Vlaamse Regering

63438/3.

CONSEIL D'ETAT
LEGISLATION
03 -05- 2018
RAAD VAN STATE
WETGEVING

Ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving

DE VLAAMSE MINISTER VAN BEGROTING, FINANCIËN EN ENERGIE,

Gelet op het Energiedecreet van 8 mei 2009, artikel 11.1.1, gewijzigd bij de decreten van 18 november 2011, 14 maart 2014 en 17 februari 2017, artikel 11.1.3, gewijzigd bij het decreet van 18 november 2011, artikel 11.1.5, gewijzigd bij de decreten van 18 november 2011 en 17 februari 2017, artikel 11.1.13, gewijzigd bij de decreten van 18 november 2011 en 17 februari 2017, artikel 11.1.14, §2, gewijzigd bij de decreten van 18 november 2011, 28 juni 2013, 14 maart 2013, 25 april 2014 en 27 november 2015, artikel 11.2.1, § 1, derde lid, gewijzigd bij de decreten van 18 november 2011 en 14 maart 2014 en artikel 13.1.1, vervangen bij het decreet van 27 november 2015 en gewijzigd bij het decreet van 24 februari 2017;

Gelet op het Energiebesluit van 19 november 2010, artikel 9.1.29, artikel 9.1.29/1, ingevoegd bij het besluit van de Vlaamse Regering van 18 december 2015, artikel 9.1.30, vervangen bij het besluit van de Vlaamse Regering van 28 september 2012 en gewijzigd bij de besluiten van de Vlaamse Regering van 29 november 2013, 4 april 2014, 18 december 2015 en 13 januari 2017, artikel 9.1.31, artikel 9.1.32, gewijzigd bij de besluiten van de Vlaamse Regering van 29 november 2013, 18 december 2015, 27 november 2015 en 13 januari 2017, artikel 12.3.11, ingevoegd bij het besluit van de Vlaamse Regering van 18 december 2015, punten 7.7.2, 7.8.9, 9.2.1, 9.3.1, 10.2.2 en 10.3.2 van bijlage V, punten 6.1, 7.2.1, 7.6, C.2.10 en C.3.2 van bijlage VI en punt 2 van bijlage VIII;

Gelet op het ministerieel besluit van 13 januari 2006 betreffende de vorm en inhoud van de startverklaring, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 9 maart 2006, 8 december 2008, 26 november 2009, 12 december 2011, 30 november 2012, 18 december 2013, 18 mei 2014, 16 december 2014, 21 april 2015, 28 oktober 2015, 15 december 2015 en 30 januari 2017;

Gelet op het ministerieel besluit van 20 oktober 2006 betreffende het vaststellen van minimale voorwaarden bij de opname van gegevens in de energieprestatiedatabank, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 1 december 2010, 16 december 2014 en 15 december 2015;

Gelet op het ministerieel besluit van 2 april 2007 betreffende de vastlegging van de vorm en de inhoud van de EPB-aangifte en het model van het energieprestatiecertificaat bij de bouw, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 10 juli 2007, 29 oktober 2007, 8 december 2008, 26 november 2009, 7 juli 2010, 1 december 2010, 12 december 2011, 30 november 2012, 18 december 2013, 18 mei 2014, 16 december 2014, 21 april 2015, 28 oktober 2015, 4 december 2015, 15 december 2015, 9 september 2016, 30 januari 2017 en 25 januari 2018;

Gelet op het ministerieel besluit van 15 september 2009 betreffende de vaststelling van de gelijkwaardigheid van innovatieve systemen, bouwconcepten of technologieën in het kader van de energieprestatieregelgeving, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 1 december

2010, 12 december 2011, 30 november 2012, 18 december 2013, 18 mei 2014, 16 december 2014, 4 december 2015, 9 september 2016 en 30 januari 2017;

Gelet op het ministerieel besluit van 9 september 2016 betreffende externe warmtelevering, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 30 januari 2017, 21 maart 2017 en 25 januari 2018;

Gelet op het advies van het Vlaams Energieagentschap, gegeven op 5 maart 2018;

Gelet op advies nr. XX.XXX/X, gegeven op XXXXXX, met toepassing van artikel 84, § 1, eerste lid, 2° van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

BESLUIT:

Hoofdstuk 1. Wijziging aan het ministerieel besluit van 13 januari 2006 betreffende de vorm en inhoud van de startverklaring

Artikel 1. De bijlage bij het ministerieel besluit van 13 januari 2006 betreffende de vorm en inhoud van de startverklaring, vervangen bij ministerieel besluit van 30 januari 2017, wordt vervangen door de bijlage 1, die bij dit besluit is gevoegd.

Hoofdstuk 2. Wijzigingen aan het ministerieel besluit van 20 oktober 2006 betreffende het vaststellen van minimale voorwaarden bij de opname van gegevens in de energieprestatiedatabank

Art. 2. In artikel 1 van het ministerieel besluit van 20 oktober 2006 betreffende het vaststellen van minimale voorwaarden bij de opname van gegevens in de energieprestatiedatabank, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 1 december 2010, 16 december 2014 en 15 december 2015, worden de volgende wijzigingen aangebracht:

1° in het eerste lid worden tussen de woorden "stedenbouwkundige vergunning" en de woorden "die vergund" de woorden "of van een omgevingsvergunning voor stedenbouwkundige handelingen" ingevoegd;

2° in het tweede lid wordt punt 13° opgeheven.

Art. 3. In artikel 2 van hetzelfde ministerieel besluit, gewijzigd bij het ministerieel besluit van 12 december 2010, worden de volgende wijzigingen aangebracht:

1° in het eerste lid worden de woorden "stedenbouwkundige vergunning" vervangen door de woorden "omgevingsvergunning voor stedenbouwkundige handelingen";

2° in het eerste lid worden de woorden "het registeren" vervangen door "de aktename";

3° in het eerste lid worden de woorden "de gemeente" vervangen door de woorden "het bevoegd bestuur";

4° in het tweede lid wordt een punt 1°/1 ingevoegd, dat luidt als volgt:

"1°/1 Voor de provincies: 'energieprestatiedossiernummer = NIS-code van de hoofdgemeente waar het bouwproject gelegen is - A - intern dossiernummer van de provincie';";

5° in het tweede lid wordt het woord "RO-Vlaanderen" telkens vervangen door het woord "Omgeving".

Art. 4. Artikel 6 van hetzelfde ministeriële besluit wordt opgeheven.

Hoofdstuk 3. Wijzigingen aan het ministerieel besluit van 2 april 2007 betreffende de vastlegging van de vorm en de inhoud van de EPB-aangifte en het model van het energieprestatiecertificaat bij de bouw

Art. 5. In artikel 3 van het ministerieel besluit ministerieel besluit van 2 april 2007 betreffende de vastlegging van de vorm en de inhoud van de EPB-aangifte en het model van het energieprestatiecertificaat bij de bouw, laatst gewijzigd bij het ministerieel besluit van 30 januari 2017, wordt de zinsnede " XII, en XIV tot en met XVII " vervangen door de zinsnede " XII, en XIV tot en met XVIII ".

Art. 6. Bijlage I van hetzelfde ministerieel besluit, vervangen bij het ministerieel besluit van 30 januari 2017, wordt vervangen door de bijlage 2, die bij dit besluit is gevoegd.

Art. 7. Bijlage IIbis van hetzelfde ministerieel besluit, vervangen bij het ministerieel besluit van 30 januari 2017, wordt vervangen door de bijlage 3, die bij dit besluit is gevoegd.

Art. 8. Bijlage IIter van hetzelfde ministerieel besluit, vervangen bij het ministerieel besluit van 30 januari 2017, wordt vervangen door de bijlage 4, die bij dit besluit is gevoegd.

Art. 9. Bijlage III van hetzelfde ministerieel besluit, vervangen bij het ministerieel besluit van 30 januari 2017, wordt vervangen door de bijlage 5, die bij dit besluit is gevoegd.

Art. 10. Bijlage 4 van hetzelfde ministerieel besluit, ingevoegd bij het ministerieel besluit van 29 oktober 2007 en gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 18 mei 2014 en 16 december 2014, wordt vervangen door de bijlage 6, die bij dit besluit is gevoegd.

Art. 11. Bijlage 5 van hetzelfde ministerieel besluit, ingevoegd bij het ministerieel besluit van 1 december 2010, wordt vervangen door de bijlage 7, die bij dit besluit is gevoegd.

Art. 12. In bijlage X van hetzelfde ministerieel besluit, ingevoegd bij het ministerieel besluit van 18 mei 2014 en gewijzigd bij het ministerieel besluit van 30 januari 2017, worden de volgende wijzigingen aangebracht:

1° in punt 2.2 worden de woorden "kantoor- en schoolgebouwen" vervangen door de woorden "niet-residentiële gebouwen";

2° in punt 2.5 wordt de zinsnede "als het vermogen van de verlichtingsarmaturen niet kan worden vastgesteld" vervangen door de zinsnede "van zodra van minstens één verlichtingsarmatuur het vermogen niet kan worden vastgesteld";

3° er wordt een punt 2.7 ingevoegd, dat luidt als volgt:

"2.7 Zonneboiler
Algemeen principe
De zonneboiler levert een bijdrage aan de opwekking van sanitair warm water of de combinatie van sanitair warm water en ruimteverwarming. Bij een ingrijpende energetische renovatie mag een bestaande zonneboiler worden ingerekend.

Waarden bij ontstentenis
- Als het werkelijke volume van het opslagvat in het thermische zonne-energiesysteem niet gekend is, wordt dit bepaald als:

Vas,stor = Aas,j * 70 – max ((Aas,j – 20);0)*20 (I)

- Voor de andere parameters werd reeds een waarde bij ontstentenis voorzien in de berekeningsmethode (10.4 van bijlage V bij het Energiebesluit).".

Art. 13. Aan hetzelfde ministerieel besluit, laatst gewijzigd bij het ministerieel besluit van 25 januari 2018, wordt een bijlage XVIII toegevoegd, die als bijlage 8 bij dit besluit is gevoegd.

Hoofdstuk 4. Wijzigingen aan het ministerieel besluit van 15 september 2009 betreffende de vaststelling van de gelijkwaardigheid van innovatieve systemen, bouwconcepten of technologieën in het kader van de energieprestatieregelgeving

Art. 14. Bijlage 1 van het ministerieel besluit van 15 september 2009 betreffende de vaststelling van de gelijkwaardigheid van innovatieve systemen, bouwconcepten of technologieën in het kader van de energieprestatieregelgeving, vervangen bij het ministerieel besluit van 30 januari 2017, wordt vervangen door de bijlage 9, die bij dit besluit is gevoegd.

Hoofdstuk 5. Wijzigingen aan het ministerieel besluit van 9 september 2016 betreffende externe warmtelevering

Art. 15. In bijlage 1 van het ministerieel besluit van 9 september 2016 betreffende externe warmtelevering, gewijzigd bij de ministerieële besluiten van 30 januari 2017 en 25 januari 2018, worden de volgende wijzigingen aangebracht:

1° In punt 3.2.2 bij de declaratie van $Q_{heat,final,sec\ i,m,pref,j}$ worden de woorden "Het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor ruimteverwarming per energiesector i van warmtevrager j, voor woongebouwen bepaald volgens 10.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 en voor kantoor- en schoolgebouwen bepaald volgens 7.2.1 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010;" vervangen door de woorden "Het maandelijks eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor ruimteverwarming per energiesector i van warmtevrager j, voor woongebouwen bepaald volgens 10.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 en voor niet-residentiële gebouwen bepaald volgens 7.2.1 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010;"

2° In punt 3.2.2 bij de declaratie van $Q_{heat,final,sec\ i,m,npref,j}$ worden de woorden "Het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor ruimteverwarming per energiesector i van warmtevrager j, voor woongebouwen bepaald volgens 10.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 en voor kantoor- en schoolgebouwen bepaald volgens 7.2.1 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010;" vervangen door de woorden "Het maandelijks eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor ruimteverwarming per energiesector i van warmtevrager j, voor woongebouwen bepaald volgens 10.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 en voor niet-residentiële gebouwen bepaald volgens 7.2.1 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010;"

3° In punt 3.3.2 bij de declaratie van f_{pumps} worden de woorden "Een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper, bepaald volgens 10.2.3.3 van Bijlage V van het Energiebesluit van 19 november 2010;" vervangen door de woorden "Een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper, bepaald volgens 10.2.3.3.3 van Bijlage V van het Energiebesluit van 19 november 2010;"

4° In punt 3.3.2 bij de declaratie van COP_{test} worden de woorden "De prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp bepaald volgens 10.2.3.3 van Bijlage V van het Energiebesluit van 19 november 2010." vervangen door de woorden "De prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp bepaald volgens 10.2.3.3.3 van Bijlage V van het Energiebesluit van 19 november 2010."

5° In punt 3.3.2 onder subtitel "Andere opwekkers" worden de woorden "Overige rendementen kunnen berekend worden volgens 10.2.3.2 van Bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010." vervangen door de woorden "Overige rendementen kunnen berekend worden volgens 10.2.3.2.3 van Bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010.".

Hoofdstuk 6. Slotbepalingen

Art. 16. Dit ministerieel besluit treedt in werking op de datum van de bekendmaking ervan in het Belgisch Staatsblad.

Artikel 10 is voor het eerst van toepassing op dossiers waarvan de melding of de aanvraag van een stedenbouwkundige vergunning of een omgevingsvergunning voor stedenbouwkundige handelingen wordt ingediend vanaf 1 juli 2018.

De artikelen 11, 12, 14 en 15 zijn voor het eerst van toepassing op dossiers waarvan de melding of de aanvraag van een stedenbouwkundige vergunning of een omgevingsvergunning voor stedenbouwkundige handelingen wordt ingediend vanaf de datum van de bekendmaking ervan in het Belgisch Staatsblad.

Artikel 13 is voor het eerst van toepassing op dossiers waarvan de melding of de aanvraag tot het verkijgen van een omgevingsvergunning voor stedenbouwkundige handelingen werd ingediend vanaf 1 januari 2018 en de EPB-aangifte wordt ingediend vanaf de datum van de bekendmaking ervan in het Belgisch Staatsblad.

Brussel, ...

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie,

Bart TOMMELEIN

Bijlage 1

Vlaamse overheid
Vlaams Energieagentschap
Email: energie@vlaanderen.be
Website: www.energiesparen.be

Startverklaring

in het kader van de energieprestatie en het binnenklimaat van een gebouw

<naam van het deelproject> <energieprestatiedossiernummer>/<code van de verslaggever>/SV/<dossiercode>/<deelprojectcode>

Ontvangstdatum:

Dossiercode:
Softwareversie:

<gemeente>

Waarvoor dient dit formulier?
Dit formulier is het bewijs dat u de startverklaring hebt verstuurd aan het Vlaams Energieagentschap. Het bevat de gegevens die door de verslaggever elektronisch zijn verstuurd aan de Energieprestatiedatabank : de resultaten van de voorafberekening van de energieprestatie en het binnenklimaat van het (deel van het) gebouw waarvoor u de startverklaring indient. In rubriek F kunt u zien of het ontwerp van het project voldoet aan de geldende EPB-eisen. Na de werken maakt de verslaggever een EPB-aangifte op, gebaseerd op de werkelijke as-built- situatie. Hiervoor dient u de nodige stavingsstukken te verzamelen en te bezorgen aan de verslaggever. Voor dossiers waarbij uit de EPB-aangifte blijkt dat niet voldaan is aan de EPB-eisen, wordt door het VEA een administratieve geldboete opgelegd.

Wat moet u met dit formulier doen?
Het formulier moet ondertekend worden door de aangifteplichtige, de verslaggever en de architect die belast is met de controle op de werkzaamheden. De verslaggever en de aangifteplichtige bewaren dit ondertekende formulier gedurende 3 jaar na de datum van ontvangst.

Waar kunt u terecht voor meer informatie over dit formulier?
Als u vragen hebt over dit formulier of over de procedure ervan, dan kunt u contact opnemen met het Vlaams Energieagentschap, e-mail: energie@vlaanderen.be.

Privacy
De gegevens die u meedeelt, worden opgeslagen in bestanden. Uw gegevens worden gebruikt voor de behandeling van uw dossier en kunnen ook anoniem verwerkt worden voor statistische of wetenschappelijke doeleinden. U hebt het recht om de gegevens te raadplegen en te laten verbeteren.

A. Algemene gegevens van het bouwproject

1. Ligging

Straat, nummer(s) en busnummer:
Postnummer en gemeente:
Naam v/d verkaveling:
Kadastrale gegevens: Afdeling: Sectie: Lotnummer: nr(s):

2. Data

Datum aanvraag stedenbouwkundige vergunning/omgevingsvergunning:
Datum verlenen stedenbouwkundige vergunning/omgevingsvergunning:
Datum melding:
Startdatum van de niet vergunde werken:
Startdatum van de werken:

3. Uitzondering

Volgende vrijstelling, afwijking of uitzondering is van toepassing:

Nummer van de uitzondering:

Opmerking van de verslaggever over de uitzondering:

B. Persoonlijke gegevens

1. Gegevens van de aangifteplichtige 1

Voor- en achternaam:
Functie:
Firma:
Rechtsvorm:
KBO-nummer:
RRN:
Geboortedatum:
Geboorteplaats:
Geslacht:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:
Telefoonnummer:
E-mailadres:

Aangifteplichtige 1 is aangifteplichtige van de EPB- eenheden

2. Gegevens van de aangifteplichtige 2

Voor- en achternaam:
Functie:
Firma:
Rechtsvorm:
KBO-nummer:
RRN:
Geboortedatum:
Geboorteplaats:
Geslacht:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:
Telefoonnummer:
E-mailadres:

Aangifteplichtige 2 is aangifteplichtige van de EPB- eenheden

3. Promotor-bouwheer

De aangifteplichtige is promotor-bouwheer van dit gebouw

☐ ja
☐ Nee

4. Gegevens van de verslaggever

Voor- en achternaam:
Firma:
Rechtsvorm:
KBO-nummer:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:
Telefoonnummer:
Code verslaggever:

5. Gegevens van de architect belast met de controle op de werkzaamheden

Voor- en achternaam:
Firma:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:
Telefoonnummer:

C. Indeling van het bouwproject

1. Gebouw

Omschrijving

Omschrijving van het gebouw:	
Publieke organisatie:	
Sociale huisvesting:	
Code gebouw:	
Aard van de werkzaamheden:	
Nieuwbouw na sloop (herbouw):	
Type functiewijziging:	
Bij renovatie:	Er zijn vensters vervangen/er zijn geen vensters vervangen
Bij renovatie of functiewijziging:	Er worden (geen) installaties vernieuwd of nieuw geplaatst.

EPB-eenheid

Omschrijving van de EPB-eenheid:	
Code EPB-eenheid:	
Bestemming EPB-eenheid:	
Functie(s):	
Type EPB-eenheid:	
Aard van de bebouwing:	
K-peilvolume:	

D. Gebouw < naam van gebouw>

D.1. Resultaten van <naam van de EPB-eenheid>

1. Resultaten op het vlak van de U-waarden of de R-waarden

Opake scheidingsconstructies, deuren, poorten en glasbouwstenen

Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	R-waarde [m²K/W]	Minimale R-waarde [m²K/W]	Voldaan

Centrale U-waarde van de beglazing van vensters, van lichte gevels en van andere transparante delen

Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan

Gemiddelde U-waarde van de vensters, van lichte gevels en van andere transparante delen

	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan
Gemiddelde U-waarde van alle vensters			
Gemiddelde U-waarde van lichte gevels			
Gemiddelde U-waarde van andere transparante delen			

2. K-peil resultaat

Deze EPB-eenheid is deel van K-peil volume:
Beschermd volume: m³
Verliesoppervlakte: m²
Gemiddelde U-waarde: W/m²K
Compactheid: m
Vormefficiëntie EPB-eenheid:

De invloed van de bouwknopen werd in rekening gebracht met optie A/B/C

K-peil	K-peil eis *	Voldaan

OF

2. S-peil resultaat

Volume EPB-eenheid: m³
Equivalente boloppervlakte EPB-eenheid : m²
Verliesoppervlakte EP-eenheid: m²
Vormefficiëntie EPB-eenheid:

De invloed van de bouwknopen werd in rekening gebracht met optie A/B/C

S-peil	S-peil eis	Voldaan

3. E-peil resultaat

Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik: MJ
Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik volgens de gelijkwaardigheidsberekening: MJ
Referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik: MJ

E-peil	E-peil eis *	Voldaan

4. Netto energiebehoefte voor verwarming

Jaarlijkse netto-energiebehoefte voor verwarming: kWh/m².jaar
Bruto vloeroppervlakte: m²

Netto energiebehoefte voor verwarming [kWh/m².jaar]	Eis [kWh/m².jaar]	Voldaan

5. Resultaat op het vlak van het risico op oververhitting

Naam energiesector/EPW-volume	Oververhittingsindicator [Kh]	Max. oververhittingsindicator [Kh]	Voldaan

6. Resultaat op het vlak van de hoeveelheid hernieuwbare energie

1. Toepassing van minstens 1 van de 6 maatregelen

Systeem	Voldaan aan	Hoeveelheid hernieuwbare	Eis hernieuwbare energie	Voldaan

	kwaliteitseisen	energie		
Zonne-thermisch energiesysteem		m² apertuur/m²	0.02 m² apertuur/m²	
Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem		kWh/jaar.m²	7 kWh/jaar.m²	
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		% bruto-energiebehoefte verwarming	85 % bruto-energiebehoefte verwarming	
Warmtepomp		% bruto-energiebehoefte verwarming	85 % bruto-energiebehoefte verwarming	
Stadsverwarming of stadskoeling		ja	ja	
Participatie		euro/m²	20 euro/ m²	

2. Toepassing van combinatie van maatregelen

Bruto vloeroppervlakte: m²

Systeem	Voldaan aan kwaliteitseisen	Hoeveelheid hernieuwbare energie [kwh]	Hoeveelheid hernieuwbare energie per bruto vloeroppervlakte [kwh/m²]
Zonne-thermisch energiesysteem Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa Warmtepomp Stadsverwarming of stadskoeling Participatie			

	Hoeveelheid hernieuwbare energie per bruto vloeroppervlakte [kwh/m²]	Eis hernieuwbare energie [kwh/m²]	Voldaan
Combinatie van maatregelen			

7. Resultaten op het vlak van de ventilatie

1. Het ventilatievoorontwerp:

Het ventilatievoorontwerp is opgemaakt: □ Ja
□ Nee

- door: XXXXXXXXX
- op: XX/XX/XXXX
- referentiecode kwaliteitskader: XXXXXXXXXX
- organisatie kwaliteitskader: XXXXXXX

Er is geen ventilatievoorontwerp opgemaakt voor de start van de werkzaamheden.
Een ventilatievoorontwerp in het begin van het bouwproces is aangewezen om de aangifteplichtige meer garantie te geven op een kwalitatieve ventilatie-installatie.
Het ventilatievoorontwerp maakt integraal deel uit van het gebouwontwerp. Daarin worden de onderlinge interacties tussen het ventilatiesysteem en de bouwkundige aspecten afgetoetst (bv: zijn er akoestische maatregelen gepland bij ventilatoren die net naast een slaapkamer zijn geplaatst; is er voldoende ruimte voor de ventilatiekanalen, is de impact van een ventilatiesysteem op de ruwbouw bekeken ...).
De aangifteplichtige wordt via het ventilatievoorontwerp meer betrokken bij de opgelegde en geplande prestaties van de ventilatie-installatie.

Niettegenstaande er bij de start van de werkzaamheden nog geen ventilatievoorontwerp is opgemaakt, kan het alsnog worden opgemaakt, om verrassingen op het einde van de werkzaamheden, met betrekking tot het behalen van de ventilatie-eisen en de kwaliteit van het ventilatiesysteem, te vermijden.

2. Nieuwe ruimten

Naam ruimte	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Minimale afvoer [m³/h]	Gecombineerde afvoer[m³/h]	Voldaan

3. Bestaande ruimten

Naam ruimte	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Vensters vervangen/toegevoegd?	Aantal lopende meter vervangen venster [m]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Voldaan

8. Resultaten op het vlak van installaties

Ruimteverwarming – ketels

Naam verwarmingssysteem	Energiedrager	Eis van toepassing	η_{inst} (%)	$\eta_{inst,min}$ (%)	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Ruimteverwarming – centrale elektrische verwarming

Naam verwarmingssysteem	Type toestel	Eis van toepassing	W_{tot} (W)	Bruto vloeroppervlakte $A_{f,gross}$ (m²)	$W_{tot}/A_{f,gross}$ (W/m²)	Max. waarde (W/m²)	Voldaan

Ruimteverwarming – warmtepompen

Naam verwarmingssysteem	Energiedrager	Eis van toepassing	SPF/Rendement	SPF_{min}/$Rendement_{min}$	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Ruimteverwarming – Andere opwekkers

Naam verwarmingssysteem	Beschrijving

Ruimteverwarming – plaatselijke verwarming

Naam verwarmingssysteem	Type toestel	Eis van toepassing	W_{tot} (W)	Bruto vloeroppervlakte $A_{f,gross}$ (m^2)	$W_{tot}/A_{f,gross}$ (W/m^2)	Max. waarde (W/m^2)	Voldaan

Sanitair warm water

Naam opwekkingssysteem	Elektrische weerstands-verwarming	Eis van toepassing	P_{el} (W)	$P_{el, max}$ (W)	Bruto vloeroppervlakte $A_{f,gross}$ (m^2)	Voldaan

Circulatieleidingen

Naam circulatieleiding	Naam segment	R_l (mK/W)	$R_{l, min}$ (mK/W)	Lengte segment (m)	Voldaan

Koeling

Naam koelsysteem	Soort machine	Eis van toepassing	η_{inst} (%)	$\eta_{inst,min}$ (%)	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Ventilatiesysteem

Naam ventilatiesysteem	Centraal systeem met mechanisch toe- en afvoer?	Eis van toepassing	$\eta_{hr,vent}$ (%)	$\eta_{hr,vent,min}$ (%)	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Verlichting

Naam ruimte	Functie	Type ruimte	$A_{light,net}$ (m²)	w (W)	w_{equiv} (W/m²)	$w_{equiv,max}$ (W/m²)	Voldaan

Energieverbruiksmeters

Naam verwarmingssysteem/ koelsysteem	Type toestel	Vermogen	Verplichte meter(s)	Meter aanwezig	Meter voldoet	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

9. Resultaten op het vlak van serres

Minimaal 1 energiescherm geplaatst:
Automatische regeling temperatuur en luchtvochtigheid:

	Eis op vlak van serres	Voldaan
	ja	

E. Resultaten van de gemeenschappelijke delen en aangrenzende onverwarmde ruimtes (AOR)

1. Resultaten op het vlak van de U-waarden of de R-waarden van gemeenschappelijke delen

Opake scheidingsconstructies, deuren, poorten en glasbouwstenen

Naam gemeenschappelijk deel	Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	R-waarde [m²K/W]	Minimale R-waarde [m²K/W]	Voldaan

Centrale U-waarde van de beglazing van vensters, van lichte gevels en van andere transparante delen

Naam gemeenschappelijk deel	Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan

Gemiddelde U-waarde van de vensters, lichte gevels en van andere transparante delen

	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan
Gemiddelde U-waarde van alle vensters			
Gemiddelde U-waarde van lichte gevels			
Gemiddelde U-waarde van andere transparante delen			

2. Resultaten op het vlak van de ventilatie van de niet-residentiële gemeenschappelijke delen

1. Nieuwe gemeenschappelijke ruimten

Naam gemeenschappelijk deel	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Minimale afvoer [m³/h]	Gecombineerde afvoer[m³/h]	Voldaan

2. Bestaande gemeenschappelijke ruimten

Naam gemeenschappelijk deel	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Vensters vervangen/toegevoegd?	Aantal lopende meter vervangen venster [m]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Voldaan

3. Resultaten op het vlak van de ventilatie van de aangrenzende onverwarmde ruimte(n)

Naam AOR	Toevoer [m³/h]	Gecombineerde afvoer[m³/h]	Voldaan

F. Samenvatting van de resultaten

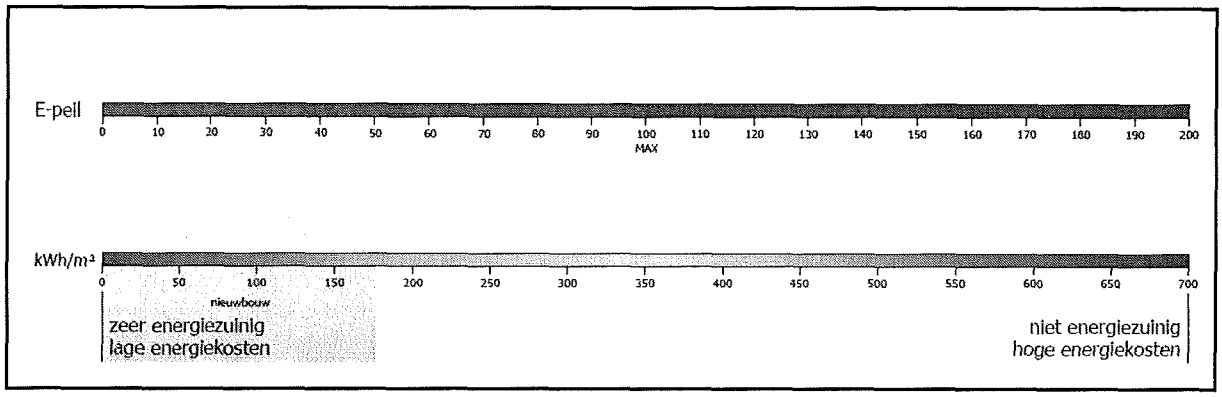
1. Gebouw - EPB-eenheid

Naam gebouw
Naam EPB-eenheid
Aard van de werkzaamheden
Bestemming
Functie(s)
Type landbouwgebouw
Nieuw gecreëerd beschermd volume ...m³
Verbouwd beschermd volume ...m³

	U-waarden en/ of de R-waarden	K-peil*/ S-peil	E-peil *	Ventilatie	Over-verhitting	Netto energie-behoefte voor verwarming	Hoeveelheid hernieuwbare energie *	Installaties
Eis Bereikte prestatie Conformiteit								

Minimaal 1 energiescherm geplaatst:
Automatische regeling temperatuur en luchtvochtigheid:
Voldaan aan de eis op vlak van serres:

Het jaarlijks primair energieverbruik per eenheid vloeroppervlakte kWh/m²



Dat zijn de resultaten van de voorafberekening van het ontwerp van uw project. Dit is geen garantie dat uw project na de werkzaamheden ook aan de EPB-eisen zal voldoen. U dient tijdens de uitvoering van uw project de nodige stavingsstukken te verzamelen. Op basis daarvan stelt uw verslaggever.na afloop van de werken of na ingebruikname de EPB-aangifte op, volgens de werkelijk uitgevoerde toestand (as-built-situatie).

Meer informatie over het verzamelen van stavingsstukken, kunt u terugvinden op www.energiesparen.be/epb/stavingsstukken. Ook uw verslaggever en architect kunnen u met raad en daad bijstaan.

Wist u dat nieuwe gebouwen vanaf 01/01/2021 aan de BEN-eisen moeten voldoen? BEN staat voor Bijna-Energie-Neutraal. BEN-bouwen is nu al mogelijk, maar is zeker geen verplichting. Wie voorloopt op de eisen en nu al BEN bouwt, maakt de slimste keuze: een lage energiefactuur en financiële ondersteuning. Bij de berekening werd uw ontwerp ook afgetoetst aan de BEN-eisen.

Proficiat, uw ontwerp voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.

Uw ontwerp voldoet nog niet aan alle BEN-eisen. Uw EPB-verslaggever kan u verder adviseren.

Aan de volgende eisen voor een BEN-gebouw is niet voldaan:

- E-peil
- K-peil
- U-waarden
- Ventilatie
- Minimum hoeveelheid hernieuwbare energie
- Oververhitting
- Netto-energiebehoefte voor verwarming

Meer over BEN op www.energiesparen.be/BEN.

G. Ondertekening

Datum: <dd/mm/jjjj>

de aangifteplichtige,
gelezen en goedgekeurd,

(handtekening) (handtekening) (handtekening)

de verslaggever,
gelezen en goedgekeurd,

de architect,
gelezen en goedgekeurd,

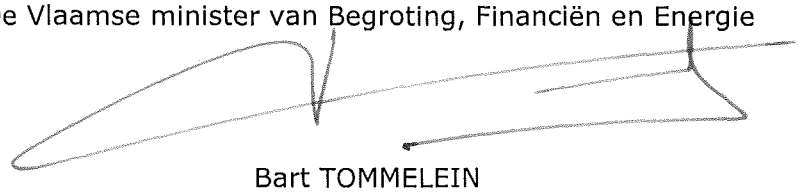
(handtekening)

(handtekening)

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel,.....

