, (-) ;
$\eta_{\text{gen,combi,m,npref } j}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) j qui alimente(nt) le combilus, déterminé selon le § 2.3, (-).

Il faut effectuer une somme sur tous les générateurs de chaleur non-préférentiels j qui alimentent le combilus.

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.

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

2.2.1 Combilus utilisé toute l'année

La consommation finale 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 :

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

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

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

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

$$\text{Eq. 60} \quad Q_{\text{water,otheri,final,m,pref}} = \frac{f_{\text{water,otheri,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,otheri,m}}) \cdot Q_{\text{water,otheri,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 61} \quad Q_{\text{water,otheri,final,m,npref}} = \sum_j \frac{f_{\text{water,otheri,m,npref } j} \cdot (1 - f_{\text{as,water,otheri,m}}) \cdot Q_{\text{water,otheri,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,combi,m,npref } j}} \quad (\text{MJ})$$

avec :

$f_{\text{water,m,pref}}$	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 k' selon le cas, déterminée selon le § 10.3.2 de l'annexe PER, (-) ;
$f_{\text{as,m}}$	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, (-) ;
$Q_{\text{water,bath i,gross,m}}$	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 ;
$\eta_{\text{gen,combi,m,pref}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s) qui alimente(nt) le combilus, déterminé selon le § 2.3, (-) ;
$f_{\text{water,m,npref } j}$	la fraction mensuelle de la fourniture totale de chaleur pour la préparation d'eau chaude sanitaire par le(s) producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) j, avec l'indice 'bath i', 'sink i' ou 'other i' selon le cas, déterminé selon le § 10.3.2 de l'annexe PER, (-) ;

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

$\eta_{\text{gen,combi,m,npref } j}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur non-préférentiel(s) j 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.

Il faut effectuer une somme sur tous les générateurs de chaleur non-préférentiels j qui alimentent le combilus.

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 :

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

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

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

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

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

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

où :

$f_{\text{water,m,pref}}$ 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 , (-) ;

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

$Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}$	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 ;
$\eta_{\text{gen,water},m,\text{pref}}$	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, (-) ;
$\eta_{\text{stor,water,bath } i,m,\text{pref}}$	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, (-) ;
$Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}$	les besoins mensuels bruts en énergie pour l'eau chaude sanitaire d'un évier de cuisine i , déterminés selon le § 1.2, en MJ ;
$\eta_{\text{stor,water,sink } i,m,\text{pref}}$	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, (-).
$Q_{\text{water,other } i,\text{gross},m}$	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 ;
$\eta_{\text{stor,water,other } i,m,\text{pref}}$	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 $Q_{\text{heat,net,sec } i,m} > 0$ 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 $\eta_{\text{gen,water}}$ est déterminé selon le § 10.3.3.4.1 de l'annexe PER, alors :

$$\text{Eq. 63} \quad \eta_{\text{gen,combi},m} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} + \sum_j Q_{\text{water,bath } j,\text{gross},m} + \sum_k Q_{\text{water,sink } k,\text{gross},m} + \sum_l Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}}{\eta_{\text{gen,heat}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water,bath } j,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} + \frac{\sum_k Q_{\text{water,sink } k,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} + \frac{\sum_l Q_{\text{water,other } l,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{combistor,water},m}} \right)} \quad (-)$$

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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

$$\eta_{\text{gen,combi,m}} = \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} + \sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}} + \sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}} + \sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}} \right)}{\left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat}}} + \frac{\sum_j Q_{\text{water,bathj,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} + \frac{\sum_k Q_{\text{water,sinkk,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} + \frac{\sum_l Q_{\text{water,other l,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}} \right)} \quad (-)$$

Eq. 64

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 ;
$\eta_{\text{gen,heat}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur préférentiel(s), déterminé selon le § 10.2.3 de l'annexe PER, (-) ;
$\eta_{\text{gen,water}}$	le rendement de production mensuel du/des producteur(s) de chaleur 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, (-) ;
$\eta_{\text{stor,water}}$	le rendement de stockage d'un ballon d'eau chaude, en combinaison avec $\eta_{\text{gen,water}}$, 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 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, $\eta_{\text{combistor,water,m}}$, 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 :

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

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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

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

Eq. 65

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 ;
$Q_{\text{loss,stor,water,m}}$	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 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

La conversion de la consommation mensuelle d'énergie finale pour le chauffage en consommation mensuelle d'énergie primaire pour le chauffage se fait de manière analogue aux méthodes décrites au § 13.3 de l'annexe PER et au § 10.3 de l'annexe PEN.

La conversion de la consommation mensuelle d'énergie finale pour la production d'eau chaude sanitaire en consommation mensuelle d'énergie primaire pour la production d'eau chaude sanitaire se fait de manière analogue à la méthode décrite au § 13.4 de l'annexe PER et au § 10.4 de l'annexe PEN.

Dans le cas où les ballons d'eau chaude de l'unité PEB sont équipés de résistances électriques (boilers satellites) et où le combilus n'est utilisé que durant les mois d'hiver, il faut prendre comme valeur pour le facteur de conversion f_p , pour les mois où $Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$ est égal à zéro, celle de l'électricité.

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 :

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

Eq. 66

- pour l'évier de cuisine j :

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

Eq. 67

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

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

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 :

$Q_{\text{out,combi},m,\text{ref}}$	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 ;
$\theta_{\text{amb},m,\text{segm } j}$	la température ambiante moyenne mensuelle du segment de conduite j, telle que déterminée au § 1.3.1.2, en °C ;

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

$R_{l, \text{segm } j, \text{ref}}$ 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.

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, $P_{\text{pump}, \text{dis}, \text{instal}, \text{heat}, j, \text{ref}}$, est donnée par :

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

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 ($P_{\text{pumps}, \text{dis}, \text{instal}, \text{heat}, j, \text{ref}}$) 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 $P_{\text{pumps}, \text{dis}, \text{instal}, \text{heat}, j, \text{ref}}$ 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, $P_{\text{pump}, \text{dis}, \text{instal}, \text{water}, l, \text{ref}}$, est donnée par :

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

avec :

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

$\theta_{\text{amb}, \text{January}, \text{segm } j}$ 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

Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

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.

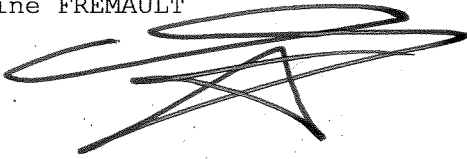
Annexe 3 - Prise en compte d'un combilus dans le cadre de la réglementation PEB

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel 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 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...

La Ministre du Logement, de la Qualité de Vie, de l'Environnement et de l'Energie

Céline FREMAULT



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.....	7
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.....	12
5.3.4	Lineaire warmteverliezen.....	13
5.3.5	Lokale warmteverliezen.....	15
5.3.6	Energiefractie van elke opwekker.....	16
5.3.7	Hulpenergieverbruik.....	19
5.3.8	Jaarlijkse energieproductie.....	22
5.3.9	Gebruik van meetwaarden.....	24
5.3.10	Gebruik van factuurwaarden.....	24
5.3.11	Minimale isolatie-eisen van warmtewisselaars en buffervaten.....	25
6	Bijkomende eis.....	25

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 of nog aan te sluiten is 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
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 energieprestatie 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 $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ wordt als volgt bepaald:

Eq. 1	$\eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 0,97$	(-)
--------------	--------------------------------------	-----

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 :

Eq. 2	$\eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 1,00$	(-)
--------------	--------------------------------------	-----

4.2 Opwekkingsrendement voor de bereiding van warm tapwater door externe warmtelevering

Het in te zetten rendement voor externe warmtelevering voor de warmtapwaterbereiding $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$ wordt als volgt bepaald:

Eq. 3	$\eta_{\text{equiv,water,dh}} = \eta_{\text{equiv,heat,dh}}$	(-)
--------------	--	-----

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, (-).