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie



Bart TOMMELEIN

Bijlage 2

Vlaamse overheid
Vlaams Energieagentschap
Email: energie@vlaanderen.be
Website: www.energiesparen.be

EPB-aangifte

aangifte van de energieprestatie en het binnenklimaat van een gebouw

<naam van het gebouw of EPB-eenheid> <energieprestatiedossiernummer>/<code van de verslaggever>/<dossiercode>/<code van het gebouw >/<code van de EPB-eenheid >

Dossiernaam:
<aard van de werkzaamheden>
Ontvangstdatum:

Dossiercode: .....
<bestemming>
Softwareversie

<gemeente>

Waarvoor dient dit formulier?
Dit formulier is het bewijs dat u de EPB-aangifte hebt verstuurd aan het Vlaams Energieagentschap. Dit formulier bevat de invoergegevens en de resultaten van de berekening van de energieprestatie en het binnenklimaat van het (deel van het) gebouw waarvoor u aangifte doet. Dit formulier bevat de gegevens die door de verslaggever elektronisch zijn verstuurd aan de Energieprestatiedatabank.
In rubriek E kunt u zien of het project voldoet aan de geldende EPB-eisen. Voor dossiers waarbij uit de EPB-aangifte blijkt dat niet voldaan is aan de EPB-eisen, wordt door het VEA een administratieve geldboete opgelegd.
Wat moet u met dit formulier doen?
Het afgedrukte formulier moet ondertekend worden door de aangifteplichtige en de verslaggever. De verslaggever bewaart dit ondertekende formulier gedurende 5 jaar na de datum van ontvangst, de aangifteplichtige 10 jaar.

Waar kunt u terecht voor meer informatie over dit formulier?
Als u vragen hebt over dit formulier of over de procedure ervan, dan kunt u contact opnemen met het Vlaams Energieagentschap, e-mail: energie@vlaanderen.be.

Privacy
De gegevens die u meedeelt, worden opgeslagen in bestanden. Uw gegevens worden gebruikt voor de behandeling van uw dossier en kunnen ook anoniem verwerkt worden voor statistische of wetenschappelijke doeleinden. U hebt het recht om de gegevens te raadplegen en te laten verbeteren.

A. Algemene gegevens van <naam van de EPB-eenheid>

1. Ligging

Straat, nummer en
Postnummer en gemeente:
Naam v/d verkaveling: Lotnummer:
Kadastrale gegevens: Afdeling: Sectie: nr(s):

2. Data

Datum aanvraag stedenbouwkundige vergunning/omgevingsvergunning:
Datum verlenen stedenbouwkundige vergunning/omgevingsvergunning:
Datum melding:
Startdatum van de niet vergunde werken:

Datum einde van de werken:
Datum van ingebruikname:

3. Omschrijving

Aard van de werkzaamheden:	
Nieuwbouw na sloop (herbouw):	
Bestemming(en):	
Functie(s):	
Publieke organisatie:	
Sociale huisvesting:	
Bij renovatie:	Er zijn vensters vervangen/er zijn geen vensters vervangen
Bij renovatie of functiewijziging:	Er worden (geen) installaties vernieuwd of nieuw geplaatst.
Type gebouw:	
Type landbouwgebouw:	
Aard van de bebouwing:	
Omschrijving EPB-eenheid/gebouw:	

B. Persoonlijke gegevens

1. Gegevens van de aangifteplichtige 1

Voor- en achternaam:	
Functie:	
Firma:	
Rechtsvorm:	
KBO-nummer:	
RRN:	
Geboortedatum:	
Geboorteplaats:	
Geslacht:	
Straat, nummer en busnummer:	
Landcode - postnummer en gemeente:	
Telefoonnummer:	
E-mailadres:	

2. Gegevens van de aangifteplichtige 2

Voor- en achternaam:	
Functie:	
Firma:	
Rechtsvorm:	
KBO-nummer:	
RRN:	
Geboortedatum:	
Geboorteplaats:	
Geslacht:	
Straat, nummer en busnummer:	
Landcode - postnummer en gemeente:	
Telefoonnummer:	
E-mailadres:	

3. Overdracht van aangifteplicht

Er vond een eigendomsoverdracht plaats van de EPB-eenheid of het gebouw tussen het verlenen van de stedenbouwkundige vergunning en het indienen van de EPB-aangifte met overdracht van de aangifteplicht.

☐ Ja
☐ Nee

4. Eigenaar

De bovenstaande aangifteplichtige(en) zijn ook eigenaar van het project

☐ Ja
☐ Nee

Gegevens van de eigenaar 1

Voor- en achternaam:
Firma:
Rechtsvorm:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:

Gegevens van de eigenaar 2

Voor- en achternaam:
Firma:
Rechtsvorm:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:

5. Gegevens van de verslaggever

Voor- en achternaam:
Firma:
rechtsvorm:
KBO-nummer:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:
Telefoonnummer:
Code verslaggever:

6. Gegevens van de architect belast met de controle op de werkzaamheden

Voor- en achternaam:
Firma:
Straat, nummer en busnummer:
Landcode - postnummer en gemeente:
Telefoonnummer:

C. Resultaten van <naam EPB-eenheid>

1. Resultaten op het vlak van de U-waarden of de R-waarden

Opake scheidingsconstructies, deuren, poorten en glasbouwstenen

Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	R-waarde [m²K/W]	Minimale R-waarde [m²K/W]	Voldaan

Centrale U-waarde van de beglazing van vensters, van lichte gevels en van andere transparante delen

Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan

Gemiddelde U-waarde van de vensters, van lichte gevels en andere transparante delen

	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan
Gemiddelde U-waarde van alle vensters			
Gemiddelde U-waarde van lichte gevels			
Gemiddelde U-waarde van andere transparante delen			

2. K-peil resultaat

Deze EPB-eenheid is deel van K-peil volume:

Beschermd volume: m³

Verliesoppervlakte: m²
Gemiddelde U-waarde: W/m²K
Compactheid: m
Vormefficiëntie EPB-eenheid:

De invloed van de bouwknopen werd in rekening gebracht met optie A/B/C:

K-peil	K-peil eis*	Voldaan

OF

2. S-peil resultaat

Volume EPB-eenheid: m³
Equivalente boloppervlakte EPB-eenheid : m²
Verliesoppervlakte EP-eenheid: m²
Vormefficiëntie EPB-eenheid:

De invloed van de bouwknopen werd in rekening gebracht met optie A/B/C

S-peil	S-peil eis	Voldaan

3. E-peil resultaat

Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik: MJ
Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik volgens de gelijkwaardigheidsberekening: MJ

Referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik: MJ

E-peil	E-peil eis *	Voldaan

4. Netto energiebehoefte voor verwarming

Jaarlijkse netto-energiebehoefte voor verwarming: kWh/m².jaar
Bruto vloeroppervlakte: m²

Netto energiebehoefte voor verwarming [kWh/m².jaar]	Eis [kWh/m².jaar]	Voldaan

5. Resultaat op het vlak van het risico op oververhitting

Naam energiesector/EPW-volume	Oververhittingsindicator [Kh]	Max. oververhittingsindicator [Kh]	Voldaan

6. Resultaat op het vlak van de hoeveelheid hernieuwbare energie

1. Toepassing van minstens 1 van de 6 maatregelen

Systeem	Voldaan aan kwaliteitseisen	Hoeveelheid hernieuwbare energie	Eis hernieuwbare energie	Voldaan
Zonne-thermisch energiesysteem Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem		m² apertuur/m² kWh/jaar.m²	0.02 m² apertuur/m² 7 kWh/jaar.m²	

Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		% bruto-energiebehoefte verwarming	85 % bruto-energiebehoefte verwarming	
Warmtepomp		% bruto-energiebehoefte verwarming	85 % bruto-energiebehoefte verwarming	
Stadsverwarming of stadskoeling		ja	ja	
Participatie (uniek participatienummer)		euro/m²	20 euro/ m²	

2. Toepassing van combinatie van maatregelen

Bruto vloeroppervlakte: m²

Systeem	Voldaan aan kwaliteitseisen	Hoeveelheid hernieuwbare energie [kwh]	Hoeveelheid hernieuwbare energie per bruto vloeroppervlakte [kwh/m²]
Zonne-thermisch energiesysteem Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa Warmtepomp Stadsverwarming of stadskoeling Participatie			

	Hoeveelheid hernieuwbare energie per bruto vloeroppervlakte [kwh/m²]	Eis hernieuwbare energie [kwh/m²]	Voldaan
Combinatie van maatregelen			

7. Resultaten op het vlak van de ventilatie

1. Het ventilatieprestatieverslag:

Het ventilatieprestatieverslag is opgemaakt: □ Ja
□ Nee

- op: XX/XX/XXXX
- referentiecode kwaliteitskader: XXXXXXXXXX
- organisatie kwaliteitskader: XXXXXXX

Voor alle nieuwe en ingrijpend energetisch te renoveren wooneenheden, met stedenbouwkundige vergunningsaanvraag, datum aanvraag omgevingsvergunning of melding vanaf 1 januari 2016 en waarvan de EPB-aangifte is ingediend vanaf 1 juli 2017, is het verplicht om na de uitvoering een prestatieverslag op te maken van het geplaatste ventilatiesysteem. In dat prestatieverslag worden de kenmerken en de behaalde prestaties van het ventilatiesysteem getoetst aan de prestatiecriteria die werden opgesteld in de 'STS-P 73-1 -Systemen voor basis ventilatie in residentiële toepassingen'.

De ventilatiegegevens in de EPB-aangifte zijn gewijzigd tov het ingediende ventilatieprestatieverslag. Ja/Neen

Reden ...

2. Nieuwe ruimten

Naam ruimte	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Minimale afvoer m³/h]	Gecombineerde afvoer[m³/h]	Voldaan

3. Bestaande ruimten

Naam ruimte	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Vensters vervangen/toegevoegd?	Aantal lopende meter vervangen venster [m]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Voldaan

8. Resultaten op het vlak van installaties

Ruimteverwarming – ketels

Naam verwarmingssysteem	Energiedrager	Eis van toepassing	η_{inst} (%)	$\eta_{inst,min}$ (%)	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Ruimteverwarming – centrale elektrische verwarming

Naam verwarmingssysteem	Type toestel	Eis van toepassing	W_{tot} (W)	Bruto vloeroppervlakte $A_{f,gross}$ (m²)	$W_{tot}/A_{f,gross}$ (W/m²)	Max. waarde (W/m²)	Voldaan

Ruimteverwarming – warmtepompen

Naam verwarmingssysteem	Energiedrager	Eis van toepassing	SPF/Rendement	SPF_{min}/$Rendement_{min}$	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Ruimteverwarming – Andere opwekkers

Naam verwarmingssysteem	Beschrijving

Ruimteverwarming – plaatselijke verwarming

Naam verwarmingssysteem	Type toestel	Eis van toepassing	W_{tot} (W)	Bruto vloeroppervlakte $A_{f,gross}$ (m^2)	$W_{tot}/A_{f,gross}$ (W/m^2)	Max. waarde (W/m^2)	Voldaan

Sanitair warm water

Naam opwekkingssysteem	Elektrische weerstands-verwarming	Eis van toepassing	P_{el} (W)	$P_{el,\ max}$ (W)	Bruto vloeroppervlakte $A_{f,gross}$ (m^2)	Voldaan

Circulatieleidingen

Naam circulatieleiding	Naam segment	R_l (mK/W)	$R_{l,\ min}$ (mK/W)	Lengte segment (m)	Voldaan

Koeling

Naam koelsysteem	Soort machine	Eis van toepassing	η_{inst} (%)	$\eta_{inst,min}$ (%)	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Ventilatiesysteem

Naam ventilatiesysteem	Centraal systeem met mechanisch toe- en afvoer?	Eis van toepassing	$\eta_{hr,vent}$ (%)	$\eta_{hr,vent,min}$ (%)	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

Verlichting

Naam ruimte	Functie	Type ruimte	$A_{light,net}$ (m²)	w (W)	w_{equiv} (W/m²)	$w_{equiv,max}$ (W/m²)	Voldaan

Energieverbruiksmeters

Naam verwarmingssysteem/ koelsysteem	Type toestel	Vermogen	Verplichte meter(s)	Meter(s) aanwezig	Meter(s) voldoen	Oppervlakte bediend door installatie [m²]	Voldaan

9. Resultaten op het vlak van serres

Minimaal 1 energiescherm geplaatst:
Automatische regeling temperatuur en luchtvochtigheid:

Eis op vlak van serres	Voldaan
ja	

D. Resultaten van de gemeenschappelijke delen en aangrenzende onverwarmde ruimtes (AOR)

1. Resultaten op het vlak van de U-waarden of de R-waarden van gemeenschappelijke delen

Opake scheidingsconstructies, deuren, poorten en glasbouwstenen

Naam gemeenschappelijk deel	Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	R-waarde [m²K/W]	Minimale R-waarde [m²K/W]	Voldaan

Centrale U-waarde van de beglazing van vensters, van lichte gevels en van andere transparante delen

Naam scheidingsconstructie	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan

Gemiddelde U-waarde van de vensters, van lichte gevels en van andere transparante delen

	U-waarde [W/m²K]	Maximale U-waarde [W/m²K]	Voldaan
Gemiddelde U-waarde van alle vensters			
Gemiddelde U-waarde van lichte gevels			
Gemiddelde U-waarde van andere transparante delen			

2. Resultaten op het vlak van de ventilatie van de niet-residentiële gemeenschappelijke delen

1. Nieuwe gemeenschappelijke ruimten

Naam gemeenschappelijk deel	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Minimale afvoer [m³/h]	Gecombineerde afvoer[m³/h]	Voldaan

2. Bestaande gemeenschappelijke ruimten

Naam gemeenschappelijk deel	Code ruimte	Soort ruimte/ ruimtecategorie	Gebruiks-oppervlakte [m²]	Vensters vervangen/toegevoegd?	Aantal lopende meter vervangen venster [m]	Minimale toevoer [m³/h]	Toevoer [m³/h]	Voldaan

3. Resultaten op het vlak van de ventilatie van de aangrenzende onverwarmde ruimte(n)

Naam AOR	Toevoer [m³/h]	Gecombineerde afvoer[m³/h]	Voldaan

E. Samenvatting van de resultaten

Naam gebouw
Naam EPB-eenheid
Aard van de werkzaamheden
Bestemming
Functie(s)
Type landbouwgebouw
Nieuw gecreëerd beschermd volume ...m³
Verbouwd beschermd volume ...m³

	U-waarden en/ of de R-waarden	K-peil*/ S-peil	E-peil *	Ventilatie	Over-verhitting	Netto energie-behoefte voor verwarming	Hoeveelheid hernieuwbare energie *	Installaties
Eis Bereikte prestatie Conformiteit								

Minimaal 1 energiescherm geplaatst:
Automatische regeling temperatuur en luchtvochtigheid:
Voldaan aan de eis op vlak van serres:

Het jaarlijks primair energieverbruik per eenheid vloeroppervlakte kWh/m²

Datum: <dd/mm/jjjj>

de aangifteplichtige,
gelezen en goedgekeurd,

(handtekening) (handtekening) (handtekening)

de verslaggever,
gelezen en goedgekeurd,

de architect,
gelezen en goedgekeurd,

(handtekening) (handtekening)

F. *Bijlagen bij de EPB-aangifte*

- Energieprestatiecertificaat
- Formulier Opdeling bouwproject
- Transmissieformulier
- EPeil-formulier

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel,.....

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie

Bart TOMMELEIN

Bijlage 3

Vlaamse overheid
Vlaams Energieagentschap
Email: energie@vlaanderen.be
Website: www.energiesparen.be

EPB-aangifte
Transmissieformulier

<naam van het gebouw of EPB-eenheid >
<energieprestatiedossiernummer>/<code van de verslaggever>/<dossiercode>/<code van het gebouw >/<code van de EPB-eenheid >

Dossiernaam:
<aard van de werkzaamheden>
Ontvangstdatum:

Dossiercode: ....
<bestemming>
Softwareversie

<gemeente>

Waarvoor dient dit formulier?
Dit formulier is een bijlage bij het hoofdformulier van de EPB-aangifte. Het bevat de invoergegevens en de resultaten op vlak van transmissie van het (deel van het) gebouw waarvoor u aangifte doet. De invoergegevens en de resultaten werden door de verslaggever elektronisch verstuurd aan de Energieprestatiedatabank.

A. Opsomming van de bouwkundige gegevens van de schildelen van de EPB-eenheid of het gebouw waarvoor het transmissieformulier wordt opgemaakt, met uitzondering van de schildelen naar aangrenzende verwarmde ruimten (AVR) en de schildelen naar een AOR

A.1 Constructies

1. Muren

1.1. Buitenmuren

Naam muur	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

1.2. Bestaande na-geïsoleerde muren

Naam muur	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

1.3. Ingegraven muren (= muren in contact met de grond)

Ingegraven muren (eenvoudige berekening)

Naam muur	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	R [m²K/W]	Rmin. [m²K/W]	Voldoet aan de eis

Ingegraven muren (detailberekening)

Naam muur	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Ingegr. diepte [m]	Dikte muur [m]	R (vloer) [m²K/W]	Opp. [m²]	Hel-ling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	R [m²K/W]	Rmin. [m²K/W]	Voldoet aan de eis

1.4. Binnenmuren (= muren in contact met een kelder of kruipruimte)

Naam muur	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Begrenzing	Type	Methode	Opp. [m]	Helling [°]	R [m²K/W]	Rmin. [m²K/W]	Voldoet aan de eis

1.5 Muren naar een aangrenzend onbebouwd perceel

Naam muur	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Plaats	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2. Daken en plafonds

2.1. Daken en plafonds

Naam dak of plafond	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2.2. Bestaande na-geïsoleerde daken of plafonds

Naam dak of plafond	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

3. Vloeren

3.1. Vloeren boven een buitenomgeving

Bij vloeren boven een buitenomgeving moet voldaan worden aan de maximale U-waarde.

Naam vloer	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

3.2. Vloeren in direct contact met de grond (vloeren op volle grond en ingegraven keldervloeren)

Bij die vloeren moet voldaan worden aan de maximale U-waarde of aan de minimale R-waarde.

Vloeren (eenvoudige berekening)

Naam vloer	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	R [m²K/W]	Rmin. [m²K/W]	Voldoet aan de eis

Vloeren op volle grond (detailberekening)

Naam vloer	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Rand-isolatie	Dikte buiten-muur [m]	Peri-meter [m]	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	R [m²K/W]	Rmin. [m²K/W]	Voldoet aan de eis

Ingegraven (kelder)vloeren (detailberekening)

Naam vloer	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Ingegr. Diepte [m]	Dikte (kelder)-muur [m]	Peri-meter [m]	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	R [m²K/W]	Rmin. [m²K/W]	Voldoet aan de eis

3.3. Vloeren boven kruipruimte of kelder

Naam vloer	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Begrenzing	Type	Methode	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	R [m²K/W]	Rmin. [m²K/W]	Voldoet aan de eis

3.4. Bestaande na-geïsoleerde vloeren

Bij bestaande na-geïsoleerde vloeren in contact met de buitenomgeving moet voldaan worden aan de maximale U-waarde.

Naam vloer	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

4. Opake deuren en poorten

Naam deur of poort	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

5. Vensters met glas

Naam venster	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik		Opp. [m²]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis
							glas				

							venster				
							glas				
							venster				

6. Vensters met transparante delen andere dan glas

Naam transparant deel	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik		Opp. [m²]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis
							trans-parant deel				
							venster				
							trans-parant deel				
							venster				

7. Lichte gevels

Naam transparant deel	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Berekenings methode	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik		Opp. [m²]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis
								lichte gevel				
								venster				
								lichte gevel				
								venster				

8. Glasbouwsteenwanden

Naam glasbouwsteenwand	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

9. Transparante deuren en poorten

Naam deur of poort	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

A.2 Kelder(s)

Kelder '<naam>'	
Muur van de kelder	
Dikte van de muur:	m
Gemiddelde ingegraven diepte:	m
Warmteweerstand van de muur:	m²K/W
Bovenvloer van de kelder	
Hoogte boven maaiveld:	m
Ondervloer van de kelder	
Warmteweerstand van de vloer:	m²K/W
Perimeter van de vloer:	m
Oppervlakte van de vloer:	m²

A.3 Kruipruimte(s)

Kruipruimte '<naam>'	
Muur van de kruipruimte	
Dikte van de muur:	m
Gemiddelde ingegraven diepte:	m
Warmteweerstand van de muur:	m²K/W
Bovenvloer van de kruipruimte	
Perimeter:	m
Hoogte boven maaiveld:	m
Ondervloer van de kruipruimte	
Warmteweerstand van de vloer:	m²K/W

B. Opsomming van de bouwkundige gegevens van de schildelen naar aangrenzende onverwarmde ruimten (AOR)

B.1. Naar AOR:

1. Muren

1.1. Binnenmuren

Naam muur naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

1.2 Bestaande na-geïsoleerde muren

Naam muur	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2. Plafonds

2.1 Plafonds

Naam plafond naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2.2 Bestaande na-geïsoleerde daken of plafonds

Naam plafond	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

3. Vloeren

3.1. Vloeren boven een onverwarmde ruimte

Naam vloer naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

4. Opake deuren en poorten

Naam deur of poort naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

5. Vensters met glas

Naam venster naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Helling [°]	Type luik		Opp. [m²]	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis
						glas				
						venster				
						glas				
						venster				

6. Vensters met transparante delen andere dan glas

Naam ander transparant deel naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Helling [°]	Type luik		Opp. [m²]	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

						trans-parant deel				
						venster				
						trans-parant deel				
						venster				

7. Lichte gevels

Naam transparant deel	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Berekenings methode	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik		Opp. [m²]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis
								lichte gevel				
								venster				
								lichte gevel				
								venster				

8. Glasbouwsteenwanden

Naam glasbouw-steenwand naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

9. Transparante deuren en poorten

Naam deur of poort naar AOR	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Type	Opp. [m²]	Helling [°]	Oriëntatie [°]	Type luik	b*U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

C. Gemiddelde U-waarde van de vensters en andere transparante delen naar buitenomgeving en AOR

1. Vensters

Gemiddelde U-waarde van alle vensters (hieronder zijn zowel de vensters naar buitenomgeving als naar AOR begrepen):

Vensters	Begrenzing	U-waarde of b * U-waarde [W/m²K]	Aantal [-]	Oppervlakte venster[m²]	U * aantal * A of b * U * aantal * A [W/K]

Som van U * aantal * A en b * U * aantal * A	

Som van aantal * A	

Gemiddelde U-waarde [W/m²K]	Maximum gemiddelde U-waarde [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2. Andere transparante delen

Gemiddelde Utp-waarde van alle andere transparante delen dan glas (hieronder zijn zowel de vensters naar buitenomgeving als naar AOR begrepen):

Ander transparant deel	Begrenzing	U-waarde of b * U-waarde [W/m²K]	Aantal [-]	Oppervlakte [m²]	U * aantal * A of b * U * aantal * A [W/K]

Som van U * aantal * A en b * U * aantal * A	

Som van aantal * A	

Gemiddelde U-waarde [W/m²K]	Maximum gemiddelde U-waarde [W/m²K]	Voldoet aan de eis

3. Lichte gevels

Gemiddelde U-waarde van alle lichte gevels (hieronder zijn zowel de vensters naar buitenomgeving als naar AOR begrepen):

Lichte gevel	Begrenzing	U-waarde of b * U-waarde [W/m²K]	Aantal [-]	Oppervlakte [m²]	U * aantal * A of b * U * aantal * A [W/K]

Som van U * aantal * A en b * U * aantal * A	

Som van aantal * A	

Gemiddelde U-waarde [W/m²K]	Maximum gemiddelde U-waarde [W/m²K]	Voldoet aan de eis

D. Opsomming van de bouwkundige gegevens van de schildelen naar aangrenzende verwarmde ruimten (AVR): naar aangrenzende EPB-eenheden, gebouwen, verwarmde volumes op eigen perceel of naburig perceel.

1. Scheidingsconstructies tussen 2 beschermde volumes op aangrenzende percelen of palend aan een bestaand beschermd volume op eigen perceel

Er mag steeds vanuit gegaan worden dat alle ruimten in gebouwen op aangrenzend perceel verwarmde ruimten zijn.

Naam	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Begrenzing	Type	Soort	Opp.	Helling	U	Umax.	Voldoet aan de eis
						[m²]	[°]	[W/m²K]		

Opgelet:
Bij *smalle percelen mag de U-waarde van bestaande gemeenschappelijke scheidingsconstructies groter zijn dan de maximale U-waarde. Die bestaande* scheidingsconstructies worden niet ingevoerd in de EPB-software. Smalle percelen zijn percelen waarbij de kleinste afstand tussen de bedoelde scheidingsconstructie en de tegenoverliggende perceelsgrens kleiner is dan 6 meter.

2. Ondoorzichtige scheidingsconstructies binnen het beschermde volume, met uitzondering van deuren en poorten

2.1. Scheidingsconstructies tussen aparte wooneenheden

Naam	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Begrenzing	Type	Soort	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2.2. Scheidingsconstructies tussen wooneenheden en gemeenschappelijke ruimten, zoals trappenhuis, inkomhal, gangen …

Naam	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Begrenzing	Type	Soort	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2.3. Scheidingsconstructies tussen wooneenheden en ruimten met een niet-residentiële bestemming

Naam	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Begrenzing	Type	Soort	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

2.4. Scheidingsconstructies tussen ruimten met een industriële bestemming en ruimten met een niet-industriële bestemming

Naam	Behoort tot schildeel	Behoort tot energiesector	Begrenzing	Type	Soort	Opp. [m²]	Helling [°]	U [W/m²K]	Umax. [W/m²K]	Voldoet aan de eis

E. Opsomming van de bouwknopen per K-peilvolume/EPB-eenheid.

1. De invloed van de bouwknopen werd berekend met optie A / B / C.

A. De invloed van alle bouwknopen werd gedetailleerd berekend a.d.h.v. een gevalideerde numerieke berekening.

B. De meeste bouwknopen zijn EPB-aanvaarde bouwknopen. Alle niet EPB-aanvaarde bouwknopen en EPB-aanvaarde bouwknopen die bijdragen tot een warmteverliesvermindering zijn gerapporteerd.

C. Er werd geen aandacht besteed om de warmteverliezen via EPB-aanvaarde bouwknopen op te lossen. Er wordt een forfaitaire toeslag van maximaal 10 K-peil-punten aangerekend.

2. Bouwknopen in het K-peilvolume <naam K-peilvolume> / de EPB-eenheid <naam EPB-eenheid>

2.1. Lineaire bouwknopen

Nr	Naam bouwknoop	Type	Lengte [m]	Invoermethode	Begrenzing	Psi [W/mK]	Psi limiet [W/mK]	EPB-aanvaard

2.2. Puntbouwknopen

Nr.	Naam bouwknoop	Type	Sectie of zijde [m² of m]	Invoermethode	Begrenzing	Chi [W/K]

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel,.....

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie

Bart TOMMELEIN

Bijlage 4

Vlaamse overheid
Vlaams Energieagentschap
Email: energie@vlaanderen.be
Website: www.energiesparen.be

EPB-aangifte

EPW-formulier

<naam van het gebouw of EPB-eenheid>
<energieprestatiedossiernummer>/<code van de verslaggever>/<dossiercode>/<code van het gebouw >/<code van de EPB-eenheid >

Dossiernaam: **Dossiercode: .....**
<aard van de werkzaamheden> **<bestemming>**
Ontvangstdatum: **Softwareversie**

<gemeente>

A. Opdeling in ventilatiezones en energiesectoren

Naam ventilatiezone	naam energiesector	type constructie	volume [m³]

B. Transmissieverliezen

Invoergegevens en resultaten op vlak van transmissie staan beschreven in het transmissieformulier.

C. Zonnewinsten

<Naam Ventilatiezone> – <naam Energiesector>

Naam	$g_{g,\perp}$ (glas)	Zonnewering in het vlak		Zonnewering niet in het vlak	Beschaduwing
		Type zonnewering 1	Type zonnewering 2	Naam	forfaitair of gedetailleerd berekend

Gedetailleerde berekening

Naam	Zonnewering niet in het vlak			Beschaduwing			
	Verticale overstek-hoek [°]	Linker overstek-hoek [°]	Rechter overstek-hoek [°]	Horizonhoek belemmering [°]	Verticale overstek-hoek [°]	Linker overstek-hoek [°]	Rechter overstek-hoek [°]

D. Ruimteverwarming

<Naam Ventilatiezone> – <naam Energiesector>

Type verwarming
Combilus ?
Naam combilussysteem :

Onderstaand blok komt enkel voor bij type verwarming 'Plaatselijk'

1. Systeemrendement

1.1 Systeem van warmteafgifte
Soort afgiftesysteem
Afgifterendement
1.2 Systeem van warmteverdeling
Verdeelrendement
1.3 Systeem van warmteopslag
Opslagrendement

Systeemrendement verwarming

2. Opwekkingsrendement

Opwekkingsrendement voor verwarming

Onderstaand blok komt enkel voor bij type verwarming 'centraal' en 'gemeenschappelijk'

1. Systeemrendement

1.1 Systeem van warmteafgifte

Methode die gebruikt werd bij het bepalen van het afgifterendement
Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis ☐ of ☒
Bepaling volgens de detailberekening ☒ of ☐
Soort afgiftesysteem
Soort afgifteoppervlak
Is er een temperatuurgestuurde regeling per ruimte?
Wordt de vertrektemperatuur van het kringwater of van de lucht geregeld?
Zonder namenging met behulp van een driewegmengkraan ?
Staan een of meerdere warmteafgifte-elementen voor beglazing?
Is er een warmtekostenafrekening op basis van het individueel gemeten reëel verbruik?

Naam warmteafgifte-element	Verbonden scheidingsconstructie	Oppervlakte warmteafgifte-element (m²)	Stralingsscherm aanwezig achter radiator?

Naam warmteafgifte-element	Verbonden scheidingsconstructie	Oppervlakte warmteafgifte-element (m²)

Afgifterendement

1.2 Systeem van warmteverdeling

Methode die gebruikt werd bij het bepalen van het verdeelrendement
Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis ☐ of ☒
Bepaling volgens de detailberekening ☒ of ☐
Liggen alle leidingen binnen de isolatielaag van het beschermd volume?
Transportmedium :

Segmenten :

Naam van het segment	Lengte [m]	Omgeving	R [mK/W]

Verdeelrendement

1.3 Systeem van warmteopslag

Is er een buffervat aanwezig?
Ligt het buffervat binnen het beschermd volume?
Opslagrendement
Staving bij directe invoer
Referentie stavingsstuk
Aantal pagina's
Verdere uitleg

1.4 Systeem van warmteopslag (combilus)

Is er een buffervat aanwezig?
Ligt het buffervat binnen het beschermd volume?
Opslagrendement
Staving bij directe invoer
Referentie stavingsstuk
Aantal pagina's
Verdere uitleg

Systeemrendement verwarming

3. Opwekkingsrendement

Zijn er meerdere opwekkingstoestellen aanwezig?