Het al dan niet aanwezig zijn van warmteopslag wordt ingerekend conform de conventies van Tabel [46] van bijlage EPW.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

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 :

Eq. 4	$f_{p,dh} = \max\left(\frac{E_{p,dh}}{Q_{del,dh}}; 0,7\right)$	(-)
--------------	--	-----

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 :

Eq. 5	$Q_{del,dh} = \sum_j Q_{del,j}$	(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:

- 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) ;

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

- 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 :

Eq. 6	$ \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} $	(MJ)
-------	--	------

waarin :

$w_{dh,j}$

een weegfactor die voor warmtevrager j bepaalt of het systeem van externe warmtelevering dh , instaat voor de ruimteverwarming van energiesector i (index 'heat,sec

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

	<p>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'):</p> <p>Indien ja, $w_{dh,j} = 1$; indien nee, $w_{dh,j} = 0$, (-) ;</p>
$Q_{heat,final,sec\ i,m,pref,j}$	<p>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 ;</p>
$Q_{heat,final,sec\ i,m,npref,j}$	<p>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 ;</p>
$Q_{water,bath\ k,final,m,pref,j}$	<p>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 ;</p>
$Q_{water,bath\ k,final,m,npref,j}$	<p>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 ;</p>
$Q_{water,sink\ l,final,m,pref,j}$	<p>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 ;</p>
$Q_{water,sink\ l,final,m,npref,j}$	<p>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 ;</p>
$Q_{water,other\ m,final,m,pref,j}$	<p>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 ;</p>

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$Q_{\text{water, other } m, \text{final}, m, \text{npref}, j}$	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.

5.2.3 Afgeleverde warmte op basis van de vloeroppervlakte

De hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevragers j ¹, $Q_{\text{del}, j}$, wordt als volgt bepaald :

¹ Bij bepaling van de afgeleverde warmte op basis van de vloeroppervlakte, moet er rekening mee gehouden worden dat de totale warmtevraag bestaat uit een gedeelte voor ruimteverwarming en een gedeelte voor warm tapwater. Koeling en bevochtiging zijn buiten beschouwing gelaten.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$$\text{Eq. 7} \quad Q_{\text{del},j} = \sum_j (W_{\text{dh,heat},f,j} \cdot Q_{\text{del},j,\text{heat},f} + W_{\text{dh,water},f,j} \cdot Q_{\text{del},j,\text{water},f}) \cdot A_{\text{EPR},j,f} \quad (\text{MJ})$$

waarin :

$W_{\text{dh},j}$ Een weegfactor die voor warmtevrager 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, $W_{\text{dh},j} = 1$; indien nee, $W_{\text{dh},j} = 0$, (-) ;

$Q_{\text{del},j,\text{heat},f}$ de hoeveelheid warmte voor ruimteverwarming per eenheid vloeroppervlakte, die voor eenheid f jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevrager j , zoals bepaald in Tabel [1], in MJ/m^2 ;

$Q_{\text{del},j,\text{water},f}$ de hoeveelheid warmte voor de bereiding van warm tapwater per eenheid vloeroppervlakte, die voor eenheid f jaarlijks wordt afgeleverd aan warmtevrager j , zoals bepaald in Tabel [1], in MJ/m^2 ;

$A_{\text{EPR},j,f}$ de vloeroppervlakte van warmtevrager 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 $Q_{\text{del},j,\text{heat},f}$ et $Q_{\text{del},j,\text{water},f}$, in functie van de vloeroppervlakte $A_{\text{EPR},j,f}$

Type gebouw	$Q_{\text{del},j,\text{heat},f}$ in MJ/m^2 vloer- oppervlakte e $A_{\text{EPR},j,f}$	$Q_{\text{del},j,\text{water},f}$ in MJ/m^2 vloer- oppervlakte e $A_{\text{EPR},j,f}$
Appartement	177	34
Rijwoning	177	32
Halfopen bebouwing	195	32
Open bebouwing	198	31
Andere	145	20

Tabel [2] : Waarden bij ontstentenis voor de vloeroppervlakte van een wooneenheid, $A_{\text{EPR},j,f}$

Type woning	Vloeroppervlakte $A_{\text{EPR},j,f}$ in m^2
-------------	--

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

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.

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:

Eq. 8	$E_{p,dh} = \sum_i E_{in,i} \cdot f_{p,i} - \sum_i E_{out,i} \cdot f_{p,i}$	(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 :

- voor de energiedrager restwarmte², 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 is ;
- voor alle andere energiedragers wordt deze bepaald volgens het Richtlijnenbesluit.

² 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.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

5.3.1 Jaarlijks energieverbruik

Het jaarlijkse energieverbruik van energiedrager i door het systeem van externe warmtelevering, $E_{in,i}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 9	$E_{in,i} = E_{gen,i} + E_{aux,i}$	(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 van 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 :

Eq. 10	$E_{gen,i} = \sum_k E_{gen,i,k} = \sum_k f_{heat,k} \cdot \frac{Q_{gen,dh}}{\eta_{gen,heat,i,k}}$	(MJ)
---------------	---	------

waarin :

$E_{gen,i}$ 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 ;

$f_{heat,k}$ De fractie warmte die warmteopwekker k levert aan het systeem van externe warmtelevering, bepaald volgens § 5.3.6, (-) ;

$Q_{gen,dh}$ 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 ;

$\eta_{gen,heat,i,k}$ het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming voor warmteopwekker 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

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

opwekkingsrendement, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, gelijkgesteld aan de SPF. De SPF moet in detail berekend worden volgens de onderstaande methode :

Eq. 11	$\text{SPF} = f_{\theta,\text{heat}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$	(-)
---------------	--	-----

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 uitlaattertemperatuur van de condensor in de test volgens NBN EN 14511, zoals bepaald in § 10.2.3.3.3 van de bijlage EPW, (-) ;
$f_{\Delta\theta}$	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 bepaald in § 10.2.3.3.3 van de bijlage EPW, (-) ;
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 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 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 ;

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

dat het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, gelijk is aan :

Eq. 12	$\eta_{\text{gen,heat},i,k} = 1,00$	(-)
---------------	-------------------------------------	-----

Zoniet is het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming, $\eta_{\text{gen,heat},i,k}$, gelijk aan :

Eq. 13	$\eta_{\text{gen,heat},i,k} = 0,97$	(-)
---------------	-------------------------------------	-----

5.3.2.4 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 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. 14	$Q_{\text{gen,dh}} = Q_{\text{del,dh}} + Q_{\text{lossdist,dh}} + Q_{\text{lossloc,dh}}$	(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. 15	$Q_{\text{gen,dh}} = 1,4 \cdot Q_{\text{del,dh}}$	(MJ)
---------------	---	------