Naam toestel

Preferent systeem
Vermogen kW

Methode die gebruikt werd voor het bepalen van het opwekkingsrendement
Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis ☐ of ☒
Bepaling volgens de detailberekening ☒ of ☐

Opwekkingstoestel voor verwarming
Type opwekkingstoestel voor verwarming
Energiedrager
Staat het toestel binnen het beschermd volume?
Kan de ketel volledig afkoelen gedurende periodes zonder warmtevraag?
Is de ontwerpretourtemperatuur gekend?
Ontwerpretourtemperatuur °C
Wamtepomp
Type warmtepomp
Correctiefactor op de vertrektemperatuur naar het

warmteafgiftesysteem	
Is de ontwerpvertrektemperatuur naar het warmteafgiftesysteem gekend?	
Ontwerpvertrektemperatuur	°C
Correctiefactor f vertrektemperatuur	
Correctiefactor op de temperatuurstoename over de condensor[1]	
Is het verschil tussen de vertrek -en de retourtemperatuur bij het ontwerp van het afgiftesysteem gekend?	
Verschil tussen vertrek- en retourtemperatuur	°C
Correctiefactor f temperatuurstoename	
Correctiefactor voor het elektriciteitsverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper	
Is er een pomp aanwezig voor de warmtetoevoer naar de verdamper?	
Is het elektrisch vermogen van de pompen gekend?	
Elektrisch vermogen van de pompen	kW
Correctiefactor f pompen	
Correctiefactor voor verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens EN14511	
Waarde bij ontstentenis	
Ontwerptoevoerdebiet doorheen de installatie	m³/h
Ontwerpafvoerdebiet doorheen de installatie	m³/h
Correctiefactor f luchtbehandelingskast	
Gemiddelde seizoensprestatiefactor	
Gebouwgebonden WKK	
Type van technologie van de WKK :	
Vermogen (nominaal of thermisch) :	kW
Elektrisch vermogen :	kW
Opwekkingsrendement voor verwarming	

E. Hulpfuncties voor ruimteverwarming

1. Elektrische hulpenergie

Toestel/component	Uitvoering	Gelinkt aan	Hulpenergie-verbruik [kWh]	Naam Energiesector(en)	Naam SWW-syste(e)m(en)

F. Koeling

Naam energiesector	Aanwezigheid van een koelsysteem

G. Warm tapwater

1. Tappunten

Naam tappunt:		Soort tappunt: ☒ of ☐ douche	
Systeem-rendement	Lengte tapleiding [m]	Rendement tapleiding	Aangesloten op circulatieleiding

Opwekkings-rendement	Soort opwekkingssysteem: Naam collectief opwekkingssysteem : Zijn er meerdere opwekkingstoestellen aanwezig? Toestellen staan ook in voor ruimteverwarming ?					
	Toestel	Preferent systeem?	Energiedrager	Vermogen (kW)	Warmte-opslag	Opwekkings-rendement	Opslag-rendement

Douchewarmte-terugwinapparaat	☒ of ☐ Er is een douchewarmteterugwinapparaat aanwezig
	Type aansluiting warmtewisselaar :
	Lengte van de leiding naar het opwekkingstoestel (vanaf warmtewisselaar): m
	Rendement van de warmtewisselaar :
	Reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de douchemengkraan Referentie stavingsstuk Aantal pagina's Verdere uitleg Reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar de warmteopwekker(s) Referentie stavingsstuk Aantal pagina's Verdere uitleg

2. Collectieve opwekkingssystemen

Naam collectief opwekkingssysteem : Combilus ? Individuele meting verwarmingskosten? Circulatieleiding combilus :					
Gezamenlijk vermogen (kW)	Warmteopslag	Opslagcapaciteit (liter)	Verwarming opslagvat	Type ketel	Dunste isolatiedikte rond opslagvat (mm)

3. Individuele circulatieleidingen

Naam individuele circulatieleiding			
Segmenten:			
Nummer van het segment	Lengte [m]	Omgeving	R_l [mK/W]

4. Collectieve circulatieleidingen

Naam collectieve circulatieleiding
Jaargemiddeld rendement

Segmenten:			
Nummer van het segment	Lengte [m]	Omgeving	R_l [mK/W]

H. Ventilatieverliezen

1. In -en exfiltratie

Werd het lekdebiet gemeten?
Meetwaarde van het lekdebiet bij 50 Pa per m² verliesoppervlakte: m³/h.m²
Totale verliesoppervlakte van het EP-volume m²
Lekdebiet van het EP-volume bij 50 Pa m³/h

Staving bij directe invoer
Referentie stavingsstuk
Aantal pagina's
Verdere uitleg
Uitvoerder luchtdichtheidstest
Nummer conformiteitsverklaring
Kwaliteitsorganisatie
Datum uitvoering

2. Bewuste ventilatieverliezen van

2.1. Kenmerken van het ventilatiesysteem

Ventilatiesysteem
Uitvoeringskwaliteit
Vermenigvuldigingsfactor m

Staving bij directe invoer
Referentie stavingsstuk
Aantal pagina's
Verdere uitleg

Detailberekening vermenigvuldigingsfactor m				
Natuurlijke toevoer	Correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen			
	RTO	Ruimte	Klasse	$f_{nat,supply,zone\ z}$
Natuurlijke afvoer	Correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare afvoeropeningen			
	RAO	Ruimte	$f_{nat,exh,zone\ z}$	
	Correctiefactor voor de luchtondichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen Lekdebiet gemeten Lekdebiet afvoerkanalen m³/h Geëist afvoerdebiet m³/h			
Mechanische toevoer	Correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtondichtheid van de mechanische toevoerkanalen Lekdebiet gemeten Lekdebiet toevoerkanaalnet m³/h			

	Geëist toevoerdebiet				m³/h
	Correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen Alle ingevoerde debieten zijn gemeten?				
	Mechanische toevoeropening	Ruimte	Toevoer-debiet (m³/h)	Geëist toevoerdebiet (m³/h)	Afwijking
Mechanische afvoer	Correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtondichtheid van de mechanische afvoerkanalen Lekdebiet gemeten Lekdebiet afvoerkanaalnet Geëist afvoerdebiet				m³/h m³/h
	Correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen Alle ingevoerde debieten zijn gemeten?				
	Mechanische afvoeropening	Ruimte	Afvoerdebiet (m³/h)	Geëist afvoerdebiet (m³/h)	Afwijking

Reductiefactor ventilatie

Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis ☐ of ☒

Bepaling volgens de detailberekening ☒ of ☐

Bepaling volgens detailberekening: reductiefactor voor ventilatie[2]

Referentie stavingsstuk
Aantal pagina's
Verdere uitleg

2.2. Voorverwarming: plaatsen waar mechanisch buitenlucht wordt toegevoerd of binnenlucht wordt afgevoerd naar buiten

Wordt de ventilatielucht voorverwarmd met een warmteterugwinapparaat?

Plaatsnummer	Soort plaats	
Toevoerdebiet		
Is er een continue meting aanwezig van het ingaande debiet die er voor zorgt dat het ingaand debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5 % afwijkt van de instelwaarde?		
Ingesteld debiet bij nominale ventilatorstand		m³/h
Is de meetwaarde van het buitenluchttoevoerdebiet gekend?		
Meetwaarde buitenluchttoevoerdebiet		m³/h
Geëist buitenluchttoevoerdebiet		m³/h
Is de meetwaarde van lekverliezen via het toevoerkanalennet gekend?		
Meetwaarde van de lekverliezen van het toevoerkanalennet		m³/h
Afvoerdebiet		
Is er een continue meting van het uitgaande debiet aanwezig die		

er voor zorgt dat het uitgaande debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5 % afwijkt van de instelwaarde?	
Instelwaarde van het uitgaand debiet bij nominale ventilatorstand	m^3/h
Is de meetwaarde van het afvoerdebiet naar buiten gekend?	
Meetwaarde afvoerdebiet naar buiten	m^3/h
Geëist afvoerdebiet naar buiten	m^3/h
Is de meetwaarde van lekverliezen via het afvoerkanalennet gekend?	
Meetwaarde van de lekverliezen van het afvoerkanalennet	m^3/h
Warmteterugwinapparaat	
Rendement warmteterugwinapparaat	
Bypass	

Reductiefactor voorverwarming ventilatielucht voor ruimteverwarming
Reductiefactor voorverwarming ventilatielucht voor koeling

2.3. Voorkoeling

Wordt de ventilatielucht voorgekoeld?	
Type voorkoeling	
Type fluïdum	
Waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar	m^3/h
Positie van de buis	
Lengte van de buis	m
Binnendiameter van de buis	mm
Wanddikte van de buis	mm
Thermische geleidbaarheid van de buis	W/m.K
Maximale diepte van de grondbuis	m
Afstand tussen de parallelle buizen	m
Aantal buizen in parallel	

3. Manueel openen van opengaande delen

Naam	Vast kader	Inbraakrisico	Oppervlakte element met enkel kipstand [m^2]	Oppervlakte element met draaikipstand of draaistand [m^2]	Oppervlakte element met draaikipstand of kipstand [m^2]

OF

Heeft de EPB-eenheid openingen voor intensieve ventilatie in alle woonkamers en alle slaapkamers*?	Ja/Neen
Potentieel voor intensieve ventilatie	Geen, Zeer zwak, Zwak, Gemiddeld, Groot, Zeer groot, Maximum

*Een opening voor intensieve ventilatie is opgebouwd uit één, of een combinatie van meerdere, opengaande elementen van het type venster, vulpaneel, deur, schuifdeur of rooster, waarvan het gecombineerde oppervlak dat lucht doorlaat groter is dan 6,4 % van de totale netto-vloeroppervlakte van het lokaal waar hij geplaatst wordt.

I. Hulpenergie ventilatoren

Naam ventilatiezone

1. Toepassing van de ventilatoren

Zijn er ventilatoren enkel voor bewuste ventilatie?
Zijn er ventilatoren voor luchtverwarming (die eventueel ook instaan voor bewuste ventilatie)?

2. Bepaling van de rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch ventilatorvermogen van ventilatoren die enkel dienen voor bewuste ventilatie

Methode die gebruikt wordt voor het bepalen van de rekenwaarde:

Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis ☐ of ☒
Bepaling volgens de detailberekening ☒ of ☐

Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis

Soort ventilator
Wordt de afvoerlucht gebruikt als warmtebron voor een warmtepomp?

Bepaling volgens detailberekening: rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde/gemeten vermogen

Nummer	Rekenwaarde vermogen [W]	Gemeten vermogen [W]

3. Bepaling van de rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch ventilatorvermogen van ventilatoren die dienen voor luchtverwarming (en eventueel ook instaan voor bewuste ventilatie)

Methode die gebruikt wordt voor het bepalen van de rekenwaarde:

Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis ☐ of ☒
Bepaling volgens de detailberekening ☒ of ☐

Bepaling volgens de waarde bij ontstentenis

Ventilatoren enkel voor luchtverwarming

Naam energiesector met luchtverwarming	Soort ventilator	Nominaal vermogen warme lucht opwekkingseenheid [kW]

Ventilator voor luchtverwarming die ook instaat voor bewuste ventilatie

Soort ventilator
Vermogen opwekkingseenheid [kW]
Wordt de afvoerlucht gebruikt als warmtebron voor een warmtepomp?

Bepaling volgens detailberekening: rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde/gemeten vermogen

Ventilatoren enkel voor luchtverwarming

Nummer	Elektrische vermogen [W]	Vermogen opwekkingseenheid [kW]	Naam energiesector

Ventilatoren voor luchtverwarming die ook instaan voor bewuste ventilatie

Nummer	Elektrische vermogen [W]	Vermogen opwekkingseenheid [kW]	Gemeten vermogen [W]

J. Thermisch zonne-energiesysteem

Is er een thermisch zonne-energiesysteem voor verwarming of warm tapwater aanwezig?

Naam zonne-energiesysteem :
Type thermisch zonne-energiesysteem :

1. Warmtelevering door het zonne-energiesysteem

Warmtelevering aan collectieve systemen
Volgende collectieve systemen zijn aangesloten:

Naam collectief systeem

Warmtelevering voor warm tapwater
Volgende tappunten zijn aangesloten:

Naam tappunt

Warmtelevering voor ruimteverwarming
Volgende energiesectoren zijn aangesloten:

Naam energiesector

2. Energiebijdrage

2.1 Conventionele bepaling van de nuttige energiebijdrage

Nr	Type	Oriëntatie	Helling	Methode beschaduwing	Overstekhoeken			Horizon-hoek
					Linker	Rechter	Verticale	

K. Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem

Is er een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem aanwezig?
Datum plaatsing panelen

1. Fotovoltaïsche panelen

Nummer	Type	Plaats panelen	Aantal	Elektriciteitsopwekking [kWh]

2. Beschaduwing

Nummer	Oriëntatie	Helling	Linker overstekhoek	Rechter overstekhoek	Verticale overstekhoek	Horizonhoek

L. Gelijkwaardigheid

Is voor dit dossier voorafgaande goedkeuring verkregen van de Vlaamse overheid om beroep te doen op gelijkwaardigheid?

1. Schaalfactoren

Energieverbruik waarop een schaalfactor van toepassing is	Schaalfactor
Ruimteverwarming	
(fictieve of reële) Koeling	
Hulpenergieverbruik	
Warm tapwater	
Fotovoltaïsche zonne-energie	
WKK	

2. Staving van schaalfactoren

Referentie stavingsstuk
Aantal pagina's
Verdere uitleg

M. Resultaten

1. E-peil

Onderstaande tabel geeft een overzicht van volgende gegevens:
- het primaire energieverbruik per maand voor elk van de verbruiksposten;
- het jaarlijks primaire energieverbruik voor elke verbruikspost;
- het aandeel van elke post ten opzichte van het totaal jaarlijks primaire energieverbruik.

	Ep, verwarming	Ep, koeling	Ep, hulpenergie	Ep, tapwater	Ep, PV	Ep, WKK
jan. [MJ]						
febr.[MJ]						
maart [MJ]						
april [MJ]						
mei [MJ]						
juni [MJ]						
juli [MJ]						
aug. [MJ]						
sept. [MJ]						
okt. [MJ]						
nov. [MJ]						

dec. [MJ]						
totaal [MJ]						
aandeel [-]						
schaal-factor [-]						
gelijkw. totaal [-]						
gelijkw. aandeel [-]						

Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik MJ
Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik volgens de gelijkwaardigheidsberekening MJ
Referentiewaarde MJ

E-peil
Maximaal E-peil
Het E-peil

2. Risico op oververhitting

Naam energiesector/EPW-volume	Oververhittingsindicator [Kh]	Max. oververhittingsindicator [Kh]	Voldaan

3. CO_2-uitstoot

	Verwarming	Koeling	Hulpenergie	Warm tapwater	PV	Totaal
CO_2-uitstoot [kg]						

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel,.....

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie

Bart TOMMELEIN

Bijlage 5

energieprestatiecertificaat

bouw

wooneenheid

identificatiecode

omschrijving

straat nummer bus

postnummer gemeente

datum ingebruikname

datum einde van de werken

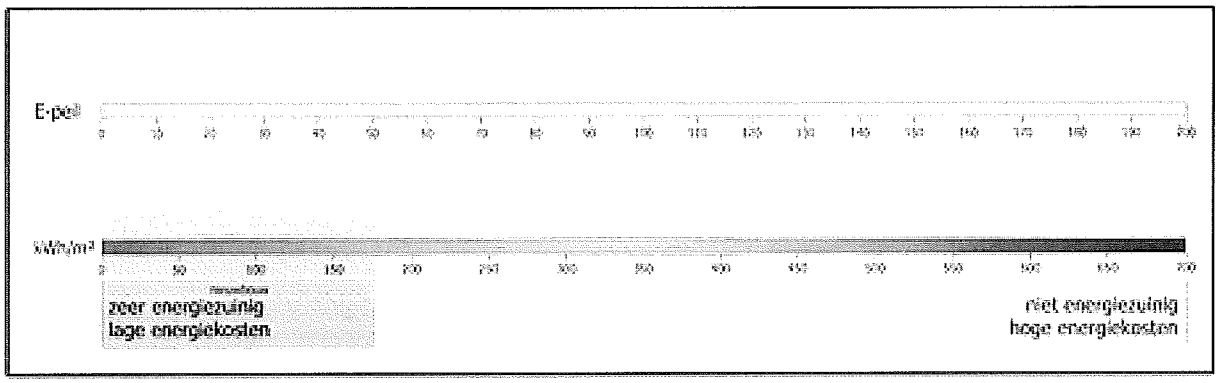
datum aanvraag vergunning

datum vergunning / melding

De koudebruggen zijn niet meegerekend

softwareversie

Berekend
E-peil



verslaggever

voornaam achternaam code verslaggever

straat nummer bus

postnummer gemeente land

kbo-nummer firma

rechtsvorm

Ik bevestig dat alle gegevens op dit certificaat overeenstemmen met de werkelijke uitvoering (afmetingen, materialen, installaties).

datum:
handtekening:

Dit certificaat is geldig tot en met

* De eigenaar houdt het energieprestatiecertificaat bij tijdens de volledige geldigheidsperiode.
Als de gegevens op dit energieprestatiecertificaat niet overeenstemmen met de werkelijke uitvoering kan het certificaat vervallen.

energieprestatie- en binnenklimaateisen

JA	NEEN	
☐	☐	Het E-peil voldoet.
☐	☐	Het K-peil van het volume, waarvan de wooneenheid deel uitmaakt, voldoet. / Het S-peil voldoet.
☐	☐	Alle constructiedelen voldoen aan de maximale U-waarden of de minimale R-waarden.
		De volgende constructiedelen voldoen NIET aan de maximale U-waarden of de minimale R-waarden:
		☐ vloeren ☐ muren ☐ vensters ☐ dak ☐ andere constructiedelen en constructiedelen van gemeenschappelijke ruimten
☐	☐	Er is voldaan aan de ventilatievereisten.
☐	☐	Het risico op oververhitting is beperkt.
☐	☐	De netto-energiebehoefte van de verwarming voldoet.
☐	☐	Er is voldaan aan de minimum hoeveelheid hernieuwbare energie.

andere karakteristieken van de EPB-eenheid

karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik volgens de conventionele methode:	kWh
karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik volgens de gelijkwaardigheidsberekening:	kWh
bruto vloeroppervlakte:	m²
jaarlijkse netto-energiebehoefte voor verwarming per eenheid vloeroppervlakte:	kWh/m²

opmerkingen en aanbevelingen van de verslaggever

tips voor een goed gebruikersgedrag

De energieprestatie en het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik zijn berekend op basis van een standaardklimaat en een standaardgebruik. Uw energiefactuur wordt echter ook beïnvloed door het aantal gebruikers, de gebruiksuren, uw elektrische toestellen en de manier waarop u omspringt met energie.
Tips om uw energieverbruik te verminderen vindt u op de website www.energiesparen.be

woordverklaring

Energieprestatie- en binnenklimaateisen
De Vlaamse energieprestatieregelgeving legt elsen op aan de energieprestatie, de thermische isolatie en het binnenklimaat van gebouwen of gebouwdelen. De energieprestatie wordt uitgedrukt in een E-peil. Hoe lager het E-peil, hoe energiezuiniger het gebouw is. Het K-peil is de maat voor het globale isolatiepeil van het gebouw. De U- en R-waarden geven weer hoe goed de vloeren, de muren, de ramen, de daken en plafonds geïsoleerd zijn. Om een goed binnenklimaat te creëren, zijn minimale ventilatievoorzieningen vereist. Daarnaast wordt ook het risico op oververhitting ingeschat. Oververhitting kan immers aanleiding geven tot het plaatsen van een energieverslindende airconditioninginstallatie.

Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik
Het karakteristieke jaarlijkse primaire energieverbruik is de hoeveelheid primaire energie die gedurende een jaar nodig is voor de verwarming, de productie van warm water, de ventilatie en de koeling van een gebouw of gebouwdeel. Het wordt berekend op basis van de eigenschappen (compactheid, thermische isolatie en luchtdichtheid) en de installaties van een gebouw. Bij de berekening wordt uitgegaan van een standaardklimaat en een standaardgebruik.
Het primaire energieverbruik drukt uit hoeveel energie uit fossiele brandstoffen verbruikt wordt door de gebouwinstallaties. Voor aardgas en stookolie is de omrekenfactor naar primaire energie gelijk aan 1. Voor elektriciteit is die factor 2,5. Bij elektriciteit wordt niet alleen rekening gehouden met de energie die verbruikt wordt in het gebouw, maar ook met de energie die verloren gaat bij de productie en bij het transport (ongeveer 60 %). Voor één eenheid elektriciteit bij de gebruiker is er ongeveer 2,5 keer zoveel energie nodig in de vorm van steenkool of aardgas.

BEN
BEN staat voor bijna-energieneutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwbouwwoningen in Vlaanderen, in heel Europa zelfs. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

BENOveren
BENOveren is BEter reNOveren dan gebruikelijk is. Met hogere ambities op het vlak van energieprestaties, goed gepland en met deskundig advies, zodat de verschillende renovatiestappen in de meest logische volgorde worden uitgevoerd, en ook latere renovatiestappen haalbaar blijven. Meer informatie via www.energiesparen.be/ik.BENOveer

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel,.....

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie

Bart TOMMELEIN

Bijlage 6

TRANSMISSIE REFERENTIE DOCUMENT

Nadere specificaties m.b.t. de berekening van de transmissieverliezen in het kader van de energieprestatieregelgeving

BEREKENING VAN DE WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNT VAN WANDEN VAN GEBOUWEN (U-WAARDE), VAN DE WARMTEOVERDRACHTSCOËFFICIËNT DOOR TRANSMISSIE IN GEBOUWEN (H-WAARDE) EN VAN HET PEIL VAN GLOBALE WARMTE-ISOLATIE (K-PEIL)

Inhoudstafel

INHOUDSTAFEL 1

1 INLEIDING 6

2 TOEPASSINGSDOMEIN 7

3 NORMATIEVE REFERENTIES 8

4 DEFINITIES, EENHEDEN EN SYMBOLEN 10

4.1 Definities 10

4.2 Symbolen en eenheden 12

5 BEPALING VAN DE WARMTEWEERSTAND (R) VAN BOUWLAGEN 13

5.1 Algemene principes 13

5.2 Warmteweerstand van homogene bouwlagen 13

5.3 Warmteovergangsweerstanden aan oppervlakken in contact met de lucht ... 14

5.4 Warmteweerstand van luchtlagen 14

5.4.1 Inleiding 14

5.4.2 Gewone luchtlagen in muren, daken en vloeren 15

5.4.3 Overige luchtlagen 18

5.5 Warmteweerstand van luchtlagen (luchtruimten) met dikte groter dan 300 mm 18

6 BEPALING VAN DE TOTALE WARMTEWEERSTAND (R_T) VAN BOUWELEMENTEN 19

6.1 Bouwelementen opgebouwd uit homogene lagen 19

6.2 Bouwelementen opgebouwd uit homogene en niet-homogene lagen 19

6.2.1 Toepasbaarheid 19

6.2.2 Totale warmteweerstand van een bouwelement (combinatiemethode) 20

6.2.3 Limietwaarden 21

6.2.4 Foutenberekening 21

7 WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNT (U) VAN ONDOORSCHIJNENDE BOUWELEMENTEN 22

7.1 Algemene uitdrukking 22

7.2 Correcties op de U-waarde 22
7.2.1 Algemeen 22
7.2.2 Correctie voor luchtspleten of -holten in of tussen isolatielagen ... 22
7.2.3 Correctie voor mechanische bevestigingen die een isolatielaag doorboren 23
7.2.4 Correctieprocedure voor omgekeerde daken 24
7.3 Correctie op R-waarde voor in situ gespoten PUR-isolatie 25
7.4 U-waarde van bouwdelen met variabele dikte 26
7.4.1 Algemene werkwijze 26
7.4.2 Opdeling in basisvormen 27
7.4.3 Bepaling van de U-waarde voor elk van de basisvormen 28
7.4.4 Vereenvoudigde bepaling 29

8 BEPALING VAN DE WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNT VAN VENSTERS, DEUREN EN POORTEN 30

8.1 Geometrische karakteristieken van vensters en deuren 30
8.1.1 Oppervlakte van venster en deurcomponenten (raamprofielen, beglazingen, ondoorschijnende vulpanelen en ventilatieroosters) 30
8.1.2 Zichtbare omtrek van de beglazing 31
8.1.3 Oppervlakte van de raamprofielen 31
8.1.4 Oppervlakte van het venster of deur 33
8.2 Algemene procedure voor de bepaling van de U-waarde van vensters, deuren en poorten 33
8.3 Basisgeval: U-waarde van gewone enkelvoudige vensters of deuren 33
8.4 Specifieke gevallen 35
8.4.1 Dubbelramen 35
8.4.2 Voorzetramen 36
8.4.3 Warmteovergangsweerstanden 36
8.4.4 Warmteweerstand van ongeventileerde luchtlagen in dubbelramen en voorzetramen 37
8.4.5 U-waarde van vensters met gesloten luiken 37
8.5 Vereenvoudigde bepaling van de U-waarde en de oppervlakte van de beglazing van vensters 39
8.6 Bijkomende specificaties en waarden bij ontstentenis voor opake deuren en poorten 40

9 WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNT VAN COMPONENTEN VAN VENSTERS EN DEUREN 42

9.1 Warmtedoorgangscoëfficiënt van beglazingen 42
9.2 Warmtedoorgangscoëfficiënt van raamprofielen 42
9.2.1 Algemene bepaling 42
9.2.2 Bepaling van de U_f-waarde van raamprofielen in dakvensters 42
9.3 Warmtedoorgangscoëfficiënt van ondoorschijnende vulpanelen (U_p) 43
9.4 Warmtedoorgangscoëfficiënt van ventilatieroosters (U_r) 43
9.5 Lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten (Ψ-waarden) 43

10 WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNT VAN LICHTE GEVELS 44

10.1 Algemeen 44
10.2 Constructieve eigenschappen van lichte gevels 45
10.2.1 Samenstellende delen en randvoorwaarden 45
10.2.2 Definitie van oppervlaktes en perimeter 46

10.2.3 Regels voor modellering 47
10.3 Bepaling van de U_{cw}-waarde van een module van de lichte gevel: nauwkeurige numerieke berekeningen 49
10.3.1 Principe van de nauwkeurige numerieke rekenmethode 49
10.3.2 Bepaling van de warmteoverdrachtsstroom door de verbindingselementen 49
10.3.3 Bepaling van U_{cw} van een module 52
10.4 Bepaling van de U_{cw}-waarde van een module: componentenmethode 52
10.4.1 Principe van de bepalingsmethode 52
10.4.2 Algemene bepaling van U_{cw} 52
10.4.3 U-waarde van beglazing en vulpaneel 53
10.4.4 U-waarde van profielen en raamstijlen 53
10.4.5 Lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten (beglazingen, profielen en raamstijlen) 54
10.5 Bepaling van de U_{cw}-waarde voor een lichte gevel opgebouwd uit verschillende modules 55

11 WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNT VAN ANDERE DOORSCHIJNENDE WANDEN 56
11.1 Glasbouwsteenwanden 56
11.1.1 Algemene procedure 56

12 WARMTEOVERDRACHTSCOËFFICIËNT DOOR TRANSMISSIE IN GEBOUWEN 57
12.1 Totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie 57
12.2 Algemene conventies 57
12.2.1 Afbakening van gebouwdelen 57
12.2.2 Bepaling van de oppervlakten 57
12.2.3 Bepaling van volumes 58

13 WARMTEOVERDRACHTSCOËFFICIËNT DOOR TRANSMISSIE DIRECT NAAR DE BUITENOMGEVING (H_D) 59

14 WARMTEOVERDRACHTSCOËFFICIËNT DOOR TRANSMISSIE VIA AANGRENZENDE ONVERWARMDE RUIMTEN (H_U) 60

15 WARMTEOVERDRACHTSCOËFFICIËNT DOOR TRANSMISSIE VIA DE GROND (H_G) EN VIA ONVERWARMDE KELDERS EN KRUIPRUIMTEN 63
15.1 Algemeen 63
15.2 Vereenvoudigde rekenmethodes 63
15.2.1 Vloeren in direct contact met de grond 63
15.2.2 Bouwelementen (vloeren, muren, deuren) in contact met onverwarmde kruipruimten en kelders 64
15.2.3 Ingegraven muren 65
15.3 Randisolatie bij vloeren op volle grond 65

16 WARMTEOVERDRACHTSCOËFFICIËNT DOOR TRANSMISSIE DOORHEEN DE BOUWKNOPEN ($H_T^{JUNCTIONS}$) 67
16.1 Temperatuurreductiefactor van AOR's, kruipruimten en onverwarmde kelders 67

17 PEIL VAN GLOBALE WARMTE-ISOLATIE (K-PEIL) 69
17.1 Volumecompactheid van een gebouw 69
17.2 Gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt van een gebouw 69

17.3 Peil van globale warmte-isolatie (K-peil) 69

BIJLAGE A BEPALING VAN DE WARMTEGELEIDBAARHEID (Λ-WAARDE) EN VAN DE WARMTEWEERSTAND (R-WAARDE) VAN BOUWMATERIALEN 71

A.1 Algemeen 71
A.2 Tabellen met waarden bij ontstentenis voor de warmtegeleidbaarheden van homogene of gelijkgestelde bouwmaterialen 73
A.2.1 Metalen 73
A.2.2 Natuursteen 74
A.2.3 Elementen van metselwerk 74
A.2.4 Steenachtige bouwdelen zonder voegen (volle wanden, vloerplaten,…) 77
A.2.5 Gips, bepleisteringen 79
A.2.6 Hout en houtderivaten 80
A.2.7 Isolatiematerialen 81
A.2.8 Verscheidene materialen 82

BIJLAGE B WARMTEWEERSTAND (R-WAARDE) VAN NIET-HOMOGENE BOUWMATERIALEN 84

BIJLAGE C WAARDEN BIJ ONTSTENTENIS VOOR VOCHTGEHALTE EN CONVERSIEFACTOREN VOOR STEENACHTIGE MATERIALEN 85

BIJLAGE D WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNTEN VAN RAAMPROFIELEN (U_F-WAARDEN) : WAARDEN BIJ ONTSTENTENIS 86

D.1 Houten raamprofielen 86
D.2 Metalen raamprofielen 88
D.2.1 Definities 88
D.2.2 Metalen raamprofielen met thermische onderbreking 88
D.2.3 Metalen raamprofielen zonder thermische onderbreking 90
D.3 Kunststof raamprofielen 91

BIJLAGE E LINEAIRE WARMTEDOORGANGSCOËFFICIËNT (Ψ-WAARDEN) VAN DE ONDERLINGE AANSLUITING TUSSEN RAAMPROFIELEN, BEGLAZINGEN, VULPANELEN EN RAAMSTIJLEN. 93

E.1 Algemeen 93
E.2 Aansluiting raamprofiel en beglazing 93
E.3 Aansluiting raamstijl en beglazing 95
E.4 Aansluiting profiel en vulpaneel 96
E.5 Aansluiting profiel en raamstijl 97
E.5.1 Aluminium en stalen profielen 97
E.5.2 Hout en aluminium/hout profielen 98
E.6 Berekening van U_f voor profielen geïntegreerd in een lichte gevel 99

BIJLAGE F WARMTETRANSMISSIE VIA DE GROND 100

F.1 Specifieke nodige invoergegevens 100
F.1.1 Thermische karakteristieken van de grond 100
F.1.2 Karakteristieke vloerafmeting en equivalente dikte 100
F.2 Berekening van de U-waarde en de stationaire warmteoverdracht H_g 101
F.2.1 Algemeen 101
F.2.2 Vloeren op volle grond 101
F.2.3 Vloeren boven kruipruimten 104
F.2.4 Schildelen van een kelder 106

BIJLAGE G CONVENTIES VOOR DE BEREKENING VAN DE U-WAARDE 109

G.1 Inleiding 109
G.2 Numerieke en vereenvoudigde rekenmethodes 109
G.3 Conventies voor metselwerk en geperforeerde stenen 109
G.3.1 λ_U-waarde van metselwerk 109
G.3.2 λ_U-waarde van geperforeerde bouwstenen of -blokken 111
G.4 Conventies voor niet-homogene bouwlagen met houtstructuur 112
G.5 Bijkomende conventies voor de bepaling van de U-waarde 113
G.5.1 Daken met pannen of leien als dakbedekking 113
G.5.2 Verlaagde plafonds 114
G.5.3 Vloeren 114

1 Inleiding

Dit document beschrijft expliciet de specificaties m.b.t. de transmissieberekeningen zoals die gelden voor de energieprestatieregelgeving. De overheid kan zo nodig later aanvullende specificaties vastleggen.

De tekst behandelt vnl. de rekenmethoden die rechtstreeks door verslaggevers (en ontwerpers) gehanteerd moeten worden. De bepaling van productgegevens dient in eerste instantie door de fabrikanten/leveranciers te gebeuren.

Als algemene regel kan gesteld worden dat de warmtestroom door de gebouwschil driedimensionaal is. Een precieze bepaling van de warmteoverdrachtscoëfficiënt H_T vergt dan ook een gedetailleerde numerieke berekening. In strikte zin kan enkel de warmtedoorgangscoëfficiënt van bouwelementen bestaande uit vlakke, homogene, parallelle lagen gemakkelijk correct berekend worden. Voor alle andere situaties is in principe een numerieke berekening nodig. Onderhavige tekst bevat evenwel een aantal vereenvoudigde, benaderende methodes die voor die specifieke gevallen toch een gemakkelijke berekening toelaten. Het gaat bv. om bouwelementen met niet-homogene lagen (zie § 6.2), om mechanische bevestigingen (zie § 7.2.3), om bouwelementen met variabele dikte (zie § 7.4), om vensters en deuren (zie § 9), of nog om lichte gevels (zie § 10). Deze mogen steeds toegepast worden in zoverre voldaan is aan de toepassingsvoorwaarden die voor elk van de verschillende gevallen gelden.

In bijlage VIII worden bouwknopen gedefinieerd. Deze dienen volgens de methodologie die daar beschreven wordt behandeld te worden.

Alle lineaire of puntvormige onderbrekingen of aansluitingen die eigen zijn aan een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak en over het oppervlak ervan verdeeld zijn, moeten verplicht ingerekend worden in de warmtedoorgangscoëfficiënt van de scheidingsconstructie. Dit dient te gebeuren op één van de twee volgende manieren:

- ofwel volgens de van toepassing zijnde vereenvoudigde methode uit onderhavig document, indien die beschikbaar is
- ofwel o.b.v een gedetailleerde numerieke berekening. Deze aanpak is ook toegelaten ter vervanging van een vereenvoudigde methode.

2 Toepassingsdomein

De in deze tekst vermelde rekenprocedures kunnen toegepast worden voor de berekening van de warmtedoorgangscoëfficiënt van wanden van gebouwen (U-waarde) en de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie in gebouwen (H-waarde), welke ook gebruikt worden bij de bepaling van het K-peil en het E-peil.

De rekenprocedures betreffen de berekeningen van de:

- U-waarde van ondoorschijnende bouwelementen, opgebouwd uit homogene en niet homogene bouwlagen en luchtlagen;
- U-waarde van doorschijnende bouwelementen (beglazingen, vensters, deuren en hun samenstellende componenten);
- warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving (rechtstreeks, via aangrenzende onverwarmde ruimten en via de grond).

3 Normatieve referenties

Voor normen voorzien van een datum is enkel de geciteerde versie van toepassing, tenzij de overheid expliciet een andere versie ter vervanging aanduidt. Voor de ongedateerde normen geldt in principe de meeste recente versie, rekening houdend met de regels die van toepassing zijn voor de bepaling van productkarakteristieken.

NBN EN 673	Glass in buildings. Determination of thermal transmittance. Calculation method
NBN EN 674	Glass in buildings. Determination of thermal transmittance. Guarded hot plate method
NBN EN 675	Glass in buildings. Determination of thermal transmittance. Heat flow meter method.
NBN EN 1051-2	Glass in buildings. Glass blocks and glass paver units. Part 2: evaluation of conformity.
NBN EN 1745	Masonry and masonry products. Methods for determining design thermal values.
NBN EN 1934	Thermal performance of buildings. Determination of thermal resistance by hot box method using heat flow meter. Masonry.
NBN EN ISO 6946:2008	Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method.
ISO 8301:1991	Thermal insulation -- Determination of steady-state thermal resistance and related properties -- Heat flow meter apparatus
ISO 8302:1991	Thermal insulation -- Determination of steady-state thermal resistance and related properties -- Guarded hot plate apparatus
NBN EN ISO 8990	Thermal insulation. Determination of steady-state thermal transmission properties. Calibrated and guarded hot box method.
NBN EN ISO 10077-1:2006	Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance. Part 1: general.
NBN EN ISO 10077-2:2003	Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance. Part 2: numerical method for frames.
NBN EN ISO 10211:2008	Thermal bridges in building constructions. Heat flows and surface temperatures. Detailed calculations.
NBN EN ISO 10456	Thermal insulation - Building materials and products - Determination of declared and design values
NBN EN 12412-2	Thermal performance of windows, doors and shutters. Determination of thermal transmittance by hot box method. Part 2: frames
NBN EN ISO 12567-1	Thermal performance of windows and doors. Determination of thermal transmittance by hot box method.
NBN EN ISO 12567-2	Thermal performance of windows and doors. Determination of thermal transmittance by hot box method. Part 2: roof windows and other projecting windows
NBN EN 12428	Industrial, commercial and garage doors - Thermal transmittance - Requirements for the calculation
NBN EN 12664	Thermal performance of building materials. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Dry and moist products of medium and low thermal resistance.

NBN EN 12667	Thermal performance of building materials. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Products of high and medium thermal resistance.
NBN EN 12939	Thermal performance of building materials and products. Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods. Thick products of high and medium thermal resistance
NBN EN 12835	Shutters and blinds. Determination of air permeability.
NBN EN ISO 13370:2008	Thermal performance of buildings. Heat transfer via the ground - Calculation methods.
NBN EN 13125	Shutters and blinds. Additional thermal resistance. Allocation of a class of air permeability to a product.
NBN EN ISO 13789:2008	Thermal performance of buildings. Transmission heat loss coefficient. Calculation method.
NBN EN 13947:2007	Thermal performance of curtain walling. Calculation of thermal transmittance. Simplified method.

4 Definities, eenheden en symbolen

4.1 Definities

- **Binnenafmeting:** lengte gemeten binnen een vertrek van een gebouw van wand tot wand of van vloer tot plafond.
- **Buitenafmeting:** lengte gemeten aan de buitenzijde van een gebouw
- **Bouwdeel, bouwelement:** deel van een gebouw, zoals muur, vloer, dak
- **Droog resulterende temperatuur:** rekenkundig gemiddelde waarde van de binnenluchttemperatuur en de gemiddelde stralingstemperatuur van alle wanden die de binnenomgeving omringen
- **Energiebesluit:** besluit van de Vlaamse Regering van 19 november 2010 houdende algemene bepalingen over het energiebeleid, inclusief eventuele latere wijzigingen.
- **Emissiefactor (ε):** verhouding tussen de hoeveelheid energie die door het oppervlak op een bepaalde temperatuur door infraroodstraling wordt uitgezonden en de hoeveelheid energie die door infraroodstraling wordt uitgezonden door een zwart lichaam op dezelfde temperatuur.
- **Gedeclareerde (thermische) waarde:** verwachte waarde van een thermische eigenschap van een bouwmateriaal of -product, bekomen op basis van gemeten waarden bij referentieomstandigheden van temperatuur en vochtigheid, voor een bepaalde fractie en graad van betrouwbaarheid en in overeenstemming met een redelijke verwachte levensduur in normale omstandigheden.
- **Karakteristieke vloerafmeting:** oppervlakte van de vloer gedeeld door de halve perimeter van de vloer.
- **Kelder:** bruikbaar gedeelte van een gebouw waarvan minstens 70% van de buitenwanden in contact met de grond zijn.

  NOTA Deze ruimte kan al of niet verwarmd zijn.
- **Materiaal:** deel van een product, ongeacht de vorm en de afmetingen en zonder bekleding of coating
- **Product:** eindvorm van een materiaal, gereed voor gebruik, met bepaalde vorm en afmetingen en voorzien van bekleding of coating
- **Referentie buitentemperatuur:** luchttemperatuur van de buitenomgeving bij een volledig bewolkte hemel
- **Referentie binnentemperatuur:** droog resulterende temperatuur in een vertrek
- **(Thermische) rekenwaarde:** waarde van de thermische eigenschap van een bouwmateriaal of -product onder specifieke binnen- en buitenomstandigheden van temperatuur en vochtgehalte, die als typisch kunnen beschouwd worden voor dat materiaal of product wanneer dit geplaatst is in een bouwdeel

  NOTA Een product of materiaal kan verschillende rekenwaarden hebben naargelang van de toepassing.
- **Thermisch homogene laag:** bouwlaag met constante dikte die thermische eigenschappen heeft die uniform zijn of die als uniform kunnen beschouwd worden.
- **Verwarmde (gekoelde) ruimte:** vertrek of ruimte die verwarmd (gekoeld) wordt op een ingestelde temperatuur.
- **Vloer boven kruipruimte:** vloerconstructie voor dewelke de gehele vloer zich boven het grondpeil bevindt, waardoor er zich een luchtlaag bevindt tussen de vloer en de grond.

  NOTA Deze luchtlaag, ook kruipruimte genoemd, kan al of niet geventileerd zijn en maakt meestal geen deel uit van het beschermd volume van een gebouw.
- **Vloer op volle grond:** vloerconstructie die over zijn gehele oppervlakte in direct contact is met de grond.
- **Warmtedoorgangscoëfficiënt (U) [W/(m².K)]:** Hoeveelheid warmte die in een stationaire toestand doorheen een bouwdeel gaat, gedeeld door de oppervlakte

en het temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitenomgeving aan weerszijden van het betrokken bouwdeel.

- **Warmtegeleidbaarheid (λ_U) [W/(m.K)]:** rekenwaarde van de warmtestroomdichtheid per eenheid lengte en per eenheid temperatuursverschil die in stationaire toestand optreedt in een bouwmateriaal of bouwproduct onder bepaalde specifieke binnen- of buitencondities, die als typisch kunnen beschouwd worden voor de prestaties van het betrokken product of materiaal indien het in een bouwelement geïntegreerd is.
- **Warmtestroom (Φ) [W]:** de hoeveelheid warmte die per tijd naar (of uit) een systeem wordt gevoerd (of afgevoerd).
- **Warmtestroomdichtheid (q) [W/m²]:** warmtestroom per oppervlakte.
- **Warmteweerstand (R) [m².K/W]:** reciproke waarde van de warmtedoorgangscoëfficiënt van een bouwelement onder bepaalde specifieke binnen- of buitencondities die als typisch kunnen beschouwd worden voor de prestaties van het betrokken bouwelement.
- **Warmte koppelingscoëfficiënt:** warmtestroom die in stationaire toestand optreedt door een gedeelte van de gebouwschil, gedeeld door het temperatuurverschil tussen twee omgevingen die thermisch gekoppeld of verbonden zijn door het betrokken constructiegedeelte.
- **Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (H_T) [W/K]:** de totale warmtestroom door transmissie die in stationaire toestand optreedt tussen een (verwarmde) binnenruimte en de buitenomgeving, gedeeld door het temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitenomgeving (beide temperaturen zijn uniform beschouwd).
- **Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie (H_V) [W/K]:** warmtestroom door ventilatie tussen een binnenruimte en de buitenomgeving, gedeeld door het temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitenomgeving.

4.2 Symbolen en eenheden

Symbool	Betekenis	Eenheid
A	oppervlakte	m^2
B'	karakteristieke vloerafmeting	m
G_w	correctiefactor (grondwaterstroming)	-
H	warmteoverdrachtscoëfficiënt	W/K
P	perimeter (wanden in contact met de grond)	m
R	warmteweerstand van een bouwlaag	$m^2.K/W$
R_g	warmteweerstand van een luchtlaag in wand	$m^2.K/W$
R_s	warmteweerstand van een luchtlaag tussen vensters	$m^2.K/W$
R_{si}	warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak	$m^2.K/W$
R_{se}	warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak	$m^2.K/W$
R_T	totale warmteweerstand van een wand	$m^2.K/W$
U	warmtedoorgangscoëfficiënt	$W/(m^2.K)$
V	volume	m^3
a	correctieterm, reductiefactor	-
b	breedte	m
c	specifieke of soortelijke warmtecapaciteit	J/kgK
d	dikte (van een bouwlaag), lengte (van een mechanische bevestiging)	m
f	fractie, factor	-
h	hoogte	-
l	omtrek, lengte	m
m	massa	kg
n	ventilatievoud	h^{-1}
w	dikte wand	m
z	diepte	m
ε_n	normale emissiviteit van een beglazing	-
λ	warmtegeleidbaarheid van een bouwmateriaal	$W/(m.K)$
ΔR	bijkomende warmteweerstand van een luik	$m^2.K/W$
ΔU	correctieterm op U-waarde	$W/(m^2.K)$
χ	puntwarmtedoorgangscoëfficiënt	W/K
Ψ	lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt	$W/(m.K)$
ρ	dichtheid, volumemassa	kg/m^3

5 Bepaling van de warmteweerstand (R) van bouwlagen

5.1 Algemene principes

Het algemene principe van de bepaling van de warmteweerstand (R-waarde) van bouwelementen is het volgende:

- bepaal eerst de warmteweerstand van elke homogene bouwlaag van het bouwelement;
- tel dan de individuele warmteweerstanden van het bouwelement op om de totale warmteweerstand te bekomen, eventueel met inbegrip van de warmteovergangsweerstanden aan het binnen- en het buitenoppervlak van het bouwelement.

De warmteweerstanden van de homogene bouwlagen worden gegeven in § 5.2 en de waarden van de warmteovergangsweerstanden (R_{si} en R_{se}) in § 5.3.

De in bouwelementen aanwezige luchtlagen (bv. een spouw) worden in het kader van deze tekst beschouwd als homogene lagen. Waarden van de warmteweerstand van luchtlagen worden gegeven in § 5.4.

De totale warmteweerstand van een bouwelement (R_T) wordt bepaald volgens § 6.1 (wand met enkel homogene bouwlagen) of § 6.2 (wand met één of meer niet-homogene bouwlagen) en tenslotte wordt de warmtedoorgangscoëfficiënt (U-waarde) bepaald volgens § 7.1.

Tenslotte worden eveneens mogelijke correcties voorzien op de berekende U-waarde van geïsoleerde bouwelementen, om rekening te houden met de specifieke plaatsing van isolatiematerialen, zoals doorboringen met mechanische bevestigingen (zie § 7.2.3) en neerslag op omkeerdaken (zie § 7.2.4).

NOTA Bij de berekening van de transmissieverliezen wordt de droog resulterende temperatuur aangenomen als de temperatuur van de binnenomgeving en de luchttemperatuur als de temperatuur van de buitenomgeving.

5.2 Warmteweerstand van homogene bouwlagen

De bepaling van de rekenwaarde van de warmtegeleidbaarheid (λ_U-waarde) of van de warmteweerstand van bouwmaterialen (R-waarde) gebeurt volgens bijlage A of bijlage B van deze tekst.

Indien de warmtegeleidbaarheid van een bouwmateriaal gekend is, dan kan de warmteweerstand bepaald worden volgens:

Eq. 1 $$R = \frac{d}{\lambda_U}$$ m².K/W

waarin:

d de dikte van het materiaal, in m;

λ_U de warmtegeleidbaarheid van het materiaal, in W/(m.K).

5.3 Warmteovergangsweerstanden aan oppervlakken in contact met de lucht

Voor vlakke oppervlakken en in afwezigheid van verdere specifieke informatie m.b.t. de randvoorwaarden, kunnen de ontwerpwaarden van de warmteovergangsweerstanden R_{si} (binnencondities) en R_{se} (buitencondities) uit Tabel [1] gebruikt worden. Deze waarden zijn geldig voor oppervlakken in contact met de lucht.

Tabel [1]: Warmteovergangsweerstanden R_{si} en R_{se} aan oppervlakken in contact met de lucht (in $m^2.K/W$)

	Richting van de warmtestroom		
	opwaarts	**horizontaal (1)**	**neerwaarts**
R_{si} $m^2.K/W$	0,10	0,13	0,17
R_{se} $m^2.K/W$	0,04	0,04	0,04
(1) geldig voor een warmtestroomrichting die niet meer dan ± 30° afwijkt van het horizontaal vlak.			

NOTA In bijlage A van NBN EN ISO 6946 worden gedetailleerde procedures gegeven voor speciale gevallen (R_{si}- en R_{se}-waarden voor oppervlakken met lage emissiviteit, voor specifieke windsnelheden en voor niet-vlakke oppervlakken). In het kader van de energieprestatieregelgeving dient bij conventie steeds gerekend te worden met een windsnelheid van 4 m/s en dient h_{r0} (zoals gedefinieerd in die norm) bij een temperatuur van 10°C beschouwd worden.

5.4 Warmteweerstand van luchtlagen

5.4.1 Inleiding

De warmteweerstand van een luchtlaag is afhankelijk van het type van luchtlaag, de *richting van de warmtestroom doorheen* de luchtlaag, de dikte, de geometrie en de helling van de luchtlaag, de emissiviteit van de begrenzende oppervlakken en de ventilatiemogelijkheden van de luchtlaag. Naargelang het geval kan de warmteweerstand van de luchtlaag nauwkeurig bepaald worden door proeven of berekeningen, ofwel kunnen waarden bij ontstentenis gekozen worden uit tabellen.

Voor sommige gevallen wordt de warmteweerstand van luchtlaag of -holte niet apart berekend, maar is deze reeds begrepen in de U-waarde van het bouwelement waarin de luchtlaag of -holte zich bevindt (bv. geperforeerde stenen, holle bouwblokken, beglazingen, raamprofielen,...).

NOTA Luchtlagen met een dikte groter dan 300 mm worden behandeld als een aangrenzende onverwarmde ruimte.

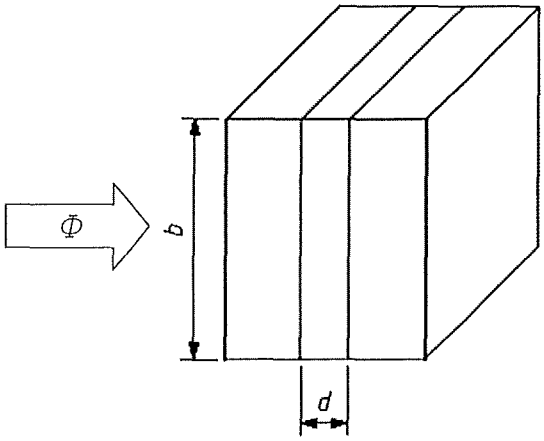
5.4.2 Gewone luchtlagen in muren, daken en vloeren

5.4.2.1 Voorwaarden

De waarden van de warmteweerstand van de luchtlagen behandeld in deze paragraaf (§ 5.4.2) zijn geldig voor luchtlagen die beantwoorden aan elk van de volgende voorwaarden (zie Figuur [1]):

- de luchtlaag wordt begrensd door twee vlakken die evenwijdig zijn en die loodrecht op de richting van de warmtestroom staan en waarvan de oppervlakken een hoge emissiviteit hebben (niet reflecterend, de meeste bouwmaterialen voldoen aan deze laatste eis);
- de luchtlaag heeft een dikte (gemeten in de richting van de warmtestroom) die niet groter is dan 300 mm;
- voor de luchtlaag is de verhouding van de dikte tot de lengte (d/L) en van de dikte tot de breedte (d/b) niet groter dan 0,1;
- er zijn geen luchtuitwisselingsmogelijkheden tussen de luchtlaag en de binnenomgeving.

Figuur [1]: Gewone luchtlaag



Φ: richting van de warmtestroom

d: dikte van de luchtlaag
b: breedte of hoogte
L: lengte

$d \leq 300$ mm
$d/b \leq 0{,}10$ en $d/L \leq 0{,}10$

Voor luchtlagen tussen één of meer oppervlakken met lage emissiviteit (reflecterend) wordt verwezen naar bijlagen B.2 en B.3 van NBN EN ISO 6946. Daarbij moet h_{r0} bij een temperatuur van 10°C beschouwd worden en moet h_a aan tabel B.1 van deze norm ontleend worden. De definities van h_{r0} en h_a worden in de norm zelf gegeven.

Rekenwaarden van de warmteweerstand van luchtlagen zijn gegeven in § 5.4.2.2 (niet geventileerde luchtlagen, gewone gevallen met oppervlakken met hoge emissiviteit) en in § 5.4.2.3 (idem, maar met matig geventileerde luchtlagen). In § 5.4.2.4 wordt de rekenprocedure voor sterk geventileerde luchtlagen gegeven.

NOTA Luchtlagen die niet luchtdicht afgesloten zijn van de binnenomgeving, worden beschouwd als behorende tot de verwarmde binnenomgeving waarmee ze in verbinding staan doorheen openingen, spleten of voegen. De warmteweerstand van de bouwdelen tussen deze luchtlagen en de binnenomgeving wordt dus niet in aanmerking genomen.

5.4.2.2 Niet geventileerde luchtlagen

Een niet geventileerde luchtlaag is een luchtlaag in dewelke geen enkele externe luchtstroming mogelijk is. In het geval van wanden in dewelke een aanwezige

luchtlaag via kleine openingen in contact staat met de buitenomgeving, kan deze luchtlaag eveneens als ongeventileerd beschouwd worden indien de volgende drie voorwaarden tegelijk vervuld zijn:

- er bevindt zich geen isolatielaag tussen de luchtlaag en de buitenomgeving;
- de openingen via dewelke de luchtlaag in contact staat met de buitenomgeving, zijn zodanig geplaatst dat er geen luchtstroming door de luchtlaag mogelijk is;
- de totale oppervlakte van de openingen is niet groter dan 500 mm² per meter lengte (verticale luchtlagen) of 500 mm² per m² luchtlaag (horizontale luchtlagen).

De warmteweerstanden van gewone niet-geventileerde luchtlagen, begrensd door oppervlakken met hoge emissiviteit, zijn gegeven in Tabel [2] in functie van de dikte van de luchtlaag en de richting van de warmtestroom.

Tabel [2]: Warmteweerstand (in m².K/W) van ongeventileerde luchtlagen begrensd door oppervlakken met hoge emissiviteit (gewone gevallen)

Dikte d van de luchtlaag (mm)	Richting van de warmtestroom		
	opwaarts	horizontaal (1)	neerwaarts
0 < d < 5	0,00	0,00	0,00
5 ≤ d < 7	0,11	0,11	0,11
7 ≤ d < 10	0,13	0,13	0,13
10 ≤ d < 15	0,15	0,15	0,15
15 ≤ d < 25	0,16	0,17	0,17
25 ≤ d < 50	0,16	0,18	0,19
50 ≤ d < 100	0,16	0,18	0,21
100 ≤ d < 300	0,16	0,18	0,22
d = 300	0,16	0,18	0,23
(1) voor warmtestroom die niet meer dan ± 30° afwijkt van het horizontaal vlak			

5.4.2.3 Matig geventileerde luchtlagen

Een matig geventileerde luchtlaag is een luchtlaag waarin een beperkte luchtstroming uit de buitenomgeving mogelijk is. Dit is het geval indien de totale oppervlakte van de ventilatieopeningen A_v voldoet aan de volgende voorwaarden:

- > 500 mm² maar ≤ 1500 mm² per m lengte (verticale luchtlagen);
- > 500 mm² maar ≤ 1500 mm² per m² luchtlaag (horizontale luchtlagen).

Het effect van de ventilatie hangt af van de grootte en de verdeling van de ventilatieopeningen. Bij conventie mag de totale warmteweerstand van een bouwelement met een matig geventileerde luchtlaag berekend worden met:

Eq. 2 $$R_T = \frac{1500 - A_V}{1000} R_{T,u} + \frac{A_V - 500}{1000} R_{T,v} \quad \text{m².K/W}$$

waarin:

A_v de totale oppervlakte van de ventilatieopeningen per m lengte in mm²/m (voor verticale luchtlagen) of per m² luchtlaag en in mm²/m² (voor horizontale luchtlagen);

$R_{T,u}$ de totale warmteweerstand van hetzelfde bouwelement maar met een ongeventileerde luchtlaag, berekend volgens § 5.4.2.2, in m².K/W;

$R_{T,v}$ de totale warmteweerstand van hetzelfde bouwelement maar met een sterk geventileerde luchtlaag, berekend volgens § 5.4.2.4, in m².K/W.

Alternatief mag ook nog de oude methode gehanteerd worden. Hierbij zijn de ontwerpwaarden van de warmteweerstand van matig geventileerde luchtlagen gelijk aan de helft van de corresponderende waarden in Tabel [2] (enkel geldig voor oppervlakken met hoge emissiviteit). Indien bovendien de totale warmteweerstand van de bouwlagen (van oppervlak tot oppervlak) tussen de luchtlaag en de buitenomgeving groter is dan 0,15 m²·K/W, dan zal deze warmteweerstand begrensd blijven tot deze waarde (0,15 m²·K/W).

5.4.2.4 Sterk geventileerde luchtlagen

Een sterk geventileerde luchtlaag is een luchtlaag voor dewelke de totale oppervlakte van de ventilatieopeningen tussen de luchtlaag en de buitenomgeving voldoen aan de volgende voorwaarden:

- > 1500 mm² per m lengte (verticale luchtlagen);
- > 1500 mm² per m² luchtlaag (horizontale luchtlagen).

De totale warmteweerstand van een bouwelement dat voorzien is van een sterk geventileerde luchtlaag wordt berekend door de totale warmteweerstand van de luchtlaag en van alle bouwlagen tussen de luchtlaag en de buitenomgeving te verwaarlozen en de R_{se} waarde te vervangen door R_{si}.

5.4.3 Overige luchtlagen

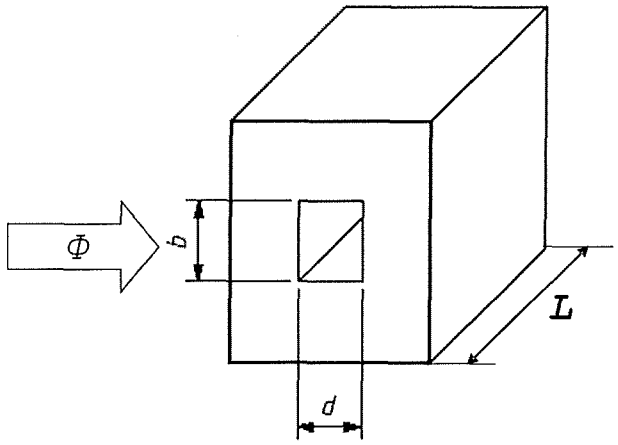
Luchtlagen of -holten kunnen deel uitmaken van een product, bv. dubbele beglazing of geperforeerde metselstenen. De invloed van de luchtlaag of -holte wordt opgenomen in de productkarakteristiek (U-waarde of equivalente lambdawaarde). Dit wordt daarom hier niet behandeld.

Luchtlagen zoals die voorkomen bij voorzet- en dubbelramen worden behandeld in § 8.4.4. Luchtlagen tussen vensters en luiken worden behandeld in § 8.4.5.2.

5.4.3.1 Holten of leemten

Dergelijke holten kunnen bv. optreden tussen dakspanten.

Figuur [2]: Buisvormige holten



Φ: richting van de warmtestroom

d: dikte van de luchtlaag
b: breedte of hoogte
L: lengte

d ≤ 300 mm
d/L > 0,10 en/of d/b > 0,10

In bijlage B.4 van NBN EN ISO 6946 wordt de berekening van de warmteweerstand van kleine buisvormige niet-geventileerde luchtlagen gegeven (holten, leemten). Bij deze luchtlagen is de verhouding van dikte tot lengte (of breedte) groter dan 0,1. Figuur [2] illustreert een dergelijke luchtlaag.

5.5 Warmteweerstand van luchtlagen (luchtruimten) met dikte groter dan 300 mm

Luchtlagen met een dikte groter dan 300 mm worden beschouwd als een aangrenzende onverwarmde ruimte. Aangrenzende onverwarmde ruimten worden in het kader van de energieprestatieregelgeving behandeld zoals beschreven in bijlage A van bijlage V bij het Energiebesluit.

6 Bepaling van de totale warmteweerstand (R_T) van bouwelementen

6.1 Bouwelementen opgebouwd uit homogene lagen

De totale warmteweerstand R_T (van omgeving tot omgeving) van een vlak bouwelement, opgebouwd uit thermisch homogene bouwlagen die loodrecht staan op de warmtestroom, wordt berekend volgens:

Eq. 3 $R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + ... + R_n + R_{se}$ $m^2.K/W$

waarin:

R_{si}	de warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak, bepaald volgens § 5.3, in $m^2.K/W$;
R_1, R_2,..., R_n	de warmteweerstanden van elke bouwlaag, in $m^2.K/W$;
R_{se}	de warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak, bepaald volgens § 5.3, in $m^2.K/W$.

NOTA 1 Indien R_T als eindresultaat gepresenteerd wordt, dan dient het afgerond te worden op 2 decimalen.

NOTA 2 Eq. 3 geldt voor buitenwanden. In het geval van binnenwanden wordt R_{se} in Eq. 3 vervangen door R_{si}. Indien de totale warmteweerstand (van oppervlak tot oppervlak) moet berekend worden dan vallen de beide R_s-waarden in Eq. 3 weg.

NOTA 3 De oppervlakte van een gebogen bouwelement is deze van een tot een plat bouwelement getransformeerd vlak met dezelfde geprojecteerde oppervlakte. Hierbij wordt gerekend met de buitenafmetingen van het gebogen bouwelement.

6.2 Bouwelementen opgebouwd uit homogene en niet-homogene lagen

6.2.1 Toepasbaarheid

In de volgende paragrafen wordt een vereenvoudigde rekenmethode gegeven om de warmteweerstand van bouwelementen te berekenen die opgebouwd zijn uit thermisch homogene en niet-homogene bouwlagen.

Een nauwkeuriger resultaat kan bekomen worden door gebruik te maken van een numerieke methode in overeenstemming met NBN EN ISO 10211 (zie extra toelichting in bijlage G.2).

Lijn- en puntvormige onderbrekingen of aansluitingen die eigen zijn aan een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak en over het oppervlak ervan verdeeld zijn, moeten verplicht ingerekend worden in de totale warmteweerstand RT van de scheidingsconstructie van het verliesoppervlak, hetzij via de vereenvoudigde rekenmethode, hetzij via de numerieke methode in overeenstemming met NBN EN ISO 10211

De vereenvoudigde methode mag niet worden toegepast in de volgende gevallen:

- wanneer de verhouding van de boven- tot de onderwaarde van de warmteweerstand (zie hieronder) groter is dan 1.5.
- wanneer de isolatielaag overbrugd wordt door metaal.

Voor metalen bevestigingen kan de methode in 1e instantie toegepast worden alsof er geen metalen bevestigingen zouden zijn, en het bekomen resultaat dient vervolgens gecorrigeerd te worden in overeenstemming met § 7.2.

6.2.2 Totale warmteweerstand van een bouwelement (combinatiemethode)

De totale warmteweerstand R_T van een bouwelement, opgebouwd uit thermisch homogene en thermisch niet-homogene bouwlagen die loodrecht staan op de warmtestroom, wordt bepaald als het rekenkundig gemiddelde van de boven- en onderwaarde van de warmteweerstand:

Eq. 4 $$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \qquad m^2.K/W$$

met:

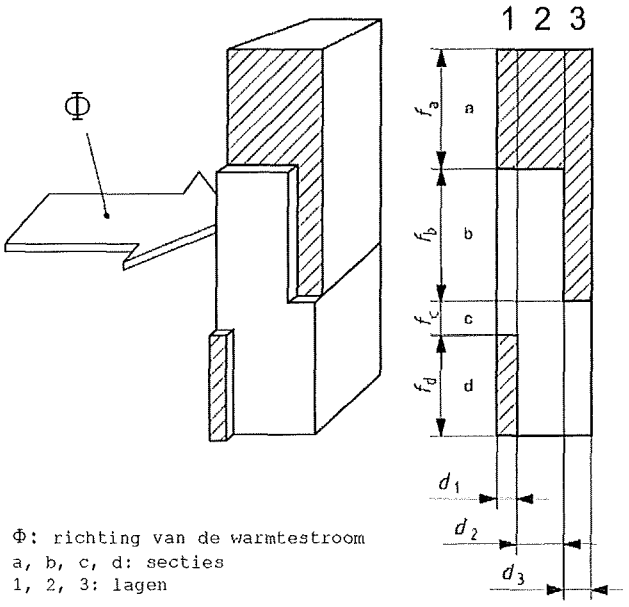
R'_T: de bovenwaarde van de warmteweerstand, berekend volgens Eq. 5, in $m^2.K/W$;

R''_T de onderwaarde van de warmteweerstand, berekend volgens Eq. 7, in $m^2.K/W$.

De berekening van de boven- en onderwaarde wordt uitgevoerd door het bouwelement op te splitsen in secties en lagen, zodanig dat het bouwelement enkel nog bestaat uit delen die op zichzelf thermisch homogeen zijn (zie voorbeeld van Figuur [3]):

- het bouwelement wordt opgedeeld in secties (a, b, c, en d) met respectievelijke oppervlaktes (A_a, A_b, A_c en A_d) en in lagen (1, 2 en 3), met respectievelijke diktes (d_1, d_2 en d_3);
- de secties (a, b, c, d), die loodrecht staan op de oppervlakken van het bouwelement, vertegenwoordigen elk afzonderlijk een deeloppervlakte (f_a , f_b, f_c, f_d) t.o.v. de totale oppervlakte;
- de lagen (1, 2, 3), die parallel zijn met de oppervlakken van het bouwelement, hebben een dikte d_1, d_2 en d_3;
- alle thermisch homogene delen (a1 … d3) hebben een welbepaalde warmtegeleidbaarheid (λ_{a1},…λ_{d3}), een bepaalde dikte (d_1,… d_3), een deeloppervlakte (f_a ,… f_d) en een warmteweerstand (R_{a1},… R_{d3});
- de deeloppervlakte van een sectie is een proportioneel deel van de totale oppervlakte, zodat $f_a + f_b + \ldots + f_d = 1$.

Figuur [3]: Secties en lagen van een thermisch niet homogeen bouwelement



Φ: richting van de warmtestroom
a, b, c, d: secties
1, 2, 3: lagen

6.2.3 Limietwaarden

De **bovenwaarde** van de warmteweerstand wordt bepaald door aan te nemen dat de ééndimensionale warmtestroom loodrecht staat op de oppervlakken van het bouwelement. De bovenwaarde wordt gegeven door:

Eq. 5
$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \frac{f_c}{R_{Tc}} + \frac{f_d}{R_{Td}} \qquad W/(m^2.K)$$

met:

R_{Ta}, R_{Tb},...R_{Td} totale warmteweerstanden (van omgeving tot omgeving) van elke sectie, in $m^2.K/W$, berekend volgens Eq. 3;

f_a, f_b,...f_d de deeloppervlaktes (fracties) van elke sectie (-).