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

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 :

Eq. 16	$Q_{\text{lossdist,dh}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{distr,heat,netw n,m}}$	(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 waarden bij ontstentenis 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 warmte weerstand van leidingsegment j $R'_{1,j}$, zoals bepaald volgens § E.3.3 van bijlage EPW, als volgt gecorrigeerd :

Eq. 17	$R'_{1,j,\text{corr}} = \frac{f_{x,j}}{0,6} \cdot R'_{1,j}$	(m.K/W)
---------------	---	---------

waarin :

$f_{x,j}$

correctiefactor voor de lineaire warmte weerstand van ondergronds leidingsegment j, volgens Tabel [3], (-) ;

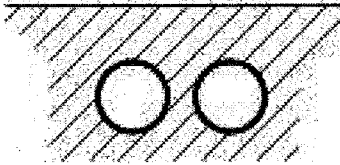
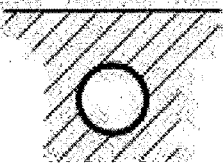
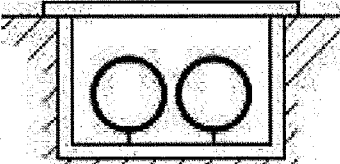
$R'_{1,j}$

De deelterm in de berekening van de lineaire warmte weerstand 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
Eén enkele leiding, geplaatst in volle grond		1,00
Twee leidingen, placées parallel geplaatst in een gemeenschappelijke ondergrondse buisbehuizing		0,80
Andere uitvoeringswijze		0,60

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^3 , als waarde bij ontstentenis geldt de duur van de betrokken maand, bepaald volgens tabel [1] van bijlage EPW ;

$\theta_{c,\text{netw } n,m}$

la température moyenne mensuelle du fluide caloporteur dans le réseau de distribution n , en °C. Par défaut, sa valeur est prise égale à la moyenne arithmétique des températures de départ et de retour vers le producteur central⁴.

³ De werkingstemperatuur van het fluïdum in warmteverdelingsnet n is een waarde die voor elke maand gelijk is.

⁴ 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

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 :

Eq. 18	$Q_{\text{lossloc,dh}} = \sum_l (1 - \eta_l) \cdot Q_{\text{delloc,l}}$	(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 :

Eq. 19	$Q_{\text{delloc,l}} = \sum_j Q_{\text{del,l,j}} + \sum_n Q_{\text{lossdist,l,p}}$	(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 :

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Eq. 20	$Q_{del,l,j} = w_{l,j} \cdot Q_{del,j}$	(MJ)
---------------	---	------

waarin :

$w_{l,j}$ een weegfactor die bepaalt of warmtevrager j zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevindt. Indien ja, $w_{l,j} = 1$; indien nee, $w_{l,j} = 0$;

$Q_{del,j}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt afgeleverd door het buffervat of de warmtewisselaar l aan warmtevrager j die zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevindt, in MJ.

De hoeveelheid warmte die jaarlijks verloren gaat in leidingsegment p dat zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevindt, $Q_{lossdist,l,p}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 21	$Q_{lossdist,l,p} = \sum_{m=1}^{12} w_{l,p} \cdot Q_{distr,heat,netw\ n,m}$	(MJ)
---------------	---	------

waarin :

$w_{l,p}$ een weegfactor die bepaalt of leidingsegment p zich stroomafwaarts van het buffervat of van de warmtewisselaar l bevindt. Indien ja, $w_{l,p} = 1$; Indien nee, $w_{l,p} = 0$, (-) ;

$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$ 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 l voldoet aan de minimale eisen zoals beschreven in § 5.3.11 is het thermisch jaarrendement van het buffervat of de warmtewisselaar l, η_l , gelijk aan :

Eq. 22	$\eta_l = 1,00$	(-)
---------------	-----------------	-----

Zoniet is dit thermisch jaarrendement, η_l , gelijk aan :

Eq. 23	$\eta_l = 0,97$	(-)
---------------	-----------------	-----

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

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

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 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 :

Eq. 24	$P_{\text{gen,dh}} = \frac{Q_{\text{gen,dh}}}{4000}$	(kW)
-----------	--	------

waarin :

$Q_{\text{gen,dh}}$ de hoeveelheid warmte die jaarlijks wordt opgewekt door de warmteopwekkers in het systeem van externe

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

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, $\beta_{gen,k}$, worden voor elke opwekker als volgt bepaald :

Eq. 25	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, il faut utiliser la puissance dans les 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.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Tabel [4] : Dimensieloze hulpvariabele bij het bepalen van de energiefractie voor de warmte die warmteopwekker 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
A partir de 0,7	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. 26	Voor de 1 ^e opwekker ($k = 1$) :	$f_{\text{heat},1} = f'_{\text{heat},1}$	(-)
	Voor de laatste opwekker ($k = m+n$) :	$f_{\text{heat},m+n} = 1 - \sum_{j=1}^{m+n-1} f_{\text{heat},j}$	(-)
	Voor de andere opwekkers :	$f_{\text{heat},k} = f'_{\text{heat},k} \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^{k-1} f_{\text{heat},j} \right)$	(-)

waarin :

$f'_{\text{heat},k}$

een hulpvariabele van de warmteopwekker met rangnummer k , zoals bepaald in Tabel [4], (-) ;

$f_{\text{heat},k}$

de energiefractie voor de warmte die de warmteopwekker 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. 27	$E_{\text{aux},i} = E_{\text{aux},el}$	(MJ)
---------------	--	------

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Wanneer de energiedrager niet elektriciteit is wordt het hulpenergieverbruik, $E_{aux,i}$, als volgt bepaald :

Eq. 28	$E_{aux,i} = 0$	(MJ)
---------------	-----------------	------

waarin :

$E_{aux,el}$ 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, $E_{aux,el}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 29	$E_{aux,el} = \sum_j E_{auxdist,el,j} + \sum_k E_{auxprod,el,k}$	(MJ)
---------------	--	------

waarin :

$E_{auxdist,el,j}$ 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 ;

$E_{auxprod,el,k}$ het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door warmteopwrekker 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 warmteopwrekker 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, $E_{auxdist,el,j}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 30	$E_{auxdist,el,j} = 1,5 \cdot P_{auxdist,el,j} \cdot 4,4$	(MJ)
---------------	---	------

waarin :

$P_{auxdist,el,j}$ het elektrische vermogen van de circulatiepomp j, in W.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Het pompvermogen wordt gelijkgesteld aan het opgenomen elektrisch vermogen bij het werkingpunt waarop de pomp is geselecteerd, zoals vermeld op de technische fiche. Indien deze waarde niet is gekend, wordt het nominale elektrische vermogen van de pomp gehanteerd.

Het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie door warmteopwrekker k , $E_{auxprod,el,k}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 31	$E_{auxprod,el,k} = P_{auxprod,el,k} \cdot t_{on,k}$	(MJ)
---------------	--	------

waarin :

$P_{auxprod,el,k}$	het totale elektrische vermogen van de pompen, motoren en hulpfuncties die zijn toegekend aan warmteopwrekker k , in W ;
$t_{on,k}$	de equivalente jaarlijkse werkingstijd van warmteopwrekker k , zoals hieronder bepaald of zoals bepaald via meetwaarden en conform aan specificaties in § 5.3.9, in Ms.

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.

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 warmteopwrekker, $E_{auxprod,el,k}$, gelijk gesteld aan 0 MJ.

De equivalente jaarlijkse werkingstijd van warmteopwrekker k , $t_{on,k}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 32	$t_{on,k} = 1,5 \cdot \frac{1,1}{1000 \cdot P_{gen,k}} \cdot f_{heat,k} \cdot Q_{gen,dh}$	(MJ)
---------------	---	------

waarin :

$P_{gen,k}$	het nominale thermische vermogen van de warmteopwrekker k , bepaald volgens § 7.3.1 van bijlage EPN, in kW. Voor warmtelevering door een opwrekker 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
-------------	---

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

ontwerpcondities en zoals opgenomen in de technische fiche. Voor warmtelevering van restwarmte met warmtewisselaar, il faut utiliser la puissance dans les geldt het vermogen bij ontwerpcondities zoals bepaald op de technische fiche. Voor warmtelevering van restwarmte zonder warmtewisselaar geldt het vermogen bij ontwerpcondities ;

$f_{\text{heat},k}$

de 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, bepaald volgens § 5.3.3 of zoals bepaald via meetwaarden en conform aan specificaties in § 5.3.9, in MJ.

De waarde bij ontstentenis voor het jaarlijks eindenergieverbruik van elektriciteit als hulpenergie, $E_{\text{aux,el}}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 33 $E_{\text{aux,el}} = 0,02 \cdot Q_{\text{gen,dh}}$	(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 :

Eq. 34 $E_{\text{out,i}} = E_{\text{prod,el}}$	(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 :

Eq. 35 $E_{\text{out,i}} = 0$	(MJ)
--------------------------------------	------

waarin :

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

$E_{\text{prod,el}}$ de jaarlijkse opwekking van elektriciteit in het systeem van externe warmtelevering, zoals hieronder bepaald, in MJ.

De jaarlijkse opwekking van elektriciteit in het systeem van externe warmtelevering, $E_{\text{prod,el}}$, wordt als volgt bepaald :

Eq. 36	$E_{\text{prod,el}} = \sum_j E_{\text{prod,el},j}$	(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 :

Eq. 37	Voor een WKK-installatie :	$E_{\text{prod,el},j} = E_{\text{prod,el,cogen}}$	(MJ)
	Voor andere toepassingen :	$E_{\text{prod,el},j} = 0$	(MJ)

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 :

Eq. 38	$E_{\text{prod,el,cogen}} = \epsilon_{\text{cogen,el}} \cdot E_{\text{gen,i,cogen}}$	(MJ)
---------------	--	------

waarin :

$\epsilon_{\text{cogen,el}}$ 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.

Bijlage 4 - Berekeningsmethode van de energiestaat van een systeem van externe warmtelevering

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.

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.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

De voor de berekening noodzakelijke facturen moeten als stavingsstuk worden bijgevoegd.

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

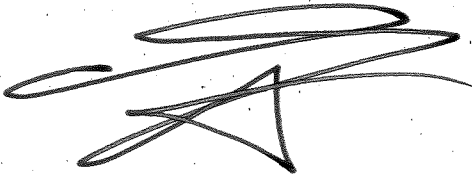
Opdat de waarden voor $f_{p,dh}$, $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ et $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$ gebruikt mogen worden om het systeem van externe warmtelevering te karakteriseren in het kader van de EPB reglementering, moet in voorkomend geval de EPB-aangifte het ingevulde rekenblad bevatten zoals aangeleverd door de administratie.

Bijlage 4 – Berekeningsmethode van de energieprestatie van een systeem van externe warmtelevering

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit 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 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,

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
Céline FREMAULT



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 ...	13
5.3.4	Dépense de chaleur linéaires.....	14
5.3.5	Dépense de chaleur locales.....	16
5.3.6	Fraction d'énergie fournie par chaque générateur.....	18
5.3.7	Consommation d'énergie auxiliaire.....	21
5.3.8	Quantité annuelle d'énergie produite.....	24
5.3.9	Utilisation des valeurs mesurées	26
5.3.10	Utilisation des valeurs facturées.....	26
5.3.11	Exigences minimales en matière d'isolation des échangeurs thermiques et des réservoirs tampons	27
6	Exigence supplémentaire	27

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 ou à raccorder 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
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 d'un échangeur thermique, le passage de la conduite dans le bâtiment constitue la limite.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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, $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$, vaut :

Eq. 1	$\eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 0,97$	(-)
--------------	--------------------------------------	-----

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 :

Eq. 2	$\eta_{\text{equiv,heat,dh}} = 1,00$	(-)
--------------	--------------------------------------	-----

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, $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$, vaut :

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, (-).

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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 :

$Q_{del,j}$ 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 :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

- 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

$$\begin{aligned}
 & Q_{del,j} \\
 &= \sum_{m=1}^{12} \left(\sum_i W_{dh,heat,sec\ i,pref,j} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,pref,j} \right. \\
 &+ \sum_i W_{dh,heat,sec\ i,npref,j} \cdot Q_{heat,final,sec\ i,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,water,bath\ k,pref,j} \cdot Q_{water,bath\ k,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,water,bath\ k,npref,j} \cdot Q_{water,bath\ k,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,water,sink\ l,pref,j} \cdot Q_{water,sink\ l,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,water,sink\ l,npref,j} \cdot Q_{water,sink\ l,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,water,other\ m,pref,j} \cdot Q_{water,other\ m,final,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,water,other\ m,npref,j} \cdot Q_{water,other\ m,final,m,npref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,cool,sec\ i,pref,j} \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m,pref,j} \\
 &+ \sum_i W_{dh,cool,sec\ i,npref,j} \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m,npref,j} \\
 &\left. + \sum_i W_{dh,hum,n,pref,j} \cdot Q_{hum,final,n,m,pref,j} + \sum_i W_{dh,hum,n,npref,j} \cdot Q_{hum,final,n,m,npref,j} \right)
 \end{aligned}$$

Eq. 6 (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 ;
- $Q_{heat, final, sec\ i, m, npref, j}$ 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 ;
- $Q_{water, bath\ k, final, m, pref, j}$ 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 ;
- $Q_{water, bath\ k, final, m, npref, j}$ 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 ;
- $Q_{water, sink\ l, final, m, pref, j}$ 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 l 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 ;
- $Q_{water, sink\ l, final, m, npref, j}$ 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 l 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 ;
- $Q_{water, other\ m, final, m, pref, j}$ 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 PEN selon le § 7.6 de l'annexe PEN, en MJ ;
- $Q_{water, other\ m, final, m, npref, j}$ 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 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 ¹, $Q_{del, j}$, est déterminée comme suit :

¹ 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

$$\text{Eq. 7} \quad Q_{\text{del},j} = \sum_f (w_{\text{dh,heat},f,j} \cdot q_{\text{del},j,\text{heat},f} + w_{\text{dh,water},f,j} \cdot q_{\text{del},j,\text{water},f}) \cdot A_{\text{EPR},j,f} \quad (\text{MJ})$$

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

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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.