De **onderwaarde** van de warmteweerstand wordt bepaald door aan te nemen dat alle vlakken die parallel zijn met de oppervlakken van het bouwelement isothermische vlakken zijn.

Voor elke thermisch niet-homogene bouwlaag (1, 2, 3, ...) wordt een equivalente warmteweerstand R_j als volgt bepaald:

Eq. 6
$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \frac{f_c}{R_{cj}} + \frac{f_d}{R_{dj}} \qquad W/(m^2.K)$$

De onderwaarde van de warmteweerstand wordt dan bepaald volgens:

Eq. 7
$$R''_T = R_{si} + R_1 + R_2 + ... + R_n + R_{se} \qquad m^2.K/W$$

NOTA In het kader van de energieprestatieregelgeving is het ook toegelaten om enkel met de onderwaarde van de warmteweerstand te rekenen.

6.2.4 Foutenberekening

Een methode voor de berekening van de maximale relatieve fout die begaan wordt bij de bepaling van de U-waarde is gegeven in § 6.2.5 van NBN EN ISO 6946.

7 Warmtedoorgangscoëfficiënt (U) van ondoorschijnende bouwelementen

7.1 Algemene uitdrukking

De warmtedoorgangscoëfficiënt (U-waarde) van een ondoorschijnend bouwelement wordt gegeven door:

Eq. 8 $$U = \frac{1}{R_T}$$ W/(m².K)

met:

R_T de totale thermische weerstand van een bouwelement, berekend volgens Eq. 3 of Eq. 4, in m².K/W.

Bij de berekening van de U-waarde, moeten de aangenomen invoergegevens ter informatie opgegeven worden of beschikbaar zijn.

NOTA Indien U als eindresultaat gepresenteerd wordt, dan dient het afgerond te worden op 2 decimalen.

7.2 Correcties op de U-waarde

7.2.1 Algemeen

Correcties dienen in principe toegepast te worden op de volgens Eq. 8 berekende U-waarde, om rekening te houden met de effecten van de volgende gevallen of situaties:

- luchtspleten of holten in isolatielagen;
- mechanische bevestigingen die isolatielagen doorboren;
- neerslag op omgekeerde daken.

De gecorrigeerde U-waarde (U_c), wordt als volgt gedefinieerd:

Eq. 9 $U_c = U + \Delta U$ W/(m².K)

waarbij de correctieterm ΔU bepaald is volgens:

Eq. 10 $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$ W/(m².K)

hierin zijn:

ΔU_g correctieterm voor luchtspleten en holten, in W/(m².K);

ΔU_f correctieterm voor mechanische bevestigingen, in W/(m².K);

ΔU_r correctieterm voor omgekeerde daken, in W/(m².K).

7.2.2 Correctie voor luchtspleten of -holten in of tussen isolatielagen

De aanwezigheid van luchtlagen, -spleten of -holten in de richting van of loodrecht op de warmtestroom, kan in sommige gevallen een sterk negatieve invloed uitoefenen op de werkelijke warmteweerstand van de isolatielaag. In NBN EN ISO 6946 (Bijlage D.2) worden een aantal categorieën van onvolkomenheden gedefinieerd, en worden bijhorende conventionele toeslagen vastgelegd.

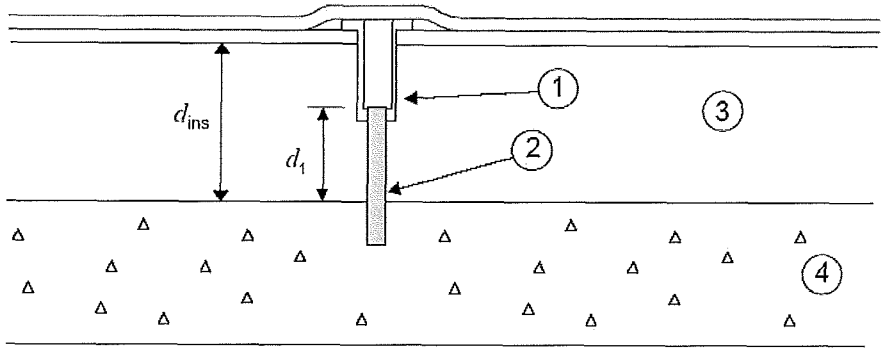
Omdat het moeilijk is eenduidig te beoordelen welke categorie op een gebouw, een constructiedeel, ... precies van toepassing is, is besloten dit effect in het kader van de energieprestatieregelgeving buiten beschouwing te laten. Bij conventie mag daarom gesteld worden:

Eq. 11 $\Delta U_g = 0$ W/(m².K)

7.2.3 *Correctie voor mechanische bevestigingen die een isolatielaag doorboren*

Wanneer een isolatielaag doorboord wordt door mechanische bevestigingen (bv. spouwhaken, dakbevestigingen,...), dan kan het effect van deze bevestigingen altijd nauwkeurig berekend worden door numerieke berekeningen volgens NBN EN ISO 10211. Deze nauwkeurige rekenmethode moet steeds toegepast worden indien de beide uiteinden van de mechanische bevestiging in thermisch contact zijn met metalen platen.

Figuur [4]: Verzonken mechanische bevestiging



1 kunststof kap
2 verzonken bevestiging
3 isolatielaag
4 dakplaat

In de andere gevallen kan de hierna volgende benaderende rekenmethode toegepast worden, waarbij het effect van de mechanische bevestigingen bepaald wordt door de correctieterm ΔU_f die als volgt berekend wordt:

Eq. 12 $$\Delta U_f = \alpha . \frac{\lambda_f . A_f . n_f}{d_1} . \left[\frac{R_1}{R_{T,h}}\right]^2$$ W/(m².K)

waarin:

d_1 de lengte van de bevestiging, in (m), als volgt bepaald:
- bij bevestigingen die de isolatielaag volledig doorboren (onder rechte of schuine hoek) is de lengte gelijk aan de dikte van de isolatielaag (d_{ins}): $d_1 = d_{ins}$;
- bij verzonken bevestigingen is de lengte gelijk aan het gedeelte van de bevestiging dat de isolatielaag doorboort (zie Figuur [4])

λ_f de warmtegeleidbaarheid van de mechanische bevestiging, in W/(m.K) (zie NOTA);

n_f aantal mechanische bevestigingen per m², (m^{-2});

A_f doorsnede van 1 mechanische bevestiging, (m²);

λ_{ins} de warmtegeleidbaarheid van de isolatielaag, W/(m.K);

α (-) is een correctiecoëfficiënt als volgt bepaald:
- $\alpha = 0,8$ indien de mechanische bevestiging de isolatielaag volledig doorboort

- $\alpha = 0,8 \times d_1/d_{ins}$ indien de bevestiging verzonken is in de isolatielaag (zie Figuur [4]);

R_1 warmteweerstand (van het deel) van de isolatielaag die door de mechanische bevestiging doorboord wordt ($R_1 = d_1/\lambda_{ins}$, in m².K/W;

$R_{T,h}$ totale warmteweerstand van het bouwelement, zonder rekening te houden met enige koudebrugwerking, in m².K/W, berekend volgens § 6.1.

NOTA De correctieterm ΔU_f dient in het geval van spouwhaken niet toegepast te worden voor de volgende gevallen:
- spouwhaken in ongeïsoleerde spouwen;
- spouwhaken waarvan de warmtegeleidbaarheid (λ_f) kleiner is dan 1 W/(m.K) (bv. kunststof)

Waarden bij ontstentenis voor spouwhaken:

Voor spouwhaken is het altijd toegelaten volgende waarden bij ontstentenis te gebruiken:

- aantal spouwhaken per m²: $n_f = 5\ m^{-2}$
- sectie van een spouwhaak: $A_f = 1,3.10^{-5}$ m² (Ø 4 mm)
- warmtegeleidbaarheid van het spouwhaakmateriaal: $\lambda_f = 50$ W/(m.K) (staal)
- lengte van de spouwhaak gelijk aan de dikte van de isolatielaag: $d_1 = d_{ins}$

7.2.4 Correctieprocedure voor omgekeerde daken

7.2.4.1 Algemeen

In het geval van omkeerdaken waarbij het waterkerend membraan zich onder de isolatielaag bevindt, dient een correctieterm ΔU_r berekend te worden om rekening te houden met het effect van regenwater dat tussen de isolatielaag en membraan kan wegvloeien. Deze correctieprocedure dient in principe enkel toegepast te worden voor warmteoverdrachtsberekeningen en niet voor de berekening van koelbehoeften. In het kader van de energieprestatieregelgeving mag evenwel steeds (ook voor oververhittings- en koelberekeningen) met de gecorrigeerde waarde gerekend worden. De hierna volgende procedure is enkel van toepassing voor isolatielagen bestaande uit geëxtrudeerd polystyreen (XPS).

7.2.4.2 Correctie ten gevolge van waterstroming tussen isolatie en dichtingsmembraan

De toe te passen correctieterm ΔU_r die rekening houdt met de extra warmteoverdracht ten gevolge van de onderstroming door regenwater van de isolatielaag in omkeerdaken, wordt berekend volgens:

Eq. 13 $$\Delta U_r = p.f.x.\left[\frac{R_1}{R_T}\right]^2 \quad W/(m^2.K)$$

waarin:

p gemiddelde regenval gedurende het stookseizoen in mm/dag;

f drainering factor, die een fractie van de gemiddelde regenval weergeeft die het membraan bereikt, (-);

x factor die de verhoogde warmteoverdracht karakteriseert ten gevolge van de onderstroming van de isolatielaag door regenwater, in W.dag/m².K.mm;

R_1 gecorrigeerde warmteweerstand van de XPS-isolatielaag (R_{XPS}) die rekening houdt met een toename van het vochtgehalte door diffusie, in m².K/W;

R_T totale warmteweerstand van het dak, zonder rekening te houden met enige correctie, in m².K/W.

De correctieterm ΔU_r wordt berekend tot twee decimalen. Waarden kleiner dan 0,01 W/(m².K) worden verwaarloosd.

Waarden bij ontstentenis voor omgekeerde daken:

Voor omkeerdaken met XPS worden de volgende parameters vastgelegd:

- Neerslaghoeveelheid: p = 2,0 mm/dag
- Correctiefactor voor warmteoverdracht door onderstroming
  - f.x = 0,04 W.dag/m².K.mm voor platen met rechte boorden en open ballast zoals grind, tegels of in fabriek aangebrachte afwerklaag
  - f.x = 0,03 W.dag/m².K.mm voor platen met sponning en open ballast zoals grind, tegels of in fabriek aangebrachte afwerklaag
  - f.x.= 0,02 W.dag/m².K.mm voor groen- of tuindaken (in afwachting van *precieze cijfers*)
- Gecorrigeerde warmteweerstand van XPS plaat
  - R_1= R_{XPS}/1,023 (voor open ballast zoals grind, tegels of in fabriek aangebrachte afwerklaag)
  - R_1= R_{XPS}/1,069 (voor groen- of tuindaken)

    waarin R_{XPS} berekend wordt volgens 5.2.

7.3 Correctie op R-waarde voor in situ gespoten PUR-isolatie

Omwille van de moeilijkheden om een exacte dikte te bepalen, dient de warmteweerstand R_{PUR} van een in situ gespoten PUR-isolatielaag als volgt berekend te worden:

Eq. 14 $$R_{PUR} = a.\left(\frac{d_{PUR}}{\lambda_{Ui,PUR}}\right)$$ m².K/W

met:

R_{PUR} gecorrigeerde warmteweerstand van in situ gespoten PUR-isolatie, in m².K/W;

d_{PUR} dikte van de gespoten PUR-isolatielaag, in m;

$\lambda_{Ui,PUR}$ rekenwaarde van de warmtegeleidbaarheid van de in situ gespoten PUR, in W/(m.K) bepaald volgens bijlage A;

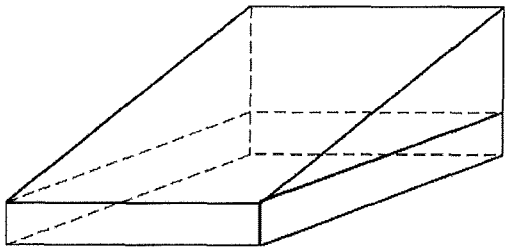
a correctiefactor, (-), gelijk aan:
- a = 0,925 voor vloertoepassingen;
- a = 0,85 voor alle andere toepassingen

7.4 U-waarde van bouwdelen met variabele dikte

7.4.1 Algemene werkwijze

Bij gebouwelementen die bestaan uit deelelementen met ongelijke vorm en/of bouwlagen met variabele dikte (Figuur [5]), varieert de totale warmteweerstand van het bouwelement over zijn gehele oppervlakte en dient daarom een gemiddelde U-waarde voor het gehele bouwelement bepaald te worden. Vereenvoudigend kan de weerstand van de laag met variabele dikte verwaarloosd worden, zie § 7.4.4.

Figuur [5]: Bouwelement met hellende bouwlaag

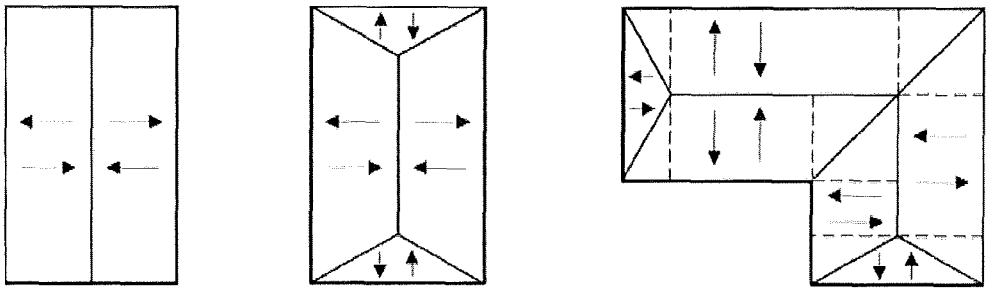


De bepaling van de gemiddelde U-waarde van dergelijke gebouwelementen verloopt als volgt:

- het gehele gebouwelement wordt eerst opgesplitst in deelelementen die overeenstemmen met de vorm en de helling van de drie basisvormen uit § 7.4.2; een voorbeeld van een dergelijke opsplitsing is getoond in Figuur [6] voor een aantal daken;
- vervolgens wordt voor elk deelelement (overeenstemmend met een bepaalde basisvorm en met een eigen oppervlakte) een U-waarde berekend op basis van de formules uit § 7.4.3;
- tenslotte wordt voor het gehele gebouwelement de U-waarde berekend als de oppervlaktegewogen gemiddelde U-waarde van alle beschouwde deelelementen.

NOTA Deze werkwijze is geldig voor bouwlagen waarvan de helling niet groter is dan 5%, zoniet moet een numerieke berekening worden toegepast.

Figuur [6]: Voorbeelden van opsplitsing van daken in individuele dakelementen



→ ↑ ← ↓: duiden de richting van de helling aan (alle richtingen mogelijk)

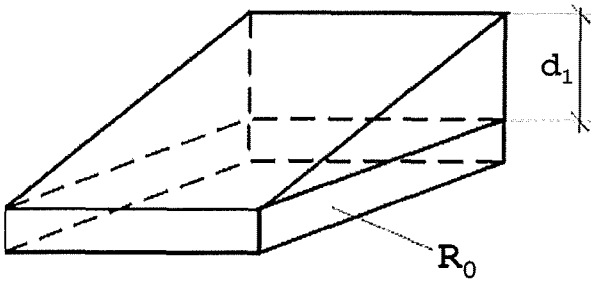
------: opsplitsing van het dak in deelelementen met rechthoekig of driehoekig grondvlak

7.4.2 Opdeling in basisvormen

Gebouwelementen met hellende delen of lagen kunnen opgedeeld worden in drie basisvormen naargelang de vorm van het grondvlak en de richting van de helling:

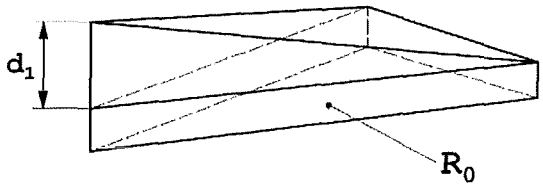
- een gebouwelement met rechthoekig grondvlak, opgebouwd uit een deel dat één of meerdere vlakke bouwlagen bevat (met een totale warmteweerstand R_0) en een deel dat een hellende bouwlaag bevat (dikte varieert tussen 0 en maximaal d_1) (Figuur [7]);

Figuur [7]: Bouwelement met rechthoekig grondvlak, bestaand uit een hellend deel en een (overblijvend) vlak deel

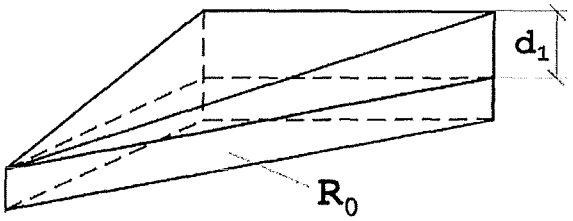


- een gebouwelement met driehoekig grondvlak, opgebouwd uit een deel dat één of meerdere vlakke bouwlagen bevat (met een totale warmteweerstand R_0) en een deel dat een hellende bouwlaag bevat, waarbij ofwel het dikste deel (met dikte d_1) aan de tophoek ligt (Figuur [8] - links) ofwel het dunste deel (met dikte 0) (Figuur [8] - rechts).

Figuur [8]: Bouwelement met driehoekig grondvlak, bestaand uit een hellend deel en een (overblijvend) vlak deel



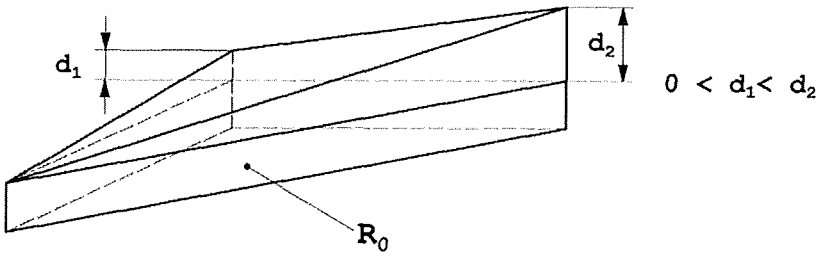
(dikste deel aan de tophoek)



(dunste deel aan de tophoek)

- een gebouwelement met driehoekig grondvlak, opgebouwd uit een deel dat één of meerdere vlakke bouwlagen bevat (met een totale warmteweerstand R0) en een deel dat een hellende bouwlaag bevat met in elk van de hoekpunten een verschillende dikte (respectievelijk dikte 0, tussenliggende dikte d1 en maximale dikte d_2) (Figuur [9])

Figuur [9]: Gebouwelement met driehoekig grondvlak, bestaand uit een hellend deel (met ongelijke diktes aan de hoeken) en een overblijvend vlak deel



7.4.3 Bepaling van de U-waarde voor elk van de basisvormen

De bepaling van de U-waarde, voor elk van de drie voormelde basisvormen, kan gebeuren volgens de volgende formules:

- voor gebouwelementen met rechthoekig grondvlak:

Eq. 15 $$U = \frac{1}{R_1}.\ln\left[1 + \frac{R_1}{R_0}\right]$$ W/(m².K)

- voor gebouwelementen met driehoekig grondvak:
  - dikste deel aan tophoek:

Eq. 16 $$U = \frac{2}{R_1}.\left[\left(1 + \frac{R_0}{R_1}\right).\ln\left(1 + \frac{R_1}{R_0}\right) - 1\right]$$ W/(m².K)

  - dunste deel aan tophoek:

Eq. 17 $$U = \frac{2}{R_1}.\left[1 - \frac{R_0}{R_1}.\ln\left(1 + \frac{R_1}{R_0}\right)\right]$$ W/(m².K)

met:

R_1 maximale warmteweerstand van het hellend deel van de bouwlaag, in m².K/W, (met dikte = 0 aan één van de zijden of aan de tophoek), gelijk aan d_1/λ_1, waarin d_1 (m) = maximale dikte van het hellend deel van de bouwlaag (zie Figuur [7] en Figuur [8]) en λ_1 W/(m.K) = warmtegeleidbaarheid van deze bouwlaag;

R_0 totale warmteweerstand van het gehele deelelement, in (m².K/W), berekend van omgeving tot omgeving (dus met inbegrip van R_{si} en R_{se}), maar exclusief de warmteweerstand van het hellend deel van de bouwlaag (R_1).

- voor gebouwelementen met driehoekig grondvlak en ongelijke hoogtes aan de hoeken (Figuur [9])

Eq. 18 $$U = 2.\left[\frac{R_0.R_1.\ln\left(1 + \frac{R_2}{R_0}\right) - R_0.R_2.\ln\left(1 + \frac{R_1}{R_0}\right) + R_1.R_2.\ln\left(\frac{R_0 + R_2}{R_0 + R_1}\right)}{R_1.R_2.(R_2 - R_1)}\right)$$ W/(m².K)

met:

R_1 warmteweerstand van het hellend deel van de bouwlaag ter hoogte van het hoekpunt met tussenliggende dikte d_1 , in $m^2.K/W$, bepaald als $R_1 = d_1/\lambda_t$, waarin λ_t W/(m.K) de warmtegeleidbaarheid is van deze bouwlaag;

R_2 maximale warmteweerstand van het hellend deel van de bouwlaag met maximale dikte d_2, in $m^2.K/W$, bepaald als $R_2 = d_2/\lambda_t$, waarin λ_t W/(m.K) de warmtegeleidbaarheid is van deze bouwlaag;

R_0 totale warmteweerstand van het gehele deelelement, in $m^2.K/W$, berekend van omgeving tot omgeving (dus met inbegrip van R_{si} en R_{se}), maar exclusief de warmteweerstand(en) (R_1 en/of R_2) van het hellend deel van de bouwlaag.

7.4.4 Vereenvoudigde bepaling

Bij een vereenvoudigde bepaling van de U-waarde van gebouwelementen met variabele dikte, wordt de warmteweerstand R_1 van het hellende deel van de bouwlaag met variabele dikte verwaarloosd en wordt enkel de term R_0 in rekening gebracht.

8 Bepaling van de warmtedoorgangscoëfficiënt van vensters, deuren en poorten

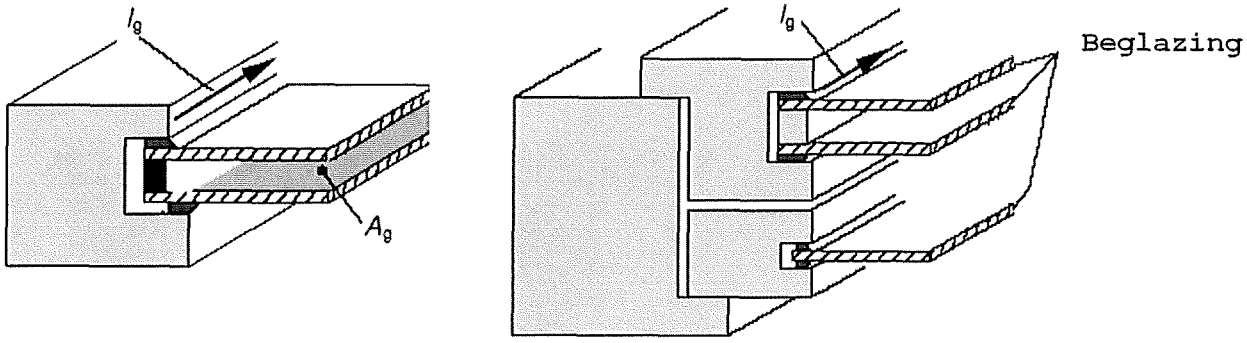
8.1 Geometrische karakteristieken van vensters en deuren

8.1.1 Oppervlakte van venster en deurcomponenten (raamprofielen, beglazingen, ondoorschijnende vulpanelen en ventilatieroosters)

De beglaasde oppervlakte A_g of de oppervlakte van het ondoorschijnend vulpaneel A_p van een venster of een deur, is de kleinste van de zichtbare oppervlaktes gezien van de beide zijden, zoals te zien in Figuur [10].

De oppervlakte A_g van beglazingen, de oppervlakte A_p van ondoorschijnende vulpanelen, de oppervlakte A_f van raamprofielen en de oppervlakte A_r van ventilatieroosters wordt gedefinieerd als de geprojecteerde zichtbare oppervlakte op het vlak[1] van de beglazing of van het ondoorschijnende vulpaneel.

Figuur [10]: Illustratie van glasoppervlakte en perimeter



Indien de geprojecteerde zichtbare oppervlakten langs de binnen- en buitenzijde verschillen, worden de grenslijnen tussen de verschillende componenten bepaald volgens volgende conventionele regels:

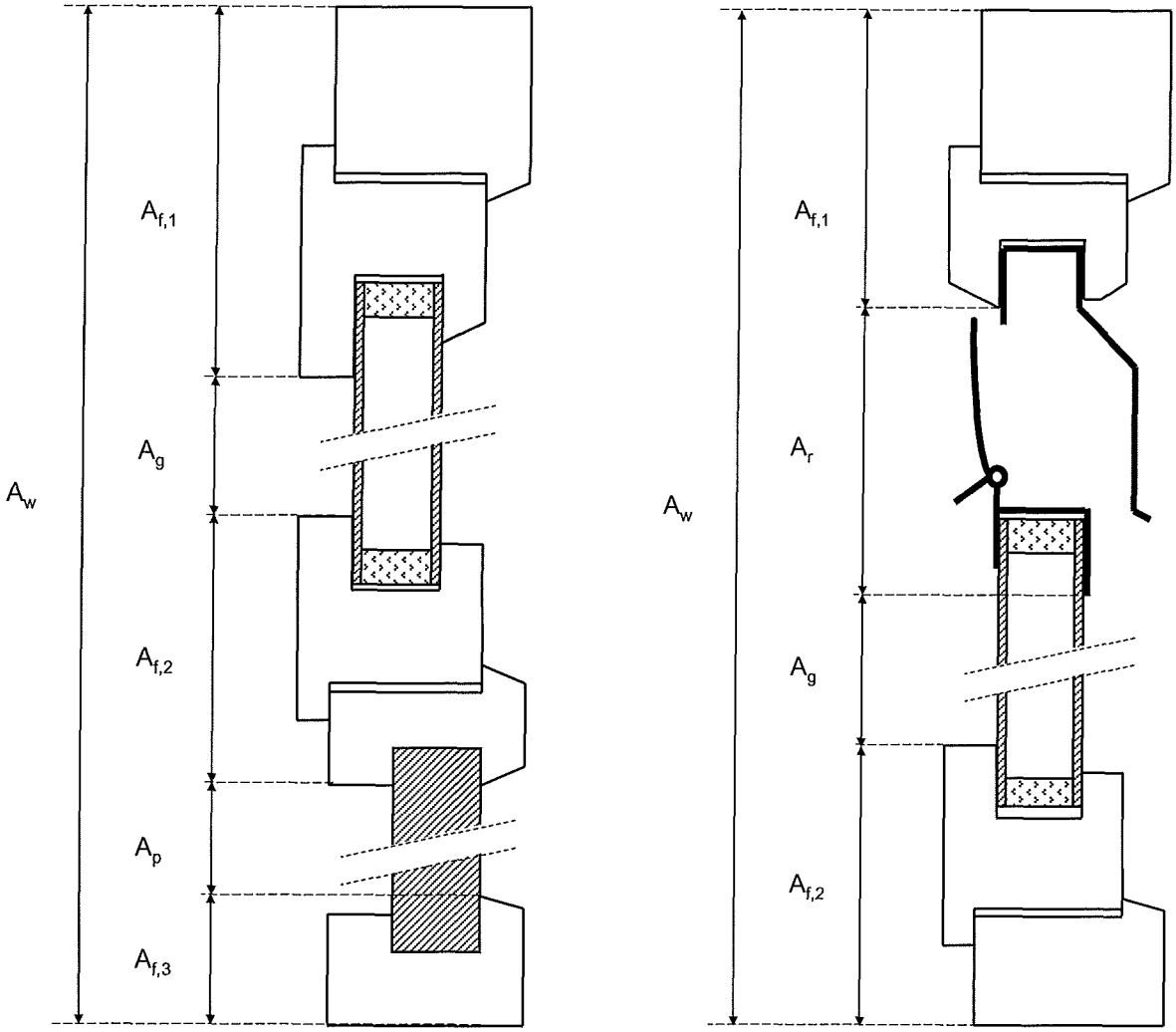
- de grenslijn tussen een raamprofiel en eender welke andere component wordt zo gekozen dat de geprojecteerde oppervlakte van het raamprofiel zo groot mogelijk is
- de grenslijn tussen een ventilatierooster en een opaak vulpaneel of een beglazing wordt zo gekozen dat de geprojecteerde oppervlakte van het ventilatierooster zo groot mogelijk is
- de grenslijn tussen een opaak vulpaneel en een beglazing wordt zo gekozen dat de geprojecteerde oppervlakte van het opaak vulpaneel zo groot mogelijk is

De alzo vastgestelde grenslijnen bakenen de conventionele oppervlakte van elke component af, zoals geïllustreerd in Figuur [11].

Nota: deze regels hebben tot gevolg dat de som van de individuele oppervlakten van alle componenten gelijk is aan de totale oppervlakte van het naakte venster.

[1] In het (zeldzame) geval van een gebogen beglazing of gebogen ondoorschijnend vulpaneel wordt geprojecteerd op het gebogen (buiten)oppervlak van de beglazing of het vulpaneel. Het projectievlak wordt aan de randen zo nodig tangentieel uitgebreid.

Figuur [11]: Illustraties van de oppervlaktebepaling van de verschillende componenten.



8.1.2 Zichtbare omtrek van de beglazing

De totale perimeter van de beglazing (l_g) of van het vulpaneel (l_p) is de som van de zichtbare perimeter van de glasbladen (of vulpanelen) in het venster of in de deur. Indien de perimeters verschillend zijn aan de binnenzijde en de buitenzijde van de beglazing of het vulpaneel, dan dient de grootste van beide waarden gebruikt te worden (zie Figuur [10]).

8.1.3 Oppervlakte van de raamprofielen

De definities van de oppervlakten van raamprofielen zijn hierna gegeven (zie Figuur [12]):

$A_{f,i}$ geprojecteerde raamprofieloppervlakte aan de binnenzijde, in m², (is de oppervlakte van de projectie van het binnenraamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, op een vlak dat parallel is met de beglazing);

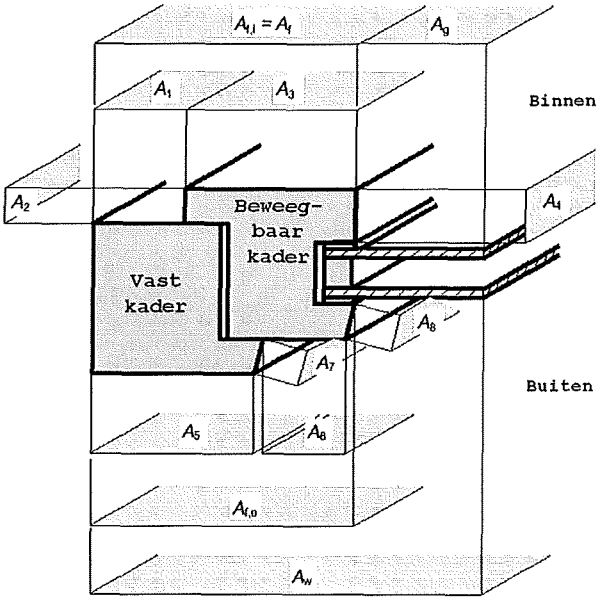
$A_{f,e}$ geprojecteerde raamprofieloppervlakte aan de buitenzijde, in m², (is de oppervlakte van de projectie van het buitenraamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, op een vlak dat parallel is met de beglazing);

A_f de oppervlakte van het raamprofiel, in m², bepaald in overeenstemming met de conventies in 8.1.1;

$A_{d,i}$ ontwikkelde raamprofieloppervlakte aan de binnenzijde, in m², (d.i. de oppervlakte van het raamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, in contact met de binnenlucht - zie Figuur [13]);

$A_{d,e}$ ontwikkelde raamprofieloppervlakte aan de buitenzijde, in m², (d.i. de oppervlakte van het raamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, in contact met de buitenlucht - zie Figuur [13])

Figuur [12]: Illustratie van de verschillende oppervlakten



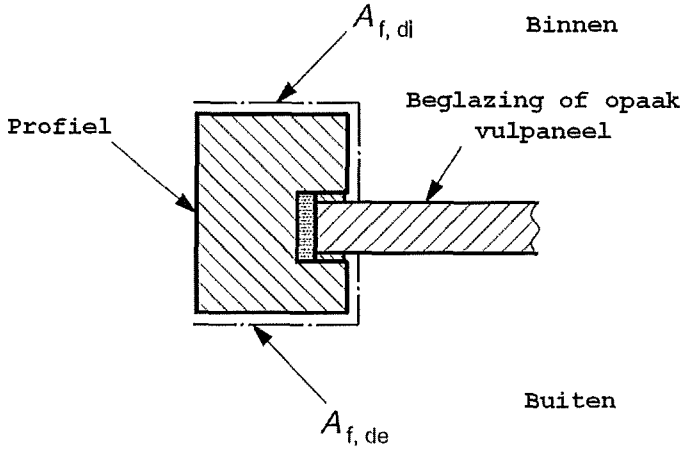
$$A_f = \max(A_{f,i};\ A_{f,e})$$

$$A_w = A_f + A_g$$

$$A_{d,i} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_{d,e} = A_5 + A_6 + A_7 + A_8$$

Figuur [13]: Ontwikkelde oppervlakte van raamprofielen



8.1.4 Oppervlakte van het venster of deur

De oppervlakte van het venster (of deur) A_w (A_D) is de som van de raamprofieloppervlakte A_f en van de beglaasde oppervlakte A_g (en/of van de paneeloppervlakte A_p en/of van de ventilatierooster oppervlakte A_r) (zie Figuur [12]). De raamprofieloppervlakte A_f omvat de oppervlakte van zowel het vast kader als van de beweegbare vleugel.

NOTA Bij de bepaling van de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie H_T worden de transmissieverliezen doorheen vensters of deuren berekend op basis van de oppervlaktes van de dagopeningen (zie § 12.2.2.1).

8.2 Algemene procedure voor de bepaling van de U-waarde van vensters, deuren en poorten

De warmtedoorgangscoëfficiënt van een venster (U_w) of een deur of poort (U_D) wordt bepaald voor de situatie vóór inbouw ('naakt' venster of 'naakte' deur of poort) op één van de volgende wijzen.

- ofwel (voor vensters of deuren) door proeven volgens NBN EN ISO 12567-1 (of NBN EN ISO 12567-2 voor dakvensters). De proeven dienen te worden uitgevoerd op exact hetzelfde venster (of exact dezelfde deur) met dezelfde afmetingen en dezelfde samenstellende componenten;
- ofwel (voor garagepoorten) door berekening volgens NBN EN 12428. De berekening moet worden uitgevoerd op exact dezelfde poort met dezelfde afmetingen en dezelfde samenstellende componenten;
- ofwel aan de hand van een (vereenvoudigde) berekening of waarden bij ontstentenis zoals hieronder beschreven.

Indien de functies van raamprofiel en ventilatierooster geïntegreerd zijn in één enkele component, dan wordt die component bij conventie als een ventilatierooster beschouwd.

8.3 Basisgeval: U-waarde van gewone enkelvoudige vensters of deuren

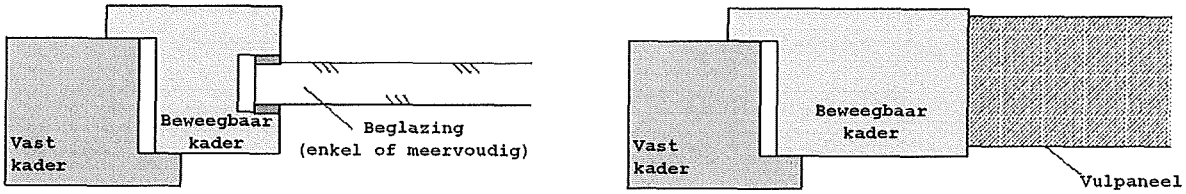
Gewone enkelvoudige[2] vensters of deuren zijn opgebouwd uit een vast kader met beglazing en/of (een) vast(e) kader(s) en (een) beweegbare vleugel(s) waarin de beglazing zich bevindt (zie Figuur [14]).

Meerdere beglazingen kunnen eveneens deel uit maken van eenzelfde venster (deur) of zich binnen eenzelfde vast kader bevinden. Eventueel kunnen ook ondoorschijnende vulpanelen en toevoervoorzieningen voor ventilatielucht deel uit maken van een venster of deur.

---

[2] De betekenis van "enkelvoudig" moet gezien worden in tegenstelling tot "dubbelramen" en "voorzetramen": zie volgende paragrafen.

Figuur [14]: Illustratie van een enkelvoudig venster of deur



De warmtedoorgangscoëfficiënt van een venster (U_w) of een deur (U_D) met bepaalde afmetingen en voorzien van beglaasde delen en/of van ondoorschijnende vulpanelen en/of van ventilatieroosters, wordt algemeen berekend door middel van de volgende formule:

Eq. 19

$$U_w(\text{of } U_D) = \frac{A_g.U_g + A_f.U_f + A_p.U_p + A_r.U_r + l_g.\Psi_g + l_p.\Psi_p}{A_g + A_f + A_p + A_r} \qquad W/(m^2.K)$$

waarin:

U_g de U-waarde van de beglazing, in W/(m².K), bepaald volgens § 9.1;

U_f de U-waarde van het raamprofiel, in W/(m².K), bepaald volgens § 9.2;

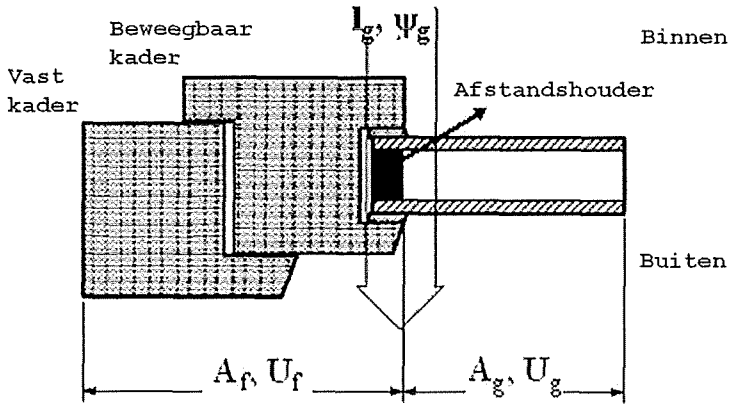
U_p de U-waarde van het ondoorschijnend vulpaneel, in W/(m².K), bepaald volgens § 9.3;

U_r de U-waarde van het ventilatierooster, in W/(m².K), bepaald volgens § 9.4;

Ψ_g de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt ten gevolge van de gecombineerde effecten van beglazing, afstandshouder en raamprofiel (zie Figuur [15]), in W/(m.K), bepaald volgens § 9.5;

Ψ_p de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt ten gevolge van de gecombineerde effecten van vulpaneel, randverbinding en raamprofiel, in W/(m.K), bepaald volgens § 9.5.

Figuur [15]: Effect van beglazing, afstandshouder en raamprofiel



NOTA 1 In het geval van een enkelvoudige beglazing valt de term ($l_g.\Psi_g$) in Eq. 19 weg aangezien er geen effect van een afstandshouder optreedt.

NOTA 2 Eq. 19 kan eveneens gebruikt worden voor vensters die opgebouwd zijn uit meerdere types van beglazingen, raamprofielen, vulpanelen of ventilatieroosters (met eigen U-waarde en eigen oppervlakte). Voor de betrokken componenten zijn in dat geval de corresponderende termen in de teller en in de noemer te lezen als sommaties (bv. $\Sigma\ A_f.U_f$, $\Sigma\ A_f$).

Indien, vereenvoudigd, bij de bepaling van U_w (of U_D) voor de betrokken componenten slechts één U-waarde gebruikt wordt, dan moet de meest

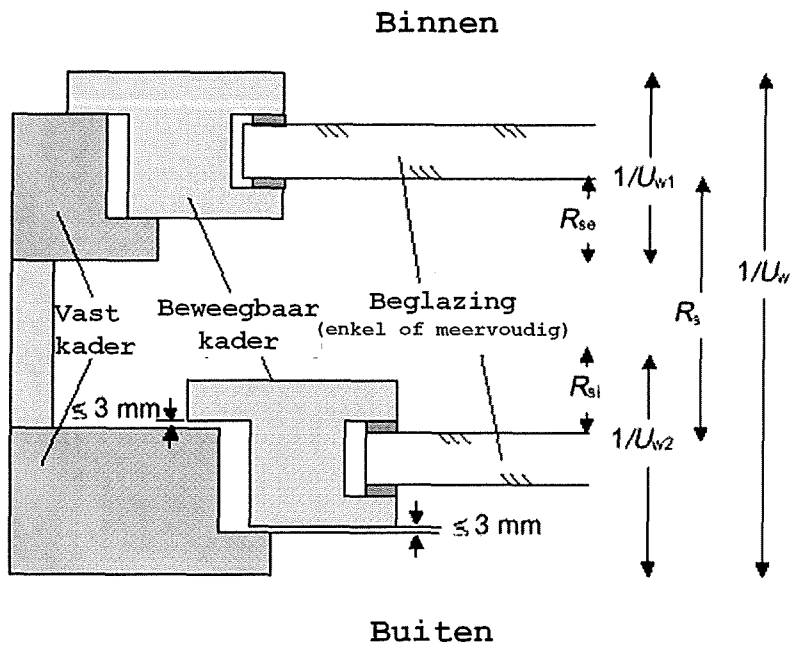
ongunstige waarde (de grootste) aangenomen worden. De corresponderende Ψ-waarde moet dan wel bepaald zijn op basis van deze U-waarde.

NOTA 3 Een vereenvoudigde bepaling van de U-waarde van vensters en deuren kan gebeuren binnen de voorwaarden die uitgelegd zijn in § 8.5.

8.4 Specifieke gevallen

8.4.1 Dubbelramen

Figuur [16]: Illustratie van een dubbelraam



De U_w-waarde van een dubbelraam, d.w.z. een systeem waarbij twee aparte vensters parallel opgesteld zijn in eenzelfde dagopening (zie Figuur [16]), wordt berekend volgens:

Eq. 20
$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_{w1}} - R_{se} + R_s + \frac{1}{U_{w2}} - R_{si}} \qquad W/(m^2.K)$$

waarin:

U_{w1} en U_{w2} de respectievelijke U-waarden van het venster aan de binnenzijde en van het venster aan de buitenzijde, in W/(m².K), berekend volgens Eq. 19;

R_{si} warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak van het venster aan de buitenzijde, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.3;

R_{se} warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak van het venster aan de binnenzijde, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.3;

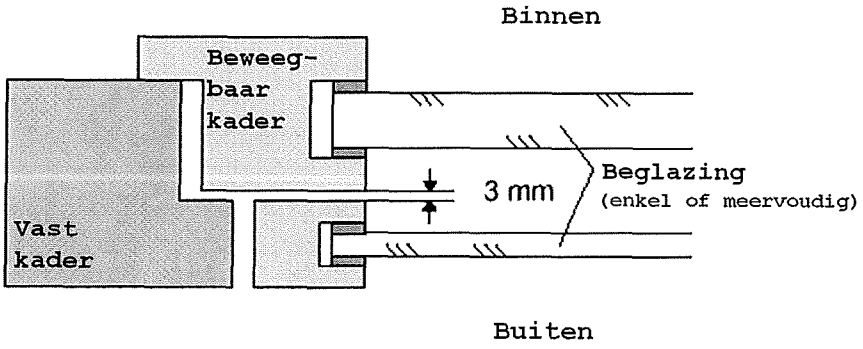
R_s de warmteweerstand van de luchtlaag tussen de beide vensters, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.4.

NOTA De methode is niet geldig indien de ruimte tussen de beide vensters overdreven geventileerd wordt met buitenlucht ten gevolge van te grote luchtspleten (ondichtheden) aan de aansluitingen van het buitenvenster. De luchtspleten mogen daartoe niet groter zijn dan 3 mm (zie Figuur [16]),

zoniet wordt de rekenmethode van een sterk geventileerde luchtlaag toegepast (zie § 5.4.2.4).

8.4.2 Voorzetramen

Figuur [17]: Illustratie van een voorzetraam



De U_w-waarde van het systeem van voorzetramen, waarbij een vast kader en twee aparte beweegbare vleugels (met beglazingen) parallel opgesteld zijn (zie Figuur [17]), kan berekend worden volgens Eq. 19, maar waarbij de gecombineerde U_g-waarde van de beide beglazingen berekend wordt volgens:

Eq. 21
$$U_g = \frac{1}{\frac{1}{U_{g1}} - R_{se} + R_s + \frac{1}{U_{g2}} - R_{si}} \quad W/(m^2.K)$$

waarin:

U_{g1} en U_{g2} de respectievelijke U-waarden van de beglazing aan de binnenzijde en van de beglazing aan de buitenzijde, in W/(m².K), bepaald volgens § 9.1;

R_{si} warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak van de beglazing aan de buitenzijde, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.3;

R_{se} warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak van de beglazing aan de binnenzijde, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.3;

R_s de warmteweerstand van de luchtlaag tussen de beide beglazingen, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.4.

NOTA Als de luchtspleet tussen de beide vleugelprofielen groter is dan 3 mm en er geen maatregelen genomen zijn om een overdreven ventilatie met buitenlucht te vermijden tussen de beide beglazingen, dan is de methode niet meer geldig. In dat geval wordt de rekenmethode van een sterk geventileerde luchtlaag toegepast (zie § 5.4.2.4).

8.4.3 Warmteovergangsweerstanden

Voor gewone emissiefactoren ($\varepsilon_n \geq 0,8$) aan de binnen- en buitenzijde van vensters, deuren of beglazingen, dienen de waarden van de warmteovergangsweerstanden aan het binnenoppervlak (R_{si}) en aan het buitenoppervlak (R_{se}) genomen te worden uit Tabel [1]. Voor beglazingen met lage emissiviteit op het binnenoppervlak kan als alternatief R_{si} ook bepaald te worden volgens de rekenprocedures uit NBN EN 673.

8.4.4 Warmteweerstand van ongeventileerde luchtlagen in dubbelramen en voorzetramen

De warmteweerstand R_s van ongeventileerde luchtlagen die voorkomen in dubbelramen (zie § 8.4.1) en voorzetramen (zie § 8.4.2) wordt berekend volgens NBN EN ISO 10077-1 (Bijlage C).

8.4.5 U-waarde van vensters met gesloten luiken

8.4.5.1 Algemeen

Gesloten luiken aan de buitenzijde van een venster creëren een bijkomende warmteweerstand (ΔR) die de som is van de warmteweerstand van het luik zelf (R_{sh}) en van de luchtlaag tussen luik en venster (R_s) (zie Figuur [18]).

De totale warmteweerstand U_{ws} van de combinatie van venster en gesloten luik, wordt gegeven door:

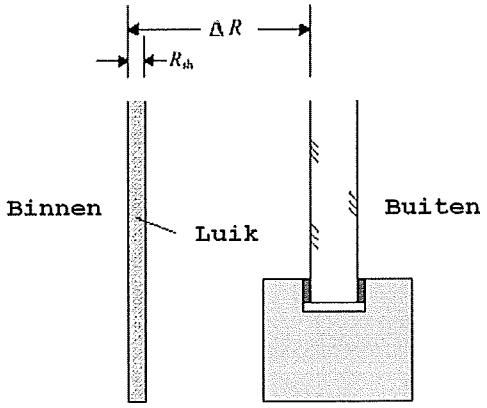
Eq. 22 $$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} \qquad W/(m^2.K)$$

waarin:

U_w U-waarde van het venster, in W/(m².K), berekend volgens Eq. 19;

ΔR bijkomende warmteweerstand, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.5.2.

Figuur [18]: Venster met gesloten luik



De extra warmteweerstand wordt in rekening gebracht bij de berekening van het K-peil en het E-peil in overeenstemming met de regel beschreven in § 7.7.2 van bijlage V bij het Energiebesluit. Voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit wordt de bijkomende warmteweerstand niet beschouwd.

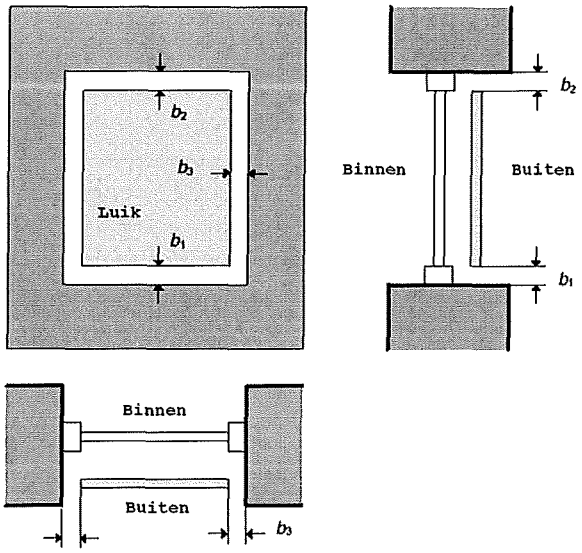
8.4.5.2 Bijkomende warmteweerstand bij gesloten luiken

De bijkomende warmteweerstand ΔR die in rekening gebracht moet worden om het effect van gesloten luiken te begroten, wordt bepaald in functie van de luchtdoorlaatbaarheid van de gebruikte luiken.

Hiertoe worden 5 klassen van luchtdoorlaatbaarheid vastgelegd volgens de criteria uit Tabel [3] en de definities in Figuur [19].

NOTA Voor zonneblinden, jaloezieën, persiennes, venetianen,… die bestaan uit textielstoffen of die opgebouwd zijn uit lamellen of andere soepele of plooibare materialen en die geplaatst kunnen worden aan de buiten- of de binnenzijde van vensters of die geïntegreerd zijn in een meervoudige beglazing, worden de voorwaarden van de klassen van luchtdoorlaatbaarheid, evenals de hiermee overeenstemmende ΔR-waarden opgegeven in NBN EN 13125. Deze norm geeft eveneens rekenmethodes voor blinden die bedekt zijn met een laag met lage emissiviteit.

Figuur [19]: Karakteristieken van luchtspleten rond gesloten luiken



De criteria inzake luchtdoorlaatbaarheid worden uitgedrukt door b_{sh}, die gedefinieerd is als de totale effectieve spleetopening tussen de randen van het luik en de dagopening van het venster:

$b_{sh} = b_1 + b_2 + b_3$ (mm)

Hierin zijn b_1 , b_2 en b_3 de gemiddelde spleetopeningen aan de onderzijde, de bovenzijde en de zijkant van het luik.

De spleetopening aan de zijkant van het luik (b_3) wordt slechts 1 maal meegeteld omdat de spleetopeningen bovenaan en onderaan een grotere invloed hebben.

Tabel [3]: Bijkomende warmteweerstand van de luchtlaag en het gesloten luik

Klasse	Luchtdoorlaatbaarheid van het luik in gesloten toestand	b_{sh} [mm]	ΔR m².K/W (1)
1	Zeer grote luchtdoorlaatbaarheid	$35 < b_{sh}$	0,08
2	Grote luchtdoorlaatbaarheid (luik zelf luchtdicht)	$15 < b_{sh} \leq 35$	$0,25 \cdot R_{sh} + 0,09$
3	Gemiddelde luchtdoorlaatbaarheid (luik zelf luchtdicht)	$8 < b_{sh} \leq 15$	$0,55 \cdot R_{sh} + 0,11$
4	Kleine luchtdoorlaatbaarheid (luik zelf luchtdicht)	$b_{sh} \leq 8$	$0,80 \cdot R_{sh} + 0,14$
5	Zeer kleine luchtdoorlaatbaarheid (luik zelf luchtdicht)	$b_{sh} \leq 3$ en $b_1+b_3 = 0$ of $b_2+b_3 = 0$ (2) (3)	$0,95 \cdot R_{sh} + 0,17$

(1) Waarden van ΔR zijn geldig voor $R_{sh} < 0,3$ m².K/W (R_{sh} is de warmteweerstand van het luik zelf, bepaald volgens hoofdstuk 6 indien van toepassing, volgens NBN EN ISO 10211 in het geval van een luik met heterogene samenstelling of volgens NBN EN ISO 10077-2 in het geval van een geprofileerd element). Voor niet gekende luiken: neem $R_{sh} = 0$ m².K/W.

(2) Bedoeld wordt dat dichtingstrippen aanwezig zijn rond minstens 3 zijden van het luik (of rolluik) en dat de overblijvende zijde een spleetopening heeft van maximaal 3 mm

(3) Klasse 5 (zeer kleine luchtdoorlaatbaarheid) kan ook aangenomen worden indien een meting van de luchtstroom doorheen het gesloten luik een resultaat heeft dat niet groter is dan 10 m³/h.m² (bij 10 Pa drukverschil - test volgens NBN EN 12835). Bijkomende voorwaarden voor klasse 5 kunnen per type van luik gevonden worden in NBN EN 13125.

8.5 Vereenvoudigde bepaling van de U-waarde en de oppervlakte van de beglazing van vensters

Voor een geheel van vensters met eenzelfde type van beglazing, raamprofiel, vulpaneel en ventilatierooster en die in hetzelfde gebouw geplaatst zijn, kan eenzelfde gemiddelde U_w-waarde ($U_{w,T}$) aangenomen worden, die rekening houdt met een vaste oppervlakteverhouding tussen beglazing en raamprofiel evenals met een vaste omtrek van de glasrand of afstandshouder.

Deze $U_{w,T}$-waarde en een bijhorende conventionele waarde voor de totale oppervlakte van de beglazing (telkens voor alle vensters van het geheel samen) worden, naargelang de verhouding van de U-waarde van de beglazing tot deze van het raamprofiel. In deze vergelijkingen Eq. 92 en Eq. 94 komt de eerste term overeen met het gedeelte "beglazing en raamprofiel", de tweede met het gedeelte "ventilatieroosters" en de derde met het gedeelte "vulpaneel":

- als $U_g \leq U_f$:

Eq. 92 $$U_{w,T} = \left(0,7.U_g + 0,3.U_f + 3.\Psi_g\right) + \left(\frac{\sum A_r.(U_r - U_g)}{\sum A_{wd}}\right) + \left(\frac{\sum A_p.(U_p - U_g)}{\sum A_{wd}}\right) \quad W/(m^2.K)$$

Eq. 93 $$A_{g,T} = 0,7.\sum A_{wd} - \sum A_r - \sum A_p \quad m^2$$

- als $U_g > U_f$:

Eq. 94 $$U_{w,T} = \left(0,8.U_g + 0,2.U_f + 3.\Psi_g\right) + \left(\frac{\sum A_r.(U_r - U_f)}{\sum A_{wd}}\right) + \left(\frac{\sum A_p.(U_p - U_f)}{\sum A_{wd}}\right) \quad W/(m^2.K)$$

Eq. 95 $$A_{g,T} = 0,8.\sum A_{wd} \quad m^2$$

waarin:

U_g warmtedoorgangscoëfficiënt van de beglazing, in $W/(m^2.K)$, (zie § 9.1);

U_f warmtedoorgangscoëfficiënt van het raamprofiel, in $W/(m^2.K)$, (zie § 9.2);

Ψ_g lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt, in W/(m.K), (zie § 9.5);

U_r warmtedoorgangscoëfficiënt van het ventilatierooster, in $W/(m^2.K)$, (zie § 9.4);

ΣA_r totale oppervlakte van de aanwezige ventilatieroosters, in m^2;

U_p warmtedoorgangscoëfficiënt van het vulpaneel, in $W/(m^2.K)$, (zie § 9.3);

ΣA_p totale oppervlakte van de aanwezige vulpanelen, in m^2;

ΣA_{wd} totale oppervlakte van de vensters (bepaald op basis van de oppervlaktes van de dagopeningen), in m.

NOTA 1 In eenzelfde gebouw kunnen meerdere gehelen van vensters gedefinieerd worden. Indien voor één van deze gehelen gekozen wordt om de hiervoor uitgelegde vereenvoudigde bepaling ($U_{w,T}$) toe te passen, dan dient deze methode consequent toegepast te worden voor alle andere gehelen van vensters.

NOTA 2 Indien bij de bepaling van $U_{w,T}$, sommige componenten lichte dimensionele afwijkingen vertonen (bijvoorbeeld een afwijkende breedte van een raamprofiel), dan mag, vereenvoudigd, voor deze componenten eenzelfde U-waarde gebruikt worden op voorwaarde dat de meest ongunstige waarde (de grootste) aangenomen wordt. De corresponderende Ψ_g-waarde moet dan bepaald worden op basis van deze U-waarde

8.6 Bijkomende specificaties en waarden bij ontstentenis voor opake deuren en poorten

Voor deuren en poorten met eenvoudige geometrische karakteristieken en die uitgevoerd zijn met materialen waarvan de verhouding van hun warmtegeleidbaarheden (λ-waarden) niet groter is dan 1:5 (nagels en schroeven uitgezonderd), kan de U_p-waarde (van het deurblad) berekend worden volgens Eq. 8, waarbij de corresponderende R_T-waarde naargelang de opbouw berekend is volgens Eq. 3 of Eq. 4.

Het is steeds toegelaten voor opake deuren en poorten te rekenen met de waarde bij ontstentenis van Tabel [4].

Tabel [4]: Waarde bij ontstentenis voor U_D, in W/(m².K), voor opake deuren en poorten

	In metaal	In andere materialen
Niet-geïsoleerde deuren of poorten	6,0	4,0
Geïsoleerde deuren of poorten (1)	5,0	3,0
(1) minstens 70% van de totale deuroppervlakte voorzien van een isolatie met R ≥ 0,4 m².K/W		

9 Warmtedoorgangscoëfficiënt van componenten van vensters en deuren

9.1 Warmtedoorgangscoëfficiënt van beglazingen

De warmtedoorgangscoëfficiënt van het centrale gedeelte van een beglazing (U_g-waarde) wordt bepaald in overeenstemming met NBN EN 673, NBN EN 674 of NBN EN 675.

Als waarde bij ontstentenis kunnen volgende waarden worden gebruikt in functie van het type beglazing:

- enkele beglazing: 5,8 W/(m².K);
- dubbele beglazing: 3,3 W/(m².K);
- drievoudige beglazing: 2,3 W/(m².K).

9.2 Warmtedoorgangscoëfficiënt van raamprofielen

Indien de specifieke U_f-waarde van een bepaald raamprofiel niet beschikbaar is, maar wel de maximale U_f-waarde van de familie waartoe het raamprofiel behoort, dan mag voor dat profiel met die maximale waarde gerekend worden.

9.2.1 Algemene bepaling

De warmtedoorgangscoëfficiënt van een raamprofiel (U_f) kan bepaald worden uitgaande van:

- proefondervindelijke bepaling in overeenstemming met NBN EN 12412-2;
- de numerieke berekeningswijze vermeld in NBN EN ISO 10077-2;
- de vereenvoudigde tabelwaarden van bijlage D.

9.2.2 Bepaling van de U_f-waarde van raamprofielen in dakvensters

In het geval van dakvensters dient de U-waarde van het raamprofiel (U_f) als volgt bepaald te worden:

- proefondervindelijke bepaling in overeenstemming met NBN EN 12412-2;
- numerieke berekening volgens NBN EN ISO 10077-2;
- de vereenvoudigde tabelwaarden van bijlage D, mits onderstaande omrekening gebeurt.

Voor dakvensters kunnen de U_f-rekenwaarden uit de tabellen van bijlage D niet rechtstreeks gebruikt worden, omdat deze tabellen enkel geldig zijn voor raamprofielen die verticaal geplaatst zijn (met R_{si} = 0,13 m².K/W). Voor de horizontale of hellend geplaatste dakvensters (onder een hoek begrepen tussen 0° en 60°), is R_{si} = 0,10 m².K/W (volgens Tabel [1]) en kan benaderend de volgende correctie toegepast worden:

Eq. 25 $$U_{f,r} = \frac{1}{\frac{1}{U_f} - 0,03} \qquad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

met:

$U_{f,r}$ de gecorrigeerde U_f-waarde van het raamprofiel in het dakvenster, in W/(m².K);

U_f de vereenvoudigde U_f-waarde van het raamprofiel, in W/(m².K), bepaald volgens de tabelwaarden uit bijlage D.

NOTA De volgens Eq. 25 bepaalde $U_{f,r}$-waarden liggen 5 à 18% hoger dan de U_f-waarden van verticaal geplaatste raamprofielen.

9.3 Warmtedoorgangscoëfficiënt van ondoorschijnende vulpanelen (U_p)

Wanneer ondoorschijnende vulpanelen bestaan uit parallelle lagen (bv. twee panelen uit glas, kunststof of metaal, waartussen zich een isolatiemateriaal bevindt), dan kan de warmtedoorgangscoëfficiënt (U_p) van het centraal gedeelte van het vulelement berekend worden volgens hoofdstukken § 6 en § 7.

Voor meer ingewikkelde geometrieën kan de warmtedoorgangscoëfficiënt berekend worden volgens NBN EN ISO 10211.

9.4 Warmtedoorgangscoëfficiënt van ventilatieroosters (U_r)

Ventilatieroosters die ingewerkt zijn in een venster of die rond (d.w.z. op, onder of naast) een raamprofiel geplaatst zijn, worden bij de bepaling van de U_w-waarde van het venster volgens § 8.3 en § 8.5 beschouwd als constructief en thermisch behorend tot het venster.

De warmtedoorgangscoëfficiënt (U_r) van een (afsluitbaar) ventilatierooster wordt als volgt bepaald:

- proefondervindelijk volgens NBN EN 12412-2;
- of berekend volgens NBN EN ISO 10077-2.

Bij de bepaling van de U-waarde wordt bij conventie het ventilatierooster in gesloten stand beschouwd.

Als waarde bij ontstentenis geldt U_r = 6,0 W/(m².K) (alle roosters).

9.5 Lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten (Ψ-waarden)

De lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten (Ψ-waarden) van de onderlinge aansluitingen tussen raamprofielen, raamstijlen, beglazingen, vulpanelen en ventilatieroosters, kunnen nauwkeurig bepaald worden uitgaande van een numerieke berekening volgens NBN EN ISO 10077-2 of een proef volgens NBN EN 12412-2.

Voor de aansluiting tussen beglazing en raamprofiel mogen de Ψ-waarden ook de waarden bij ontstentenis gebruikt worden die vermeld zijn in de tabellen van bijlage E.

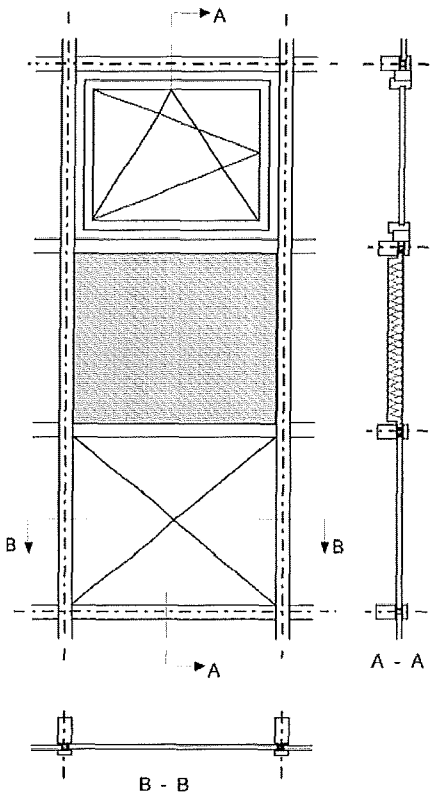
In het geval van ondoorschijnende vulpanelen die thermisch overbrugd worden aan de randen van het paneel door een minder isolerende afstandshouder, dient de Ψ-waarde op dezelfde wijze berekend te worden als voor een beglazing. In het tegengestelde geval mag Ψ_p gelijkgesteld worden aan 0.

10 Warmtedoorgangscoëfficiënt van lichte gevels

10.1 Algemeen

Lichte gevels, ook gordijngevels genoemd, bestaan uit een combinatie van beglazingen, profielen en ondoorschijnende vulpanelen en die als één module geassembleerd zijn in een afzonderlijk kader. Een voorbeeld van een dergelijke constructie is gegeven in Figuur [20].

Figuur [20]: Module van een lichte gevel (gordijngevel)



Door het gebruik van de vele mogelijke materialen die op diverse wijzen met elkaar verbonden kunnen zijn, is het risico op aanwezigheid van koudebrugwerking in deze lichte gevels zeer groot. De bepaling van de warmtedoorgangscoëfficiënt van deze gevels dient dan ook rekening te houden met de invloed van de koudebrugwerking die niet alleen optreedt ter hoogte van de onderlinge aansluitingen tussen beglazing, vulpanelen en raamprofielen, maar eveneens ter hoogte van de onderlinge aansluitingen tussen de modules zelf.