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 :

Eq. 8	$E_{p,dh} = \sum_i E_{in,i} \cdot f_{p,i} - \sum_i E_{out,i} \cdot f_{p,i}$	(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 résiduelle², 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'application ;
- 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 :

Eq. 9	$E_{in,i} = E_{gen,i} + E_{aux,i}$	(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 :

Eq. 10	$E_{gen,i} = \sum_k E_{gen,i,k} = \sum_k f_{heat,k} \cdot \frac{Q_{gen,dh}}{\eta_{gen,heat,i,k}}$	(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), conformément aux spécifications des § 5.3.9 et § 5.3.10, ou calculées à partir des paramètres indiqués ci-dessous, en MJ ;

² 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.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$f_{\text{heat},k}$	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 :

Eq. 11 $\text{SPF} = f_{\theta,\text{heat}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$	(-)
--	-----

où :

$f_{\theta,\text{heat}}$	un facteur de correction pour la différence entre la température de départ de conception vers le système d'émission de chaleur (ou, le cas échéant, le stockage de chaleur) et la température de sortie du condenseur dans l'essai selon la norme NBN EN 14511, tel que défini au § 10.2.3.3.3 de l'annexe PER, (-) ;
$f_{\Delta\theta}$	un facteur de correction pour la différence entre les variations de température, d'une part, du système d'émission de chaleur dans des conditions de conception (ou, le cas échéant, le stockage de chaleur) 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 au § 10.2.3.3.3 de l'annexe PER, (-) ;
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, (-) ;

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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, (-).

La valeur par défaut pour $\eta_{gen,heat,i,k}$ 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 $\eta_{gen,heat,i,k}$ 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 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, $\eta_{gen,heat,i,k}$, vaut :

Eq. 12 $\eta_{gen,heat,i,k} = 1,00$	(-)
--	-----

Si non, le rendement de production de chaleur, $\eta_{gen,heat,i,k}$, vaut :

Eq. 13 $\eta_{gen,heat,i,k} = 0,97$	(-)
--	-----

5.3.2.4 Autres générateurs

La valeur par défaut pour $\eta_{gen,heat,i,k}$ pour les chaudières à eau chaude à condensation (ou non) est fixée à 0,73.

Pour les autres générateurs, le rendement $\eta_{gen,heat,i,k}$ doit être déterminé selon le § 10.2.3.2 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, $Q_{gen,dh}$, est déterminée comme suit :

Eq. 14 $Q_{gen,dh} = Q_{del,dh} + Q_{lossdist,dh} + Q_{lossloc,dh}$	(MJ)
--	------

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

où :

$Q_{del,dh}$	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 ;
$Q_{lossdist,dh}$	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 ;
$Q_{lossloc,dh}$	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.

En alternative, la valeur par défaut pour $Q_{gen,dh}$, est déterminée comme suit :

Eq. 15 $Q_{gen,dh} = 1,4 \cdot Q_{del,dh}$	(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 :

Eq. 16 $Q_{lossdist,dh} = \sum_{m=1}^{12} Q_{distr,heat,netw\ n,m}$	(MJ)
--	------

où :

$Q_{distr,heat,netw\ n,m}$	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none">• pour le § E.2 : l'application de valeurs par défaut, 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

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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 :

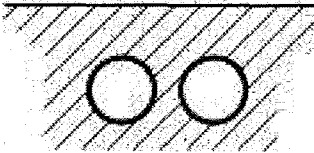
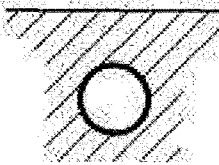
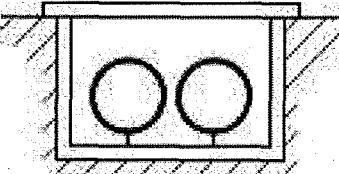
Eq. 17	$R'_{1,j,corr} = \frac{f_{x,j}}{0,6} \cdot R'_{1,j}$	(m.K/W)
---------------	--	---------

où :

$f_{x,j}$	le facteur de correction pour la résistance thermique linéaire du segment de conduite souterraine j , défini selon le Tableau [3], (-) ;
$R'_{1,j}$	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
Une seule conduite placée en pleine terre		1,00
Deux conduites, placées en parallèle dans un tubage de conduite souterrain commun		0,80
Autre mode de placement		0,60

Annexe 4.- Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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^3 , 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 moyenne mensuelle du fluide caloporteur dans le réseau de distribution n , en °C. Par défaut, sa valeur est prise égale à la moyenne arithmétique des températures de départ et de retour vers le producteur central⁴.

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 :

Eq. 18	$Q_{lossloc,dh} = \sum_l (1 - \eta_l) \cdot Q_{delloc,l}$	(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 :

³ La température moyenne mensuelle de fonctionnement du fluide dans le réseau de distribution de chaleur n , est une valeur qui est considérée identique pour chaque mois.

⁴ 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

Eq. 19	$Q_{delloc,l} = \sum_j Q_{del,l,j} + \sum_n Q_{lossdist,l,p}$	(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.

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 :

Eq. 20	$Q_{del,l,j} = w_{l,j} \cdot Q_{del,j}$	(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 :

Eq. 21	$Q_{lossdist,l,p} = \sum_{m=1}^{12} w_{l,p} \cdot Q_{distr,heat,netw n,m}$	(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

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$w_{1,j}$ l'échangeur thermique 1. Si oui, $w_{1,j} = 1$; si non, $w_{1,j} = 0$, (-) ;
 $Q_{distr,heat,netw,n,m}$ 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 1 satisfait aux exigences minimales décrites au § 5.3.11, le rendement thermique annuel du réservoir tampon ou de l'échangeur thermique 1, η_1 , vaut :

Eq. 22	$\eta_1 = 1,00$	(-)
--------	-----------------	-----

Si non, le rendement thermique annuel, η_1 , vaut :

Eq. 23	$\eta_1 = 0,97$	(-)
--------	-----------------	-----

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, $f_{heat,k}$.

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,

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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 $f_{heat,k}$

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, $P_{gen,dh}$. Ces puissances permettent par après de déterminer un ratio de puissance, $\beta_{gen,k}$, pour chaque générateur de chaleur k .