De bepaling van de warmtedoorgangscoëfficiënt of U_{cw}-waarde gebeurt per module:

- ofwel door proeven volgens NBN EN ISO 12567-1;
- ofwel door nauwkeurige numerieke berekeningen (§ 10.3);
- ofwel door de componentenmethode toe te passen (§ 10.4).

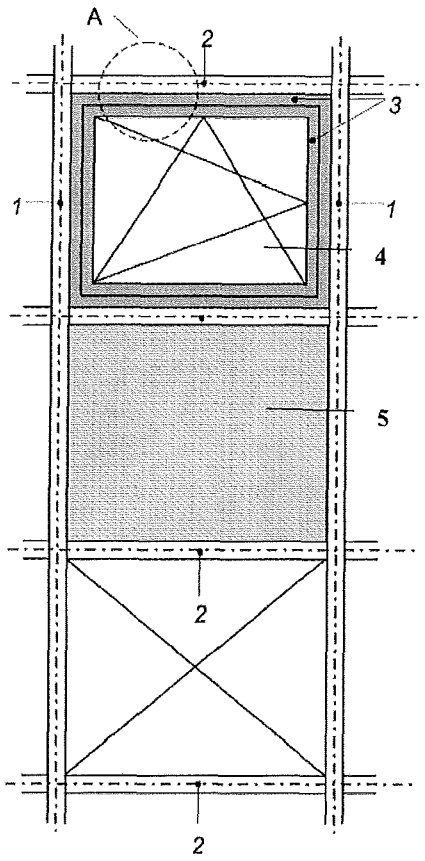
NOTA De eerste twee bepalingsmethodes kunnen zonder beperking gebruikt worden voor alle types van lichte gevels.

10.2 Constructieve eigenschappen van lichte gevels

10.2.1 Samenstellende delen en randvoorwaarden

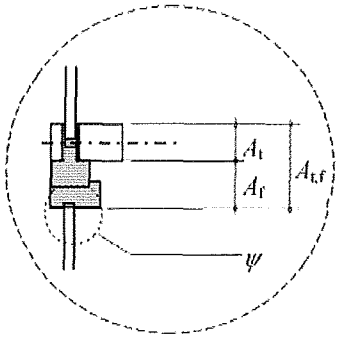
De samenstellende delen van een module van een lichte gevel zijn schematisch voorgesteld in Figuur [21].

Figuur [21]: Samenstellende delen van een gordijngevel



1: verticale raamstijl
2: horizontale raamstijl
3: vast kader en opengaande vleugel
4: beglazing
5: isolerend ondoorschijnend vulpaneel

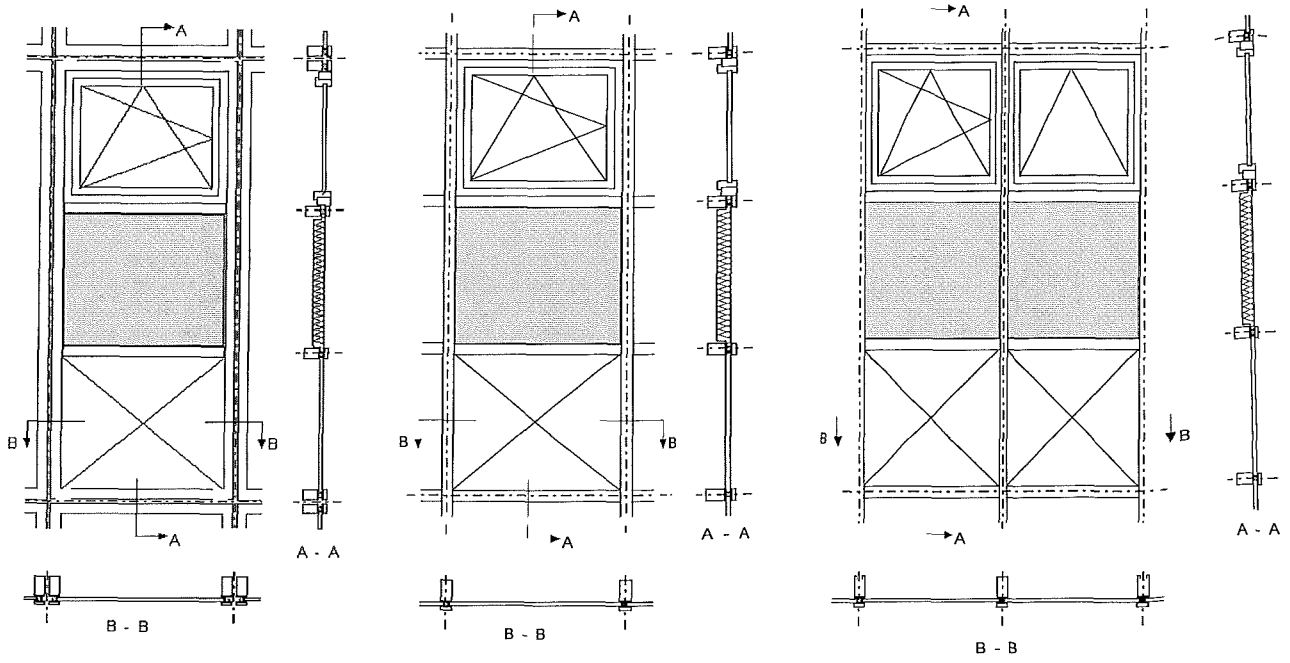
Doorsnede A



- A_t (m²): geprojecteerde oppervlakte van de horizontale raamstijl
- A_f (m²): geprojecteerde oppervlakte van het profiel

De afbakening van de scheidingslijnen tussen verschillende modules van een lichte gevel hangt af van het soort of type van lichte gevel, zoals voorgesteld in Figuur [22].

Figuur [22]: Afbakening van de oppervlaktes van modules in een lichte gevel



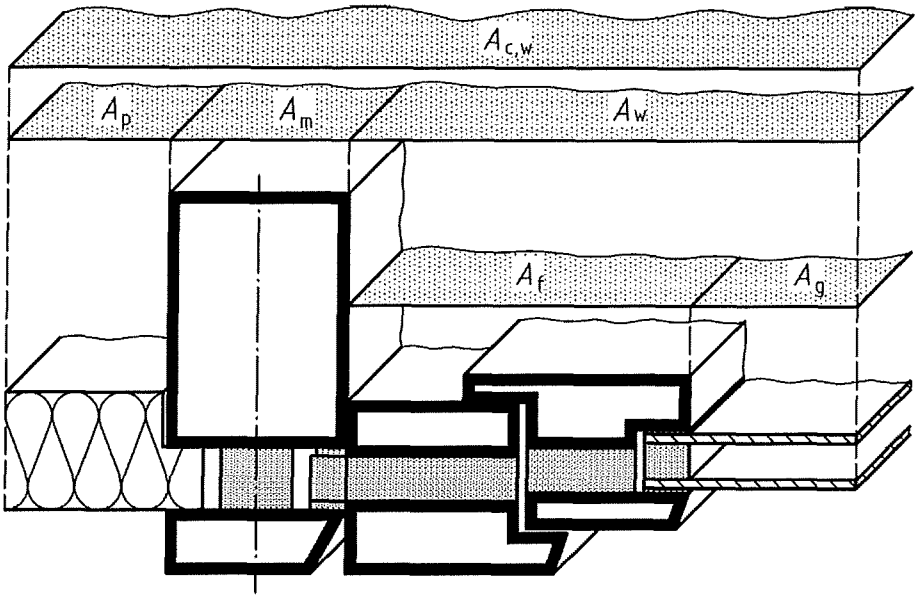
Type 1 Type 2 Types 1 en 2 gecombineerd

10.2.2 Definitie van oppervlaktes en perimeter

Voor elke module van een lichte gevel worden de in rekening te brengen oppervlaktes van alle samenstellende delen (beglazing, vleugel, vast kader, paneel, horizontale en verticale raamstijlen) bepaald als de geprojecteerde oppervlaktes, zoals schematisch weergegeven in Figuur [23]. Deze oppervlaktes kunnen verschillen naargelang zij bepaald worden gezien van de buitenzijde of de binnenzijde. Daarom gelden de volgende conventies:

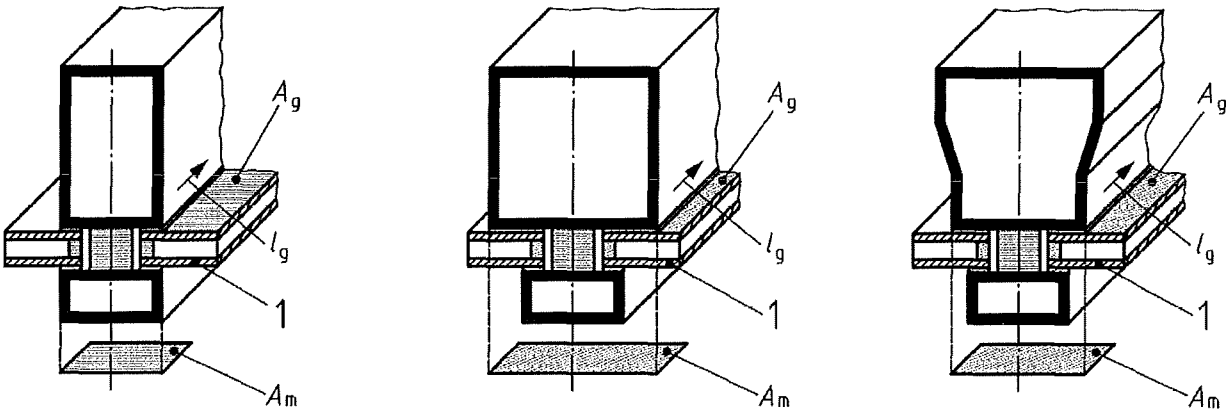
- voor beglazing en vulpaneel wordt de kleinste oppervlakte, gezien van beide zijden, weerhouden;
- voor alle andere delen (kader, raamstijlen) wordt de grootste oppervlakte, gezien van beide zijden, in rekening gebracht.

Figuur [23]: Illustratie van geprojecteerde en ontwikkelde oppervlakken bij lichte gevels



Indien de perimeter van een beglazing, l_g, of van een vulpaneel, l_p, verschillend is aan de binnenzijde en de buitenzijde, wordt de perimeter gedefinieerd als de grenslijn tussen de oppervlakten (zie hierboven) van het glas en van het profiel (zie Figuur [24]).

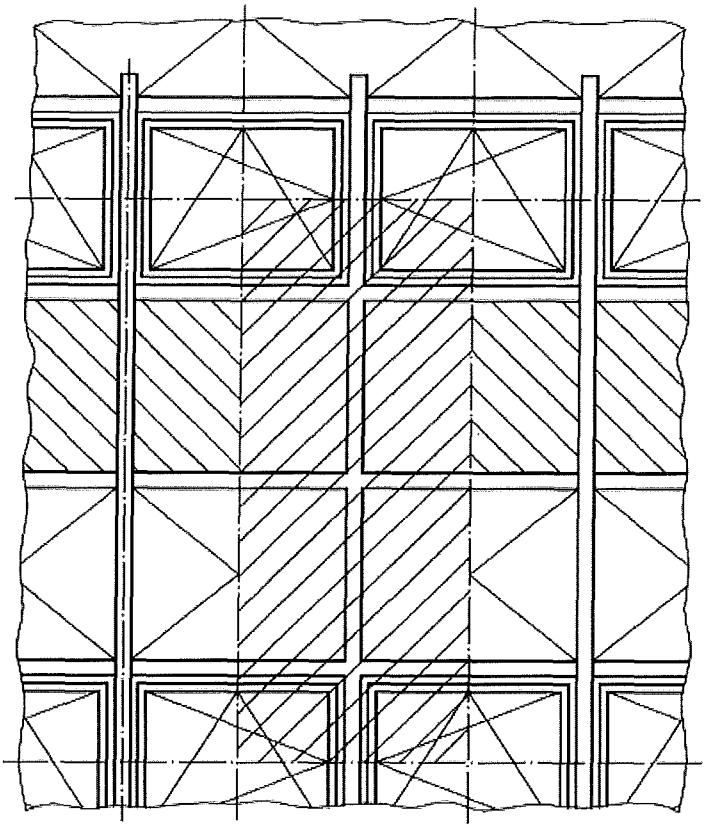
Figuur [24]: Illustratie van glasoppervlakte en perimeter



10.2.3 Regels voor modellering

Meestal kunnen bij de modellering of de onderverdeling van een lichte gevel de snijvlakken zodanig aangebracht worden dat geveldelen ontstaan waarvoor een aparte U-waarde kan bepaald worden. In dat geval kan de globale U_{cw}-waarde van de gehele lichte gevel bepaald worden als de oppervlakte-gewogen gemiddelde U-waarde van alle aparte geveldelen. De thermische kenmerken van elk geveldeel kunnen ofwel nauwkeurig bepaald zijn via metingen of numerieke berekeningen, ofwel vereenvoudigd gekozen worden uit tabelwaarden of grafieken.

Figuur [25]: Modellering van een volledige module van een lichte gevel



Algemeen kan gesteld worden dat de modules van lichte gevels meestal een vrij complexe samenstelling hebben, waarbij de centrale delen dikwijls onderling verbonden zijn door verbindingselementen die een hoge warmtegeleidbaarheid hebben. Hierdoor kan koudebrugwerking optreden waardoor de totale warmteoverdracht in belangrijke mate kan toenemen. Bij de modellering van de modules dienen daarom de snijvlakken en de randvoorwaarden zorgvuldig gekozen te worden. In Figuur [25] wordt bijvoorbeeld getoond hoe de snijvlakken van het model gelegen zijn op de symmetrievlakken (midden van beglazing,…) of de plaatsen waar zo weinig mogelijk of geen randeffecten optreden die de warmtestroom kunnen beïnvloeden.

10.3 Bepaling van de U_{cw}-waarde van een module van de lichte gevel: nauwkeurige numerieke berekeningen

10.3.1 Principe van de nauwkeurige numerieke rekenmethode

De bepaling van de U_{cw}-waarde gebeurt door nauwkeurige numerieke berekeningen volgens NBN EN ISO 10211 en NBN EN ISO 10077-2, waarbij U_{cw} bepaald is als een gewogen gemiddelde U-waarde van alle deelcomponenten in de module, met inbegrip van alle randeffecten die optreden in de verbindingselementen tussen deze componenten:

- de U-waarde van het centrale deel van de beglazing (U_g) zoals gedeclareerd door de fabrikant en bepaald volgens § 9.1;
- de U-waarde van het centrale deel van de ondoorschijnende panelen (Up) wordt berekend volgens hoofdstukken § 6 en § 7;
- de warmtestroom die optreedt in de verbindingselementen tussen de componenten, met inbegrip van alle randeffecten t.g.v. koudebrugwerking, wordt bepaald volgens de rekenregels uit § 10.3.2.

10.3.2 Bepaling van de warmteoverdrachtsstroom door de verbindingselementen

10.3.2.1 Algemeen

De onderlinge aansluitingen tussen de deelcomponenten (beglazing, vulpaneel) veroorzaken bijkomende verliezen ten gevolge van randeffecten. Deze extra verliezen worden bepaald uitgaande van de totale warmteoverdrachtsstroom (Φ_{tot}) doorheen de beschouwde module. De totale warmteoverdrachtsstroom Φ_{tot} wordt bepaald:

- ofwel op basis van proeven volgens NBN EN ISO 12567-1;
- ofwel op basis van 2D- en/of 3D-numerieke berekeningen volgens NBN EN ISO 10077-2 en/of NBN EN ISO 10211.

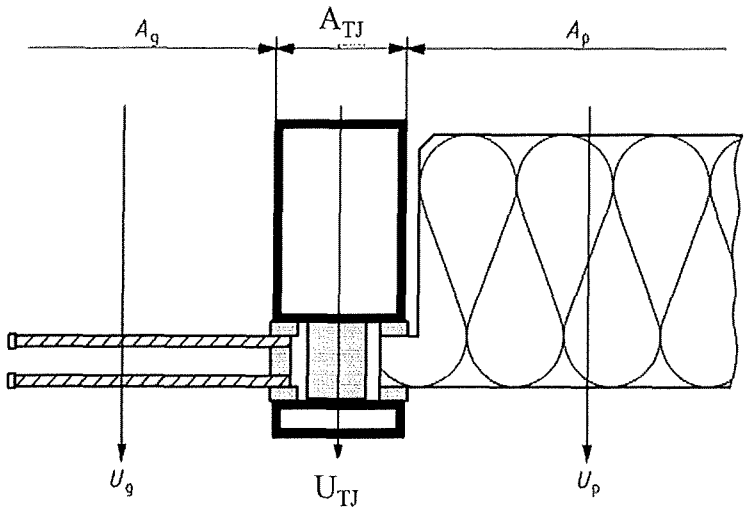
Bij het uitvoeren van de numerieke rekenmethode kan de totale warmteoverdrachtsstroom doorheen de verbindingselementen (Φ_{TJ}), met inbegrip van alle randeffecten, volgens twee verschillende manieren berekend worden:

- ofwel wordt het verbindingselement tussen beglazing en vulpaneel als een apart gevelelement beschouwd (met eigen oppervlakte en eigen U-waarde); in dat geval wordt een U_{TJ} berekend volgens de rekenwijze uit § 10.3.2.2;
- ofwel wordt het verbindingselement tussen beglazing en vulpaneel als een lineaire aansluiting beschouwd (met eigen lengte en eigen Ψ-waarde); in dat geval wordt een Ψ_{TJ} bepaald volgens de rekenwijze uit § 10.3.2.3.

De bepaling van U_{cw} van de module geschiedt tenslotte volgens de formules die gegeven zijn in § 10.3.3.

10.3.2.2 Bepaling van U_{TJ} (verbinding beschouwd als gevelelement)

Figuur [26]: Verbinding beschouwd als gevelelement met eigen oppervlakte



In dit geval geldt het rekenmodel van Figuur [26]. Voor beglazing en vulpaneel zijn zowel de oppervlakten (A_g en A_p) als de centrale U-waarden (U_g en U_p) gekend. De verbinding tussen beglazing en paneel wordt als gevelelement beschouwd met een gekende eigen geprojecteerde oppervlakte (A_{TJ}) en een onbekende (te zoeken) eigen U-waarde (U_{TJ}). Op basis van de totale warmteoverdrachtsstroom (Φ_{tot}) doorheen het volledige model volgt U_{TJ} uit:

Eq. 26 $$U_{TJ} = \frac{\Phi_{tot} - ((U_g . A_g + U_p . A_p) . \Delta T}{A_{TJ} . \Delta T}$$ W/(m².K)

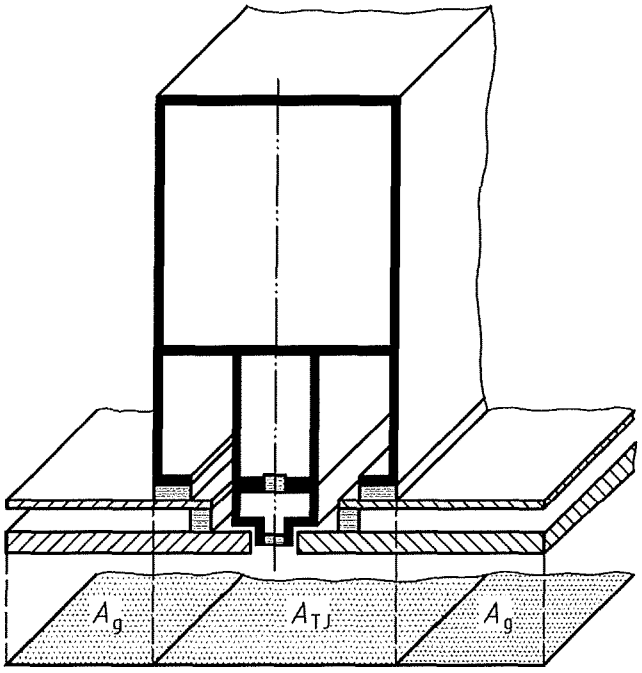
waarin:

ΔT temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitenomgeving, in K.

NOTA 1 U_{TJ} bepaalt de warmtestroom door de verbinding met inbegrip van alle randeffecten (interactie tussen profiel en beglazing of vulpaneel) van het beschouwde model. Deze U_{TJ}-waarde is dus niet vergelijkbaar met U_f (profiel), die enkel de warmtestroom door het verbindingsprofiel bepaalt zonder rekening te houden met deze randeffecten.

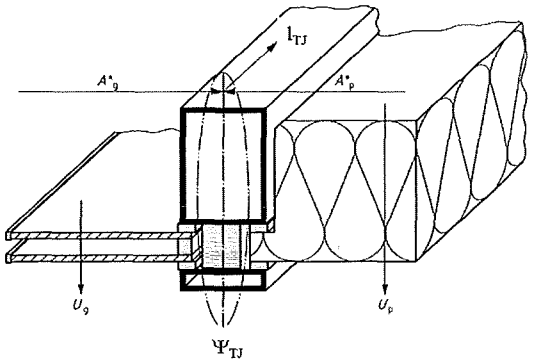
NOTA 2 Bij de numerieke berekening wordt de oppervlakte A_{TJ} bepaald als de grootste van de geprojecteerde oppervlakten van het geheel van de verbindingselementen gelegen tussen de beglazing en het vulpaneel, zoals getoond in Figuur [27].

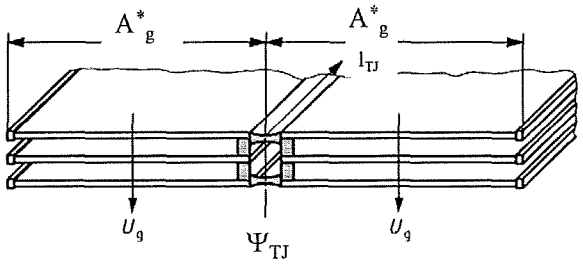
Figuur [27]: Bepaling van A_{TJ} bij structurele beglazing



10.3.2.3 Bepaling van Ψ_{TJ} (verbinding beschouwd als lineaire aansluiting)

Figuur [28]: Verbindingen beschouwd als lineaire aansluiting





(structurele beglazing met siliconenvoeg)

In dit geval geldt het rekenmodel van Figuur [28]. Voor de beglazingen en/of vulpanelen zijn zowel de equivalente oppervlakten (A^*_g en/of A^*_p) als de centrale U-waarden (U_g en/of U_p) gekend. De verbinding tussen beglazingen en/of panelen wordt als een lineaire aansluiting beschouwd met een gekende eigen lengte (l_{TJ} bepaald als de lengte van de thermische verbinding tussen de vulpanelen en/of de beglazingen) en een onbekende (te zoeken) eigen Ψ-waarde (Ψ_{TJ}). Op basis van de totale warmteoverdrachtsstroom (Φ_{tot}) wordt Ψ_{TJ} als volgt berekend:

Eq. 27
$$\Psi_{TJ} = \frac{\Phi_{tot} - ((U_g.A^*_g + U_p.A^*_p) .\Delta T)}{l_{TJ}.\Delta T} \quad \text{W/(m.K)}$$

10.3.3 Bepaling van U_{cw} van een module

U_{cw} wordt tenslotte berekend als een oppervlaktegewogen gemiddelde U-waarde.

Indien de verbinding tussen de componenten als een apart geveldeel beschouwd is, dan volgt U_{cw} uit:

Eq. 28
$$U_{cw} = \frac{\sum A_g.U_g + \sum A_p.U_p + \sum A_{TJ}.U_{TJ}}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_{TJ}} \quad W/(m^2.K)$$

Indien de verbinding tussen de componenten als een koudebrug is behandeld, dan volgt U_{cw} uit:

Eq. 29
$$U_{cw} = \frac{\sum A_g^*.U_g + \sum A_p^*.U_p + \sum l_{TJ}.\Psi_{TJ}}{A_{cw}} \quad W/(m^2.K)$$

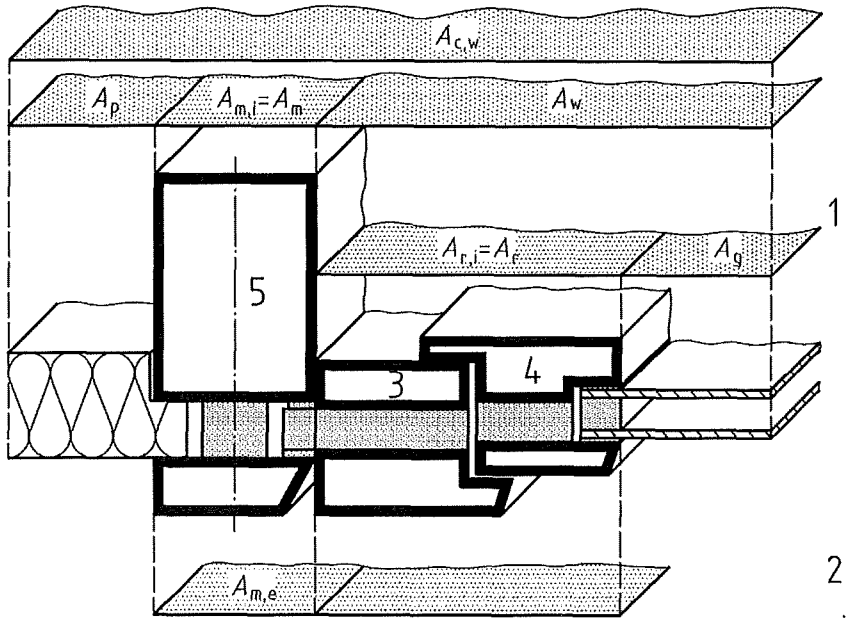
10.4 Bepaling van de U_{cw}-waarde van een module: componentenmethode

10.4.1 Principe van de bepalingsmethode

Bij de bepaling van de totale U_{cw}-waarde van een module van een lichte gevel volgens deze componentenmethode, wordt een oppervlakte-gewogen gemiddelde U-waarde berekend van alle deelcomponenten van de module (beglazing, vulpanelen, profielen en raamstijlen), waarbij de randeffecten van de onderlinge aansluitingen tussen deze delen begroot worden door het product van een lengte en een lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt (Ψ-waarde).

10.4.2 Algemene bepaling van U_{cw}

Figuur [29]: Opsplitsing van de module in deelcomponenten met eigen oppervlakte en U-waarde



1: binnenomgeving
2: buitenomgeving
3: vast kader
4: beweegbaar kader
5: horizontale of verticale raamstijl

De warmtedoorgangscoëfficiënt van een module van een lichte gevel (U_{cw}) wordt berekend volgens:

Eq. 30

$$U_{cw} = \frac{\left(\begin{array}{c} \sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum A_{m(t)} U_{m(t)} \\ + \sum l_g . \Psi_{f,g} + \sum l_p . \Psi_p + \sum l_{m(t),g} . \Psi_{m(t),g} + \sum l_{m(t),f} . \Psi_{m(t),f} \end{array} \right)}{A_{cw}} \quad W/(m^2.K)$$

waarin:

U_g, U_p warmtedoorgangscoëfficiënten van resp. beglazing en ondoorschijnende vulpanelen, in W/(m².K), bepaald volgens § 10.4.3;

U_f, U_m, U_t warmtedoorgangscoëfficiënten van resp. de profielen en de verticale en horizontale raamstijlen, in W/(m².K), bepaald volgens § 10.4.4;

A_g, A_p, A_f, A_m, A_t de geprojecteerde oppervlaktes van resp. beglazingen, ondoorschijnende panelen, profielen en de verticale en horizontale raamstijlen, in m², bepaald volgens § 10.2.2;

A_{cw} de totale oppervlakte van de module van de lichte gevel, in m², bepaald als de som van de samenstellende delen van de module $A_{cw} = A_g + A_p + A_f + A_m + A_t$;

$\Psi_{f,g}$ de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten ten gevolge van de onderlinge randeffecten tussen beglazingen en profielen en tussen panelen en profielen, in W/(m.K), bepaald volgens § 10.4.5;

Ψ_p de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt ten gevolge van de onderlinge randeffecten tussen panelen en profielen of raamstijlen, in W/(m.K), bepaald volgens 10.4.5;

$\Psi_{m,f}$, $\Psi_{t,f}$ de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten ten gevolge van de randeffecten tussen de profielen (vast kader) en de horizontale en/of verticale raamstijlen, in W/(m.K) bepaald volgens § 10.4.5;

$\Psi_{m,g}$, $\Psi_{t,g}$ de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten ten gevolge van de randeffecten) tussen de beglazingen en de horizontale en/of verticale raamstijlen, in W/(m.K), bepaald volgens § 10.4.5;

l_g, l_p, $l_{m,f}$, $l_{t,f}$, $l_{m,g}$, $l_{t,g}$ de omtrekken van de corresponderende aansluitingen van beglazingen, vulpanelen, profielen en horizontale en verticale raamstijlen, in m.

10.4.3 U-waarde van beglazing en vulpaneel

10.4.3.1 Beglazing

Zie § 9.1.

10.4.3.2 Vulpanelen

Zie § 9.3.

10.4.4 U-waarde van profielen en raamstijlen

De warmtedoorgangscoëfficiënt van de profielen (U_f) wordt bepaald volgens de principes van § 9.2.

De warmtedoorgangscoëfficiënten van de horizontale of verticale raamstijlen (U_t of U_m) worden als volgt bepaald:

- proefondervindelijke bepaling in overeenstemming met NBN EN 12412-2;
- de numerieke berekeningswijze vermeld in NBN EN ISO 10077-2.

NOTA De numerieke berekening van NBN EN ISO 10077-2 houdt geen rekening met de randeffecten van metalen verbindingen (schroeven) in de raamstijlen. Het extra warmteverlies dat veroorzaakt wordt door deze verbindingen (χ waarden), kan berekend worden door een numerieke 3D-koudebrugberekening volgens NBN EN ISO 10211 of kan volgen uit een vergelijkende proef (een proef met schroeven in metaal en een tweede proef met schroeven in kunststof) volgens NBN EN 12412-2.

In Annex C van NBN EN 13947 wordt voor profielsystemen een speciale rekenmethode gegeven om het effect van schroefverbindingen te kunnen evalueren op basis van een 2D-numerieke berekening met aangepaste modellering en randvoorwaarden. Vereenvoudigd kan het effect van deze verbindingen bepaald worden door de gewone U-waarde van het profiel (U_{mo} of U_{to} , numeriek berekend volgens NBN EN ISO 10077-2, zonder inrekening van het effect van schroeven) te vermeerderen met een correctieterm ΔU:

Eq. 31 $U_{m(t)} = U_{m(t)o} + \Delta U$ $W/(m^2.K)$

In het geval van roestvrij stalen schroeven is een waarde bij ontstentenis voor deze correctieterm ΔU gegeven in Tabel [5], mits voldaan is aan de vermelde voorwaarden.

Tabel [5]: ΔU-waarden voor horizontale en verticale raamstijlen

Diameter roestvrij stalen verbinding (schroef)	Onderlinge afstand tussen de verbindingen	ΔU ($W/(m^2.K)$)
≤ 6 mm	200 - 300 mm	0,3

10.4.5 Lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten (beglazingen, profielen en raamstijlen)

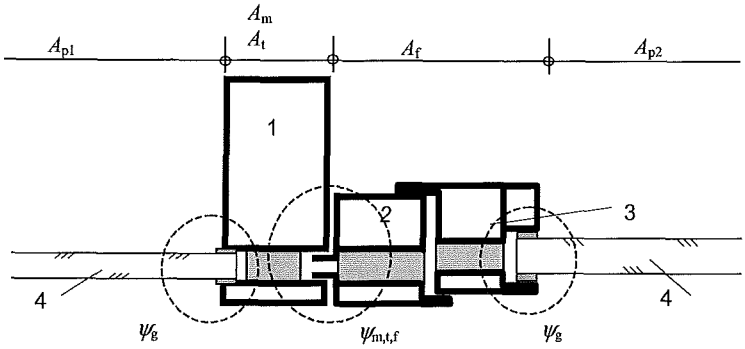
De lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten van de onderlinge aansluitingen tussen beglazingen of vulpanelen, afstandshouders en profielen ($\Psi_{f,g}$ en $\Psi_{f,p}$), kunnen bepaald worden uitgaande van:

- een numerieke berekening volgens NBN EN ISO 10077-2 (nauwkeurige berekening)
- de waarden bij ontstentenis vermeld in § Tabel E 2 en § Tabel E 4 van bijlage E.