La puissance thermique de référence du système de fourniture de chaleur externe, $P_{gen,dh}$, est déterminée comme suit :

Eq. 24	$P_{gen,dh} = \frac{Q_{gen,dh}}{4000}$	(kW)
---------------	--	------

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 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, $\beta_{gen,k}$, sont déterminées comme suit :

Eq. 25	Pour le 1 ^{er} générateur ($k = 1$) :	$\beta_{gen,1} = \frac{P_{gen,1}}{P_{gen,dh}}$	(-)
	Pour le 2 ^e générateur ($k = 2$) :	$\beta_{gen,2} = \frac{P_{gen,2}}{(P_{gen,dh} - P_{gen,1})}$	(-)
	Pour le 3 ^e générateur ($k = 3$) :	$\beta_{gen,3} = \frac{P_{gen,3}}{(P_{gen,dh} - P_{gen,1} - P_{gen,2})}$	(-)
	Jusqu'au dernier générateur ($k = m+n$) :	$\beta_{gen,(m+n)} = \frac{P_{gen,m+n}}{(P_{gen,dh} - \sum_{i=1}^{m+n-1} P_{gen,i})}$	(-)

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

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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 ;

$P_{gen,dh}$

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 et à partir des valeurs des ratios de puissance, 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

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Enfin, la fraction de la quantité totale de chaleur fournie par le générateur k au système de fourniture de chaleur externe, $f_{\text{heat},k}$, avec des numéros d'ordre allant de $k = 1$ jusqu'à $k = m+n$, est déterminée comme suit :

Eq. 26	Pour le 1 ^{er} générateur ($k = 1$) :	$f_{\text{heat},1} = f'_{\text{heat},1}$	(-)
	Pour le dernier générateur ($k = m+n$) :	$f_{\text{heat},m+n} = 1 - \sum_{j=1}^{m+n-1} f_{\text{heat},j}$	(-)
	Pour les autres générateurs :	$f_{\text{heat},k} = f'_{\text{heat},k} \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^{k-1} f_{\text{heat},j} \right)$	(-)

où :

$f'_{\text{heat},k}$ la variable auxiliaire du générateur de chaleur portant le numéro d'ordre k , telle que déterminée au Tableau [4], (-) ;

$f_{\text{heat},k}$ 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, $E_{\text{aux},i}$, est déterminée comme suit :

Eq. 27	$E_{\text{aux},i} = E_{\text{aux},el}$	(MJ)
---------------	--	------

Lorsque le vecteur énergétique n'est pas l'électricité, la consommation d'énergie auxiliaire, $E_{\text{aux},i}$, est déterminée comme suit :

Eq. 28	$E_{\text{aux},i} = 0$	(MJ)
---------------	------------------------	------

où :

$E_{\text{aux},el}$ 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, $E_{\text{aux},el}$, est déterminée comme suit :

Eq. 29	$E_{\text{aux},el} = \sum_j E_{\text{auxdist},el,j} + \sum_k E_{\text{auxprod},el,k}$	(MJ)
---------------	---	------

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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.

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 , $E_{auxdist,el,j}$, est déterminée comme suit :

Eq. 30 $E_{auxdist,el,j} = 1,5 \cdot P_{auxdist,el,j} \cdot 4,4$	(MJ)
---	------

où :

$P_{auxdist,el,j}$ 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 , $E_{auxprod,el,k}$, est déterminée comme suit :

Eq. 31 $E_{auxprod,el,k} = P_{auxprod,el,k} \cdot t_{on,k}$	(MJ)
--	------

Annexe. 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

où :

$P_{auxprod,el,k}$ la puissance électrique totale des circulateurs, moteurs et fonctions auxiliaires assignées au générateur de chaleur k, en W ;

$t_{on,k}$ le temps de fonctionnement équivalent du générateur de chaleur k, tel que déterminé ci-dessous ou tel qu'évalué sur base de valeur(s) issue(s) de mesure(s), conformément aux spécifications du § 5.3.9, en Ms.

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.

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.

Le temps de fonctionnement du générateur de chaleur k, $t_{on,k}$, est déterminé comme suit :

Eq. 32	$t_{on,k} = 1,5 \cdot \frac{1,1}{1000 \cdot P_{gen,k}} \cdot f_{heat,k} \cdot Q_{gen,dh}$	(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 ;

Annexe 4 – Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$f_{\text{heat},k}$ 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, 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.

La valeur par défaut pour la consommation annuelle d'énergie électrique des auxiliaires, $E_{\text{aux,el}}$, est déterminée comme suit :

Eq. 33 $E_{\text{aux,el}} = 0,02 \cdot Q_{\text{gen,dh}}$	(MJ)
--	------

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 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 , $E_{\text{out},i}$, est déterminée comme suit :

Eq. 34 $E_{\text{out},i} = E_{\text{prod,el}}$	(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 , $E_{\text{out},i}$, est déterminée comme suit :

Eq. 35 $E_{\text{out},i} = 0$	(MJ)
--------------------------------------	------

où :

$E_{\text{prod,el}}$ 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, $E_{\text{prod,el}}$, est déterminée comme suit :

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

$$\text{Eq. 36 } E_{\text{prod,el}} = \sum_j E_{\text{prod,el,j}} \quad (\text{MJ})$$

où :

$E_{\text{prod,el,j}}$ 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 , $E_{\text{prod,el,j}}$, est déterminée comme suit :

Eq. 37	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 :

$$\text{Eq. 38 } E_{\text{prod,el,cogen}} = \varepsilon_{\text{cogen,el}} \cdot E_{\text{gen,i,cogen}} \quad (\text{MJ})$$

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.

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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.

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

Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

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].

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.

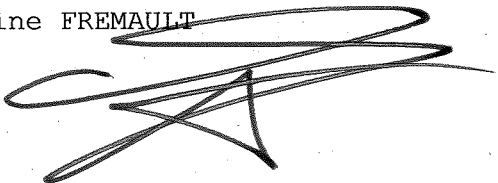
Annexe 4 - Méthode de calcul de la performance énergétique d'un système de fourniture de chaleur externe

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel 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 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...

La Ministre du Logement, de la Qualité de Vie, de l'Environnement et de l'Energie

Céline FREMAULT



Bijlage 5 – Testomstandigheden voor bepaling van de COP_{test} en aanvullende bepalingen voor berekening van de SPF voor warmtepompen

1	INLEIDING	2
2	NORMATIEVE REFERENTIES	2
3	WARMTEPOMPEN MET DIRECTE WARMTEWISSELING	2
4	OPPERVLAKTEWATER, RIOLERING OF EFFLUENT VAN EEN RIOOLWATERZUIVERINGSINSTALLATIE ALS WARMTEBRON	4
5	WARMTEPOMP OP WATERLUS	5

1 Inleiding

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

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

NOTA

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

2 Normatieve referenties

Enkel de normversie met de geciteerde datum is van toepassing.

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

3 Warmtepompen met directe warmtewisseling

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

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

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

Bijlage 5 – Testomstandigheden voor bepaling van de COP_{test} en aanvullende bepalingen voor berekening van de SPF voor warmtepompen

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

Net zoals bij directe warmtewisseling langs de verdamperzijde (zoals voorgeschreven in NBN EN 15879-1), moet ook bij directe warmtewisseling langs de condensorzijde de condensor in een water (of glycol) bad ondergedompeld worden, waarvan de gemiddelde

Bijlage 5 - Testomstandigheden voor bepaling van de COP_{test} en aanvullende bepalingen voor berekening van de SPF voor warmtepompen

temperatuur (tussen vloeistof in- en uitlaat) overeenkomt met de waarde in bovenstaande tabel.

Het thermisch vermogen afgegeven door de condensor wordt bepaald als het product van enerzijds het massadebiet van het "koelmiddel" en anderzijds het enthalpieverschil tussen de condensorinlaat en de condensoruitlaat (o.b.v. de ter plaatse gemeten temperaturen en drukken). De verzadigingstemperatuur van het "koelmiddel" overeenkomend met de druk gemeten aan de condensorinlaat tijdens de test wordt $\theta_{supply, test}$ genoemd en dient gerapporteerd te worden.

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

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

$$\text{Eq. 1} \quad f_{\theta} = 1.08 + 0.01(\theta_{supply, test} - \theta_{supply, design}) \quad (-)$$

Hierin is $\theta_{supply, design}$ de verzadigingstemperatuur van het "koelmiddel" overeenkomend met de druk aan de inlaat van de condensor bij ontwerpomstandigheden. Als waarde bij ontstentenis voor $\theta_{supply, design}$ geldt 55°C . Als waarde bij ontstentenis voor $\theta_{supply, test}$ (indien de koelmiddeldruk aan de condensorinlaat niet gemeten is) dient de uitlaattemperatuur van het vloeistofbad tijdens de test beschouwd te worden.

- de correctiefactor $f_{\Delta\theta}$ wordt steeds gelijkgesteld aan 1.

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

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

Warmtebron	warmteafvoer	testomstandigheden
oppervlaktewater	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	W2*/A20
	enkel buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	W2*/A2
	enkel buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat	W2*/A20
oppervlaktewater	water	W2*/W35
oppervlaktewater	condensor ingebed in de	W2*/DX35

Bijlage 5 - Testomstandigheden voor bepaling van de COP_{test} en aanvullende bepalingen voor berekening van de SPF voor warmtepompen

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

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

5 Warmtepomp op waterlus

Een warmtepompsysteem op waterlus bestaat uit verschillende warmtepompen van het type water-lucht of water-water, waarbij elke warmtepomp aan een of meerdere EPB-eenheden in het gebouw is gekoppeld en in verbinding staat met een gesloten waterlus die het gebouw doorloopt. Elke warmtepomp op de waterlus gebruikt de waterlus als warmtebron of als koudebron en onttrekt of injecteert warmte aan de waterlus.

Voor de warmtepompen op de waterlus die de waterlus als warmtebron gebruiken, wordt de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) COP_{test} van de warmtepomp voor gebruik in EPW §10.2.3.3 bij conventie bepaald bij de volgende testomstandigheden:

Warmtebron	Warmteafvoer	Testomstandigheden
------------	--------------	--------------------

Bijlage 5 - Testomstandigheden voor bepaling van de COP_{test} en aanvullende bepalingen voor berekening van de SPF voor warmtepompen

waterlus	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	W10/A20
waterlus	enkel buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	W10/A2
	enkel buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat	W10/A20
waterlus	water	W10/W35
waarin: A lucht als medium (air). Het cijfer erna is de droge bol inlaattemperatuur, in °C. W water als medium (water). Het cijfer erna is de inlaattemperatuur in de verdamp(er) of de uitlaattemperatuur aan de condensor, in °C.		

De voorwaarden waaraan de waterlus moet voldoen om de COP_{test} te gebruiken bij bovenvermelde testomstandigheden zijn de volgende:

- op elk moment dat aangesloten warmtepompen aan het verwarmen zijn, moet tegelijkertijd een koelmachine warmte injecteren in de waterlus of moet restwarmte geïnjecteerd worden.
- er is geen bijkomend verwarmingssysteem aanwezig die de waterlus op constante temperatuur houdt. De warmte die in de waterlus komt, mag enkel afkomstig zijn van koelmachines waarvan de koude nuttig gebruikt wordt in het gebouw of afkomstig zijn van restwarmte in het gebouw.
- de waterlus moet zich volledig in het gebouw bevinden.
- de waterlus bevindt zich op elk moment boven 10°C.

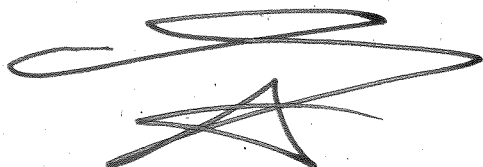
Er moet een stavingstuk worden bijgehouden waarin het voldoen aan de hierboven beschreven voorwaarden wordt aangetoond.

Bijlage 5 - Testomstandigheden voor bepaling van de COP_{test} en aanvullende bepalingen voor berekening van de SPF voor warmtepompen

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit 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 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, ...

De Minister van Huisvesting, Levenskwaliteit, Leefmilieu en Energie
Céline FREMAULT



Annexe 5 - Conditions de test pour la détermination du COP_{test}
et dispositions pour le calcul du FPS des pompes à chaleur

1	Introduction	2
2	Références normatives	2
3	Pompe à chaleur à détente directe	3
4	Eau de surface, des égouts ou de l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées comme source de chaleur.....	5
5	Pompe à chaleur sur boucle d'eau	6

1 Introduction

Ci-dessous, les spécifications à ajouter au §10.2.3.3 de l'annexe PER.

La mesure du coefficient de performance (coefficient of performance) COP_{test} doit être réalisée à des températures tests et selon les spécifications explicitées ci-dessous et être conforme aux méthodes de test (ou si nécessaire une combinaison appropriée de méthodes de test) explicitées dans NBN EN 14511 et/ou NBN EN 15879-1.

ANNOTATION

Différentes combinaisons de source de chaleur, évacuations de chaleur et certaines températures tests ont été ajoutées. celles-ci ne sont pas présentées en tant que telle dans les normes citées (ou existantes).

2 Références normatives

Seule la version de norme avec la date citée est applicable.

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

3 Pompe à chaleur à détente directe

Dans ce texte, des pompes à chaleur à détente directe sont des appareils ayant au moins un des éléments suivant :

- Des évaporateurs qui sont insérés dans le sol et qui puisent directement la chaleur sensible (et éventuellement la chaleur latente, notamment pour le gel de l'eau dans le sol) par conduction dans le sol (sans l'intervention d'un fluide caloporteur intermédiaire, tel que l'eau ou une solution antigel)
- Des condenseurs qui sont intégrés dans la structure du bâtiment (généralement les planchers, mais aussi les autres éléments de construction comme les murs ou les plafonds) et qui émettent directement la chaleur dans le bâtiment (sans l'intervention d'un fluide de transport intermédiaire, comme l'air ou l'eau)

Le coefficient de performance (coefficient of performance) COP_{test} de ces pompes à chaleur doit par convention être déterminé dans les conditions de test suivantes pour être utilisé dans PER §10.2.3.3 :

Source de chaleur	Emission de chaleur	Conditions de test
Sol, par l'intermédiaire d'un évaporateur enterré	Air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	DX1.5/A20
Sol, par l'intermédiaire d'un évaporateur enterré	Uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	DX1.5/A2
Sol, par l'intermédiaire d'un évaporateur enterré	Uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil récupérateur de chaleur	DX1.5/A20
Sol, par l'intermédiaire d'un évaporateur enterré	Eau	DX1.5/W35
Sol, par l'intermédiaire d'un évaporateur enterré	Condenseur intégré dans la structure du bâtiment	DX1.5/DX35
Sol, par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique	Condenseur intégré dans la structure du bâtiment	B0/DX35

Annexe 5 - Conditions de test pour la détermination du COP_{test} et dispositions pour le calcul du FPS des pompes à chaleur

Sol, par l'intermédiaire d'eau souterraine	Condenseur intégré dans la structure du bâtiment	W10/DX35
Air extérieur, éventuellement en combinaison avec de l'air rejeté	Condenseur intégré dans la structure du bâtiment	A2/DX35
Uniquement de l'air rejeté, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	Condenseur intégré dans la structure du bâtiment	A20/DX35
Uniquement de l'air rejeté, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	Condenseur intégré dans la structure du bâtiment	A2/DX35
<p>où :</p> <p>A air comme vecteur (air). Le chiffre qui suit est la température d'entrée au bulbe sec, en °C.</p> <p>B fluide intermédiaire avec une température de congélation inférieure à celle de l'eau (brine). Le chiffre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur, en °C.</p> <p>DX échangeur de chaleur direct (direct exchange). Le chiffre qui suit est la température moyenne du bain liquide ou l'échangeur de chaleur est en °C.</p> <p>W eau comme vecteur (water). Le chiffre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur ou la température de sortie au condenseur, en °C.</p>		

Comme pour l'échange de chaleur direct coté évaporateur (tel que prescrit dans la norme NBN EN 15879-1), pour l'échange direct côté condenseur, celui-ci doit être immergé dans un bain d'eau (glycol), où la température moyenne (entre l'entrée et la sortie du liquide) correspond aux valeurs se trouvant dans le tableau ci-dessus.

La puissance thermique fournie par le condenseur est déterminée comme le produit du débit massique du fluide réfrigérant et de la différence d'enthalpie entre l'entrée et la sortie du condenseur (en fonction des températures et des pressions mesurées sur site). La température de saturation du fluide réfrigérant correspondant à la pression mesurée à l'entrée du condenseur lors du test est notée $\theta_{supply, test}$. Celle-ci doit être rapportée.

Dans le cas d'un condenseur intégré dans la structure du bâtiment, on applique au calcul du facteur de performance saisonnier moyen (FPS) des dispositions supplémentaires suivantes :

Annexe 5 - Conditions de test pour la détermination du COP_{test} et dispositions pour le calcul du FPS des pompes à chaleur

- le facteur de correction f_θ est déterminé par :

$$\text{Eq. 1} \quad f_\theta = 1.08 + 0.01(\theta_{\text{supply, test}} - \theta_{\text{supply, design}}) \quad (-)$$

où $\theta_{\text{supply, design}}$ est la température de saturation du fluide réfrigérant correspondant avec la pression mesurée à l'entrée du condenseur dans les conditions de conception. La valeur par défaut pour $\theta_{\text{supply, design}}$ est 55°C.

Comme valeur par défaut pour $\theta_{\text{supply, test}}$ (si la pression du liquide réfrigérant dans le condenseur n'est pas mesurée), on prend la température à la sortie du bain de liquide pendant la réalisation du test.

- le facteur de correction $f_{\Delta\theta}$ est toujours égal à 1.

4 Eau de surface, des égouts ou de l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées comme source de chaleur

Si l'eau de surface (rivières, mers, lacs, canaux, etc.), des égouts ou de l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées (riothermie) est utilisée comme source de chaleur, le coefficient de performance (coefficient of performance) COP_{test} de la pompe à chaleur à utiliser dans PER § 10.2.3.3 est déterminé par convention dans les conditions de test suivantes :

Source de chaleur	Emission de chaleur	Conditions de test
eau de surface	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	W2*/A20
	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	W2*/A2
	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	W2*/A20
eau de surface	eau	W2*/W35
eau de surface	condenseur intégré dans la structure du bâtiment	W2*/DX35

Annexe 5 - Conditions de test pour la détermination du COP_{test} et dispositions pour le calcul du FPS des pompes à chaleur

eau d'égouts ou de l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	W2*/A20
	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	W2*/A2
	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil de récupération de chaleur	W2*/A20
eau d'égouts ou de l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées	eau	W2*/W35
eau d'égouts ou de l'effluent d'une station d'épuration des eaux usées	condenseur intégré dans la structure du bâtiment	W2*/DX35
<p>où :</p> <p>* température de sortie de l'évaporateur $\geq 0^{\circ}\text{C}$.</p> <p>A air comme vecteur (air). Le chiffre qui suit est la température d'entrée au bulbe sec, en $^{\circ}\text{C}$.</p> <p>DX échange thermique direct (direct exchange). Le chiffre qui suit est la température moyenne du bain dans lequel l'échangeur de chaleur est immergé, en $^{\circ}\text{C}$.</p> <p>W eau comme vecteur (water). Le chiffre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur ou la température de sortie au condenseur, en $^{\circ}\text{C}$.</p>		

Dans le cas d'un condenseur intégré dans la structure du bâtiment, on applique au calcul du facteur de performance saisonnier moyen (FPS) des dispositions supplémentaires tels que définis au § 3.

5 Pompe à chaleur sur boucle d'eau

Un système de pompe à chaleur sur boucle d'eau se compose de plusieurs pompes à chaleur de type eau-air ou eau-eau, chacune d'entre elles étant reliée à une ou plusieurs unités PEB dans le bâtiment et reliée à une boucle d'eau fermée qui traverse le bâtiment. Chaque pompe à chaleur sur la boucle d'eau utilise la

Annexe 5 - Conditions de test pour la détermination du COP_{test} et dispositions pour le calcul du FPS des pompes à chaleur

boucle d'eau comme source de chaleur ou comme source de froid et extrait ou injecte de la chaleur dans la boucle d'eau.

Pour les pompes à chaleur sur boucle d'eau qui utilisent la boucle d'eau comme source de chaleur, le coefficient de performance (coefficient of performance) COP_{test} de la pompe à chaleur à utiliser dans PER §10.2.3.3 est déterminé par convention dans les conditions de test suivantes :

Source de chaleur	Emission de chaleur	Conditions de test
boucle d'eau	air recyclé, éventuellement en combinaison avec de l'air extérieur	W10/A20
	uniquement de l'air extérieur, sans utilisation d'un appareil de récupération de chaleur	W10/A2
	uniquement de l'air extérieur, en utilisant un appareil récupérateur de chaleur	W10/A20
boucle d'eau	eau	W10/W35
dans laquelle : A air comme vecteur (air). Le chiffre qui suit est la température d'entrée au bulbe sec, en °C. W eau comme vecteur (water). Le chiffre qui suit est la température d'entrée à l'évaporateur ou la température de sortie au condenseur, en °C.		

Les conditions que la boucle d'eau doit remplir pour utiliser le COP_{test} dans les conditions de test mentionnées ci-dessus sont les suivantes :

- à chaque fois que les pompes à chaleur raccordées se mettent à chauffer, un générateur de froid doit simultanément injecter de la chaleur dans la boucle d'eau ou il faut que de la chaleur résiduelle soit injectée.
- il n'y a pas de système de chauffage supplémentaire qui maintient la boucle d'eau à une température constante. La chaleur entrant dans la boucle d'eau ne doit provenir que de générateurs de froid dont le froid est utilisé dans le bâtiment ou de chaleur résiduelle du bâtiment.
- la boucle d'eau doit se trouver complètement à l'intérieur du bâtiment.
- la boucle d'eau se trouve toujours au-dessus de 10°C.

Une pièce justificative est conservée pour démontrer que les conditions décrites ci-dessus sont remplies.

Annexe 5 - Conditions de test pour la détermination du COP_{test}
et dispositions pour le calcul du FPS des pompes à chaleur

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel 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 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...

La Ministre du Logement, de la Qualité de Vie, de l'Environnement et de l'Energie

Céline FREMAULT