De interactie of de extra warmteoverdracht die veroorzaakt wordt door de aansluitingen van een beglazing of een vulpaneel op de horizontale en verticale raamstijlen, zoals getoond in § Figuur [30]:, kan geëvalueerd worden door specifieke lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten ($\Psi_{m,f}$ en $\Psi_{t,f}$ of $\Psi_{m,g}$ en $\Psi_{t,g}$). Deze waarde kunnen bepaald worden, uitgaande van:

- een numerieke berekening volgens NBN EN ISO 10077-2 (nauwkeurige berekening);
- de waarden bij ontstentenis vermeld in § Tabel E 3, § Tabel E 5 en § Tabel E 6 van bijlage E.

Figuur [30]: Aansluiting van een module van lichte gevel op een verticale of horizontale raamstijl



1: verticale of horizontale raamstijl
2: vast kader
3: beweegbaar kader
4: beglazing of vulpaneel

10.5 Bepaling van de U_{cw}-waarde voor een lichte gevel opgebouwd uit verschillende modules

De berekening van de totale warmtedoorgangscoëfficiënt ($U_{cw,tot}$) van een lichte gevel, opgebouwd uit verschillende modules met verschillende vormen en afmetingen, kan berekend worden volgens:

Eq. 32 $$U_{cw,tot} = \frac{\sum (U_{cw,i} . A_{cw,i})}{\sum A_{cw,i}}$$ W/(m².K)

Met:

$U_{cw,i}$ U-waarden van de verschillende modules (W/(m².K))

$A_{cw,i}$ oppervlakten van de verschillende modules (m²)

11 Warmtedoorgangscoëfficiënt van andere doorschijnende wanden

11.1 Glasbouwsteenwanden

11.1.1 Algemene procedure

Bij de berekening van de warmtedoorgangscoëfficiënt van een glasbouwsteenwand moet het ganse bouwelement beschouwd worden. In voorkomend geval moet dus ook het effect van voegen (zoals bij metselwerk, zie § G.3.1), profielen (zoals bij vensters) of andere elementen ingerekend worden.

De warmtedoorgangscoëfficiënt van een glasbouwsteen op zich wordt bepaald op één van de volgende manieren:

- o.b.v. proeven volgens NBN EN ISO 12567-1;
- o.b.v. numerieke berekeningen volgens NBN EN ISO 10211 en/of NBN EN 673
- o.b.v. vereenvoudigde berekeningen volgens NBN EN 1051-2.

Er mag ook steeds gerekend worden met de waarde bij ontstentenis die gelijk is aan 5,7 W/(m².K).

12 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie in gebouwen[3]

12.1 Totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie

De totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (H_T) wordt berekend volgens:

Eq. 33 $$H_T = H_D + H_g + H_U$$ W/K

met:

H_D de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie direct naar de buitenomgeving, in W/K, bepaald volgens § 13;

H_g de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de grond en via onverwarmde kelders en kruipruimten in contact met de grond, in W/K, bepaald volgens § 15;

H_U de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via aangrenzende onverwarmde ruimten, in W/K, bepaald volgens § 14.

12.2 Algemene conventies

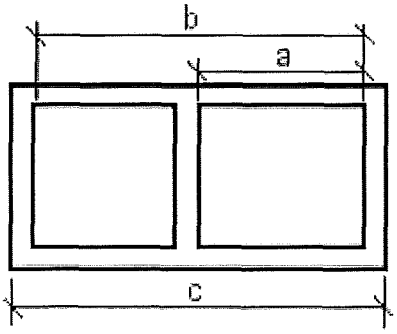
12.2.1 Afbakening van gebouwdelen

Het deel van het gebouw (beschermd volume, aangrenzende onverwarmde ruimte, energiesector, ...) waarvoor de warmteoverdrachtscoëfficiënt moet berekend worden, moet eenduidig gedefinieerd zijn.

12.2.2 Bepaling van de oppervlakten

12.2.2.1 Oppervlakteberekening van buitenwanden

Figuur [31]: Systemen van oppervlakteberekening



Legende:
a binnenafmeting
b volledige binnenafmeting
c buitenafmeting

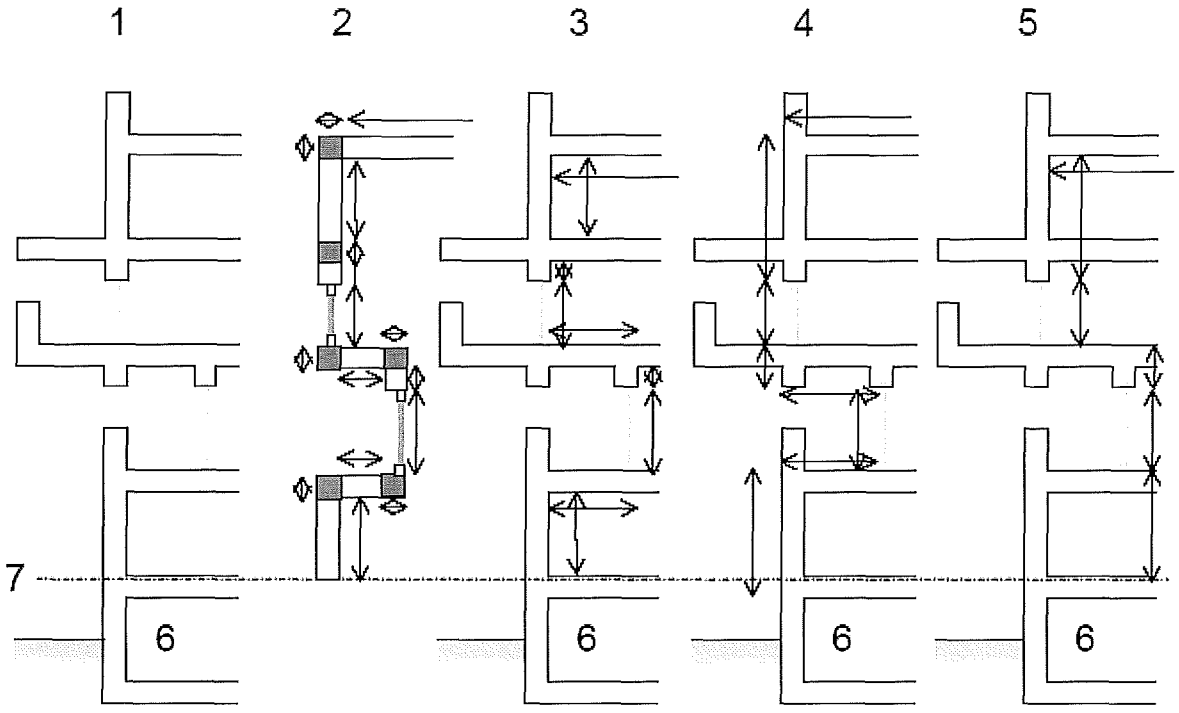
Voor de berekening van de oppervlakten van de schilelementen van een gebouw (d.w.z. de scheidingsconstructies die het beschermd volume van een gebouw scheiden van de buitenomgeving, de grond en aangrenzende onverwarmde ruimten), dienen buitenafmetingen gebruikt te worden (afmeting c in Figuur [31] en geïllustreerd in Figuur [32]), zodat de volledige gebouwschil als een gesloten omhullende oppervlakte kan beschouwd worden. Voor vensters en deuren worden daarbij de afmetingen van de dagopening (gezien van buiten) als afmetingen aangenomen.

---

[3] Onder "gebouw" wordt eveneens verstaan "deel van een gebouw" indien de berekening hierop van toepassing is.

Deze methode dient consistent gebruikt te worden bij alle berekeningen die de thermische prestaties van gebouwen betreffen (warmteverliezen, energiebehoeften,...).

Figuur [32]: Systemen van afmetingen



1: realiteit - 2: bouwdelen - 3: binnenafmetingen - 4: buitenafmetingen - 5: volledige binnenafmetingen - 6: onverwarmde kelder - 7: afbakening grondverliezen

12.2.2.2 Oppervlakteberekening van scheidingsconstructies binnen een beschermd volume of tussen 2 beschermde volumes

Bij de bepaling van de oppervlakten van scheidingsconstructies binnen een beschermd volume of tussen twee beschermde volumes worden de afmetingen bepaald door de hartlijn van de tussenliggende constructies als afbakening te beschouwen.

12.2.2.3 Oppervlakteberekening van gebogen bouwelementen

Voor gebogen bouwelementen (tondaken, gebogen muren, ...) wordt de reële (= ontwikkelde) oppervlakte in rekening gebracht, tenzij andere specifieke voorwaarden gelden.

12.2.3 Bepaling van volumes

Het volume van een gebouw of deel ervan wordt bepaald op basis van buitenafmetingen, met inbegrip van het volume van de binnenwanden. Gemeenschappelijk wanden tussen twee beschermde volumes behoren voor de helft tot het ene en voor de helft tot het andere beschermde volume.

13 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie direct naar de buitenomgeving (H_D)

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie rechtstreeks doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak en de bouwknopen direct naar de buitenomgeving (H_D), wordt berekend als volgt:

- De driedimensionale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (H_D^{3D}) kan volgens de richtlijnen van NBN EN ISO 13789 en NBN EN ISO 10211 rechtstreeks berekend worden op basis van een gevalideerde 3D-computerberekening, waarbij alle invloeden van eventueel aanwezige bouwknopen inbegrepen zijn. In dit geval geldt:

Eq. 34 $$H_D = H_D^{constructions} + H_D^{junctions} = \sum_i U_i.A_i + H_D^{junctions}$$ W/K

met:

$H_D^{constructions}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak in direct contact met de buitenomgeving, in W/K;

A_i oppervlakte van scheidingsconstructie i, in m², bepaald met buitenafmetingen;

U_i U-waarde van scheidingsconstructie i, in W/(m².K);

$H_D^{junctions}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen in direct contact met de buitenomgeving, in W/K (zie § 16).

Bij de berekening van $H_D^{constructions}$ dient gesommeerd te worden over alle scheidingsconstructies i van het verliesoppervlak in direct contact met de buitenomgeving.

Voor de behandeling van bouwknopen wordt verwezen naar § 9.1.5 en naar bijlage VIII van het Energiebesluit.

14 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via aangrenzende onverwarmde ruimten (H_U)

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak en de bouwknopen in contact met aangrenzende onverwarmde ruimten (H_U) wordt berekend volgens:

Eq. 35 $$H_U = H_U^{constructions} + H_U^{junctions} \quad W/K$$

met:

$H_U^{constructions}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak in contact met aangrenzende onverwarmde ruimten, in W/K;

$H_U^{junctions}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen in contact met aangrenzende onverwarmde ruimten, in W/K (zie § 16).

De rekenmethode voor $H_U^{constructions}$ is van toepassing op bovengrondse ruimten. Voor kruipkelders en onverwarmde kelders wordt verwezen naar § 15.

De term $H_U^{constructions}$ kan nauwkeurig berekend worden door een warmtebalans te maken tussen enerzijds de verliezen tussen de verwarmde ruimte en de aangrenzende onverwarmde ruimte en anderzijds tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving. (Als onverwarmde ruimten zijn hier de ruimten bedoeld waarvan de dikte van de luchtlaag groter is dan 0,3 m).

De verliezen doorheen de bouwknopen tussen de verwarmde en aangrenzende onverwarmde ruimte mogen in de warmtebalans verwaarloosd worden.

$H_U^{constructions}$ wordt bepaald volgens:

Eq. 36 $$H_U^{constructions} = H_{T,iu}^{constructions} . b \quad W/K$$

met:

Eq. 37 $$b = \frac{H_{ue}}{H_{T,iu}^{constructions} + H_{ue}} \quad (-)$$

en:

Eq. 38 $$H_{ue} = H_{T,ue} + H_{V,ue} \quad W/K$$

en waarin:

b de temperatuurreductiefactor van de aangrenzende onverwarmde ruimte;

$H_{T,iu}^{constructions}$ de directe warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies tussen verwarmde en aangrenzende onverwarmde ruimte, zoals hieronder bepaald, in W/K;

H_{ue} de warmteoverdrachtscoëfficiënt tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en buitenomgeving, in W/K;

$H_{T,ue}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies tussen aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving, zoals hieronder bepaald, in W/K;

$H_{V,ue}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van de aangrenzende onverwarmde ruimte, zoals hieronder bepaald, in W/K.

$H_{T,iu}^{constructions}$ en $H_{T,ue}$ worden bepaald volgens:

Eq. 96 $$H_{T,iu}^{constructions} = \sum_i U_i . A_i$$ W/K

Eq. 97 $$H_{T,ue} = \sum_j U_j . A_j$$ W/K

met:

A_i oppervlakte van scheidingsconstructie i tussen de verwarmde ruimte en de aangrenzende onverwarmde ruimte, in m², bepaald met buitenafmetingen;

U_i U-waarde van scheidingsconstructie i, in W/(m².K);

A_j oppervlakte van scheidingsconstructie j tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving, in m², bepaald met buitenafmetingen;

U_j U-waarde van scheidingsconstructie j, in W/(m².K).

Bij de berekening van $H_{T,iu}^{constructions}$ moet gesommeerd worden over alle scheidingsconstructies i tussen de verwarmde ruimte en de aangrenzende onverwarmde ruimte. Bij de berekening van $H_{T,ue}$ moet gesommeerd worden over alle scheidingsconstructies j tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving, met uitzondering van scheidingsconstructies in contact met de grond.

$H_{V,ue}$ wordt bepaald volgens:

Eq. 39 $$H_{V,ue} = \rho . c . V_{ue}$$ W/K

waarin:

ρ de dichtheid van lucht, in kg/m³;

c de soortelijke warmtecapaciteit van lucht, in Wh/(kg.K);

V_{ue} het ventilatiedebiet tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving, zoals hieronder bepaald, in m³/h.

Het product (ρ.c) wordt conventioneel gelijk genomen aan 0,34 Wh/m³.K.

Het ventilatiedebiet tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving wordt berekend volgens:

Eq. 40 $$V_{ue} = n_{ue} . V_u$$ m³/h

met:

V_u het volume van de aangrenzende onverwarmde ruimte, in m³;

n_{ue} het conventionele ventilatievoud van de aangrenzende onverwarmde ruimte, in h-1, te bepalen voor het best overeenkomende geval uit Tabel [6].

Tabel [6]: Conventioneel ventilatievoud tussen aangrenzende onverwarmde ruimte en buitenomgeving

Type	Beschrijving luchtdichtheid van de aangrenzende onverwarmde ruimte	n_{ue} h^{-1}
1	Geen deuren of vensters, alle aansluitingen tussen bouwdelen luchtdicht, geen ventilatieopeningen	0,1
2	Alle aansluitingen tussen bouwdelen luchtdicht, geen ventilatieopeningen	0,5
3	Alle aansluitingen tussen bouwdelen luchtdicht, kleine ventilatieopeningen voorzien	1
4	Niet luchtdicht omwille van plaatselijke ondichtheden of permanente ventilatieopeningen	3
5	Niet luchtdicht omwille van talrijke ondichtheden of grote of talrijke ventilatieopeningen	10

Voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit wordt de gecombineerde waarde $b.U_i$ beschouwd, waarbij voor b de waarde bij winteromstandigheden wordt genomen.

15 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de grond (H_g) en via onverwarmde kelders en kruipruimten

15.1 Algemeen

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de grond en via onverwarmde kelders en kruipruimten doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak en de bouwknopen (H_g) is bepaald door:

Eq. 41 $$H_g = H_g^{constructions} + H_g^{junctions} \quad W/K$$

met:

$H_g^{constructions}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak in contact met de grond en met onverwarmde kelders en kruipruimten, in W/K;

$H_g^{junctions}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen in contact met de grond en met onverwarmde kelders en kruipruimten, in W/K (zie § 16).

De transmissieverliezen doorheen het grondmassief worden bepaald door verschillende factoren:

- de driedimensionale geometrie van het gebouw, de funderingsaansluitingen en de bodem;
- de warmtegeleidbaarheid van de grond (afhankelijk van grondsamenstelling en vochtgehalte);
- eventuele grondwaterbewegingen;
- enz.

In het kader van de energieprestatieregelgeving wordt steeds met stationaire verliezen gerekend. De Europese normen bieden een aantal rekenmethodes aan voor de berekening van H_g. Deze worden in bijlage F beschreven.

In aanvulling op bijlage F worden in 15.2 een aantal vereenvoudigde methodes beschreven voor de bepaling van $H_g^{constructions}$. In § **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** wordt beschreven hoe randisolatie moet ingerekend worden bij een vloer op volle grond.

15.2 Vereenvoudigde rekenmethodes

15.2.1 Vloeren in direct contact met de grond

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via de grond ($H_g^{constructions}$), kunnen voor vloeren in direct contact met de grond (vloeren op volle grond, keldervloeren) vereenvoudigd bepaald worden door:

Eq. 42 $$H_g^{constructions} = \sum_{i=1}^{n} U_{eq,f,i} . A_i . a_i \quad W/K$$

waarin:

$U_{eq,f,i}$ de equivalente U-waarde van vloerdeel i, in W/(m².K), bepaald volgens:

Eq. 43 $$U_{eq,f,i} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_{f,i}} \quad W/(m^2.K)$$

met:

R_{si} de warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak, in m².K/W (= 0,17)

$\Sigma R_{f,i}$ de totale warmteweerstand van alle bouwlagen van vloerdeel i, in m².K/W, berekend volgens § 6 (van binnenoppervlak tot het contactoppervlak met de grond, dus zonder overgangsweerstanden)

A_i de oppervlakte van vloerdeel i, in m², (bepaald met buitenafmetingen);

a_i temperatuurreductiefactor voor vloerdeel i bepaald door:

Eq. 44 $$a_i = \frac{1}{U_{eq,f,i} + 1} \quad (-)$$

Bij de berekening van $H_g^{constructions}$ dient gesommeerd te worden over alle vloerdelen i met verschillende samenstelling die in direct contact zijn met de volle grond.

Voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit wordt de gecombineerde waarde $a_i.U_{eq,f,i}$ beschouwd.

15.2.2 Bouwelementen (vloeren, muren, deuren) in contact met onverwarmde kruipruimten en kelders

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via de onverwarmde kruipruimten en kelders, $H_g^{constructions}$, kan voor bouwelementen die zich in contact met deze ruimten bevinden, vereenvoudigd bepaald worden m.b.v. een temperatuurreductiefactor (b_u):

Eq. 45 $$H_g^{constructions} = \sum_{i=1}^{n} U_{eq,f,i}.A_i.b_{u,i} \quad W/K$$

waarin:

$U_{eq,f,i}$ de equivalente U-waarde van bouwelement i, in W/(m².K), bepaald volgens:

Eq. 46 $$U_{eq,f,i} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_{f,i} + R_{si}} \quad W/(m^2.K)$$

met:

R_{si} de warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak, in m².K/W;

$\Sigma R_{f,i}$ de totale warmteweerstand van alle bouwlagen van bouwelement i, in m².K/W, berekend volgens § 6 (van het binnenoppervlak tot het contactoppervlak met de kruipruimte of de kelder, dus zonder overgangsweerstanden);

A_i de oppervlakte van bouwelement i, in m², (bepaald met buitenafmetingen);

$b_{U,i}$ temperatuurreductiefactor van bouwelement i zoals bepaald in Tabel [7].

Tabel [7]: Waarden bij ontstentenis van de temperatuurreductiefactor b_u

Onverwarmde kelder of kruipruimte	b_u (-)

Kelderruimte (minstens 70% van de buitenwanden in contact met de grond)	
• zonder buitenvenster of buitendeur	0,5
• met buitenvenster of buitendeur	0,8
Kruipruimten (1)	
• sterk geventileerd ($n_{ue} \geq 1\ h^{-1}$)	1,0
• niet of zwak geventileerd ($n_{ue} < 1\ h^{-1}$)	0,8
(1) conventionele waarden van het ventilatievoud (n_{ue}) volgens Tabel [6].	

Voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit wordt de gecombineerde waarde $b_{U,i}.U_{eq,f,i}$ beschouwd.

15.2.3 Ingegraven muren

De vereenvoudigde methode volgt de procedure voor "Keldermuren" in § F.2.4, waarbij als vereenvoudiging bij conventie mag worden aangenomen dat R_f = 1 m².K/W.

15.3 Randisolatie bij vloeren op volle grond

Bij vloeren op volle grond die zich bevinden op dezelfde hoogte als of dichtbij het niveau van het maaiveld, kan randisolatie toegepast worden om de warmteverliezen via deze vloeren te reduceren.

Het effect van deze randisolatie kan via een reductie van de U-waarde van de vloer op volle grond ingerekend worden in $H_g^{constructions}$. Inrekening in de U-waarde van de vloer op volle grond kan dan gebeuren volgens één van de volgende twee procedures:

- via de procedure zoals beschreven in § F.2.2, of
- via een gevalideerde numerieke berekening van de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt van de randisolatie. De resulterende U-waarde van de vloer op volle grond moet dan als volgt berekend worden:

$$U_f = U_{f,0} + 2\ \Psi_{e,edge}/B'$$

met:

$U_{f,0}$ de U-waarde van de vloer op volle grond, exclusief randisolatie, in W/(m² K);

$\Psi_{e,edge}$ de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt van de randisolatie, volgend uit een gevalideerde numerieke berekening, in W/(m.K);

B' de karakteristieke afmeting van de vloer, zoals vastgelegd in §F.1

$U_{f,0}$ mag bepaald worden volgens de vereenvoudigde methodes van §15.2, volgens de analytische methodes in §F.2.2 of via een gevalideerde numerieke berekening, maar altijd zonder randisolatie in te rekenen.

De randisolatie moet ononderbroken aanwezig zijn over de volledige perimeter van de aaneengesloten vloer op volle grond. Indien dit niet het geval is, kan randisolatie niet ingerekend worden in de U-waarde van deze vloer.

Een uitzondering is toegestaan indien randisolatie over minstens 85% van de perimeter van de aaneengesloten vloer op volle grond aanwezig is en over deze perimeter maximaal 15 keer onderbroken wordt. Enkel in dit geval kan de U-waarde berekend worden als

$U_f = (1-(\max(2*p, 2*N/100)))*U_{f,100\%} + (\max(2*p, 2*N/100)) * U_{f,0}$

met:

$U_{f,0}$ de U-waarde van de vloer op volle grond, exclusief randisolatie, in W/(m² K);

$U_{f,100\%}$ de U-waarde van de vloer op volle grond, inclusief randisolatie over de volledige perimeter, in W/(m².K);

N het aantal onderbrekingen van de randisolatie langsheen de perimeter, gelimiteerd tot 15;

p de fractie van de perimeter waar geen randisolatie aanwezig is, in [-], gelimiteerd tot 0.15;

De bouwknoop van de funderingsaanzet van een vloer op volle grond moet altijd ingerekend worden in $H_g^{junctions}$. Indien er ook randisolatie aanwezig is, gebeurt de beoordeling van de bouwknoop van de funderingsaanzet als volgt:

- In het geval van de basisregels uit bijlage VIII - bijlage VIII bij het Energiebesluit: de basisregels blijven onverminderd van toepassing.
- In het geval van een gevalideerde numerieke berekening van de Ψ_e-waarde van de funderingsaanzet:

  - indien randisolatie ingerekend wordt in de U-waarde van de vloer op volle grond via één van de twee hierboven beschreven procedures: de Ψ_e -waarde van de funderingsaanzet mag het effect van de randisolatie niet bevatten.

  - Indien randisolatie niet ingerekend wordt in de U-waarde van de vloer op volle grond: de Ψ_e-waarde van de funderingsaanzet mag maar moet niet het effect van de randisolatie bevatten.

16 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen ($H_T^{junctions}$)

De warmteoverdrachtscoëfficiënten door transmissie doorheen de bouwknopen ($H_D^{junctions}$, $H_g^{junctions}$ en $H_U^{junctions}$) worden gebundeld in $H_T^{junctions}$:

Eq. 47 $$H_T^{junctions} = H_D^{junctions} + H_g^{junctions} + H_U^{junctions}$$ W/K

Dit betekent dat de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie H_T ook kan geformuleerd worden als:

Eq. 48
$$H_T = \left(H_D^{constructions} + H_g^{constructions} + H_U^{constructions}\right) + H_T^{junctions}$$
$$= H_T^{constructions} + H_T^{junctions}$$ W/K

De term $H_T^{junctions}$ dient bepaald te worden volgens bijlage VIII bij het Energiebesluit.

16.1 Temperatuurreductiefactor van AOR's, kruipruimten en onverwarmde kelders

De temperatuurreductiefactoren die in bijlage VIII bij het Energiebesluit van toepassing zijn op warmtedoorgangscoëfficiënten van lineaire en puntbouwknopen, worden samengevat in Tabel [8]. De waarde van de temperatuurreductiefactor is afhankelijk van de gekozen rekenmethode. Voor eenzelfde omgeving kan slechts 1 rekenmethode gekozen worden, hetzij de eenvoudige, hetzij de gedetailleerde. De reductiefactor die op deze manier berekend wordt, dient consistent gebruikt te worden in verdere berekeningen.

Tabel [8]:Temperatuurreductiefactor voor aangrenzende onverwarmde ruimtes, onverwarmde kelders en kruipruimten (-)

	Eenvoudige rekenmethode	Gedetailleerde rekenmethode
Aangrenzende onverwarmde ruimte	b = 1	$b = \frac{H_{ue}}{H_{ue} + H_{iu}}$ zie § 14
Kruipruimte	b = b_U Tabel [7] van § 15.2.2	$b = \frac{U_i}{U_{eq,f,i}}$ met $U_{eq,f,i}$ de equivalente U-waarde van bouwelement i tussen de binnenomgeving en de onverwarmde kruipruimte, bepaald volgens Eq. 46 uit § 15.2.2, en met U_i = U volgens § F.2.3 (stap 7)
Onverwarmde kelder	b = b_U Tabel [7] van § 15.2.2	$b = \frac{U_i}{U_{eq,f,i}}$ met $U_{eq,f,i}$ de equivalente U-waarde van bouwelement i tussen de binnenomgeving en de onverwarmde kelder, bepaald volgens Eq. 46 uit § 15.2.2, en met U_i = U volgens § F.2.4 (stap 6)

17 Peil van globale warmte-isolatie (K-peil)

In deze paragraaf kan de term "gebouw" zowel betrekking hebben op "het gebouw in zijn geheel" als op "een deel van een gebouw". Een deel van een gebouw kan bij wijze van voorbeeld zijn: een uitbreiding, een gedeeltelijke herbouw, een industriële hall waarvoor een aparte K-peil eis geldt, ...

17.1 Volumecompactheid van een gebouw

De volumecompactheid van een gebouw wordt gegeven door de verhouding van het volume tot de verliesoppervlakte:

Eq. 49 $$C = \frac{V}{A_T}$$ m

waarin:

V het volume van het gebouw op basis van de buitenafmetingen, in m³, bepaald volgens § 12.2.3;

A_T de totale verliesoppervlakte van het gebouw op basis van de buitenafmetingen, in m², bepaald volgens § 12.2.2.

17.2 Gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt van een gebouw

De gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt U_m van een gebouw is de verhouding van de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt tot de verliesoppervlakte:

Eq. 50 $$U_m = \frac{H_T}{A_T}$$ W/(m².K)

waarin:

H_T de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het gebouw, in W/K, berekend volgens § 12.1;

A_T de totale verliesoppervlakte van het gebouw op basis van de buitenafmetingen, in m², bepaald volgens § 12.2.2.

Voor H_T wordt de waarde bij winteromstandigheden beschouwd.

17.3 Peil van globale warmte-isolatie (K-peil)

Het peil van de globale warmte-isolatie van een gebouw wordt gegeven door de verhouding van de gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt tot een referentiewaarde, vermenigvuldigd met 100:

Eq. 51 $$K = 100 . \frac{U_m}{U_{m,ref}}$$ (-)

waarin:

U_m de gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt van het gebouw, in W/(m².K), berekend volgens § 17.2;

$U_{m,ref}$ de referentiewaarde voor de gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt, in W/(m².K), zoals hieronder vastgelegd.

De volgens Eq. 51 gevonden waarde dient afgerond te worden tot op een geheel getal, waarbij naar boven wordt afgerond wanneer het deel na de komma van de volgens Eq. 51 gevonden waarde exact gelijk is aan een half (...,5000...). In de communicatie laat men het getal voorafgaan door de hoofdletter K.

De referentiewaarde voor de gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt $U_{m,ref}$ wordt bepaald als volgt:

Eq. 52

voor $C \leq 1$: $U_{m,ref} = 1$

voor $1 < C < 4$: $U_{m,ref} = (C + 2)/3$

voor $4 \leq C$: $U_{m,ref} = 2$ $W/(m^2.K)$

waarin:

C de volumecompactheid, in m, zoals gedefinieerd in § 17.1.

Bijlage A Bepaling van de warmtegeleidbaarheid (λ-waarde) en van de warmteweerstand (R-waarde) van bouwmaterialen

A.1 Algemeen

De principes van huidige paragraaf zijn geldig zowel voor de bepaling van de warmtegeleidbaarheid als voor de bepaling van de warmteweerstand. Maar om de tekst leesbaar te houden wordt in de huidige paragraaf enkel over warmtegeleidbaarheid gesproken. Voor de bepaling van de warmteweerstand dient enkel overal "warmtegeleidbaarheid" door "warmteweerstand" vervangen te worden, en "λ" door "R"

Als rekenwaarde van de warmtegeleidbaarheid wordt die waarde gebruikt waarbij rekening gehouden wordt met de te verwachten temperatuur en vochtgehalte in het materiaal. Zo worden afhankelijk van de binnen- en de buitenomstandigheden de volgende rekenwaarden gedefinieerd:

- De λ_{Ui}***-waarde*** stemt overeen met de binnenomstandigheden en moet gebruikt worden voor materialen in binnenwanden en in buitenwanden in zoverre deze noch door regenindringing, noch door blijvende inwendige of oppervlaktecondensatie, noch door opstijgend grondvocht nat kunnen worden. De λ_{Ui} -waarde mag niet gebruikt worden voor materialen die dampdicht ingebouwd worden en die vocht kunnen bevatten (bv. bouwvocht of neerslagwater).
- De λ_{Ue}***-waarde*** stemt overeen met de buitenomstandigheden en moet worden gebruikt voor alle materialen in buitenwanden, die door regeninslag, blijvende inwendige of oppervlaktecondensatie of door opstijgend grondvocht nat kunnen worden. De λ_{Ue}-waarde moet eveneens gebruikt worden voor dampdicht ingebouwde materialen die tijdens de uitvoering nat zijn.

Voor isolatieproducten en andere producten waarvoor de λ-waarde een belangrijke eigenschap is, wordt de λ_U-rekenwaarde als volgt bepaald. In een eerste stap wordt een λ_{STEP1}-waarde bepaald onder de hieronder beschreven omstandigheden. Vervolgens wordt er op basis van die waarde in een tweede stap de λ_U-rekenwaarde bepaald.

Eerste stap:

De waarde van de warmtegeleidbaarheid in dit gedeelte, λ_{STEP1} genoemd, wordt bepaald volgens de principes die aangegeven zijn in de norm NBN EN ISO 10456 en voldoet aan de volgende voorwaarden:

- gemeten bij een gegeven referentietemperatuur en -vochtigheid, volgens de meetmethodes van NBN EN 1934, NBN EN ISO 8990, NBN EN 12664, NBN EN 12667 of NBN EN 12939 (ISO 8301, ISO 8302). De temperatuur wordt in dit gedeelte op 10°C vastgelegd;
- uitgedrukt door een fractiel met een betrouwbaarheidsgraad vastgelegd in dit gedeelte op 90/90 (m.a.w. met een waarschijnlijkheid van 90 % wordt gesteld dat 90 % van de productie een λ-waarde heeft die kleiner dan of gelijk aan de gedeclareerde waarde λ_{STEP1} is);
- overeenkomend met een redelijke levensduur in normale omstandigheden. De mogelijke veroudering van het materiaal moet dus in rekening gebracht worden, deze is gedefinieerd in de productnorm, in de ETAG (European Technical Approval Guideline volgens richtlijn 89/106/CEE) of in de EAD (European Assessment Document volgens regeling (EU) n°305/2011) van het betreffende product voor zover een van deze bestaat. In andere gevallen mogen de overheden de toe te passen verouderingsmethode bepalen.

NOTA De hierboven gedefinieerde λ_{STEP1}-waarde komt in het algemeen overeen met de in het kader van de CE-markering gedeclareerde λ_D -waarde (voor zover deze markering bestaat), met uitzondering van bepaalde specifieke gevallen (bijvoorbeeld metselwerkelementen).

Tweede stap:

De **rekenwaarde van de warmtegeleidbaarheid (λ_U)** wordt bepaald via de in norm NBN EN ISO 10456 beschreven methodologie. Op basis van de λ_{STEP1}-waarde, bepaald overeenkomstig de hierboven vermelde voorwaarden, wordt ze als volgt berekend:

Eq. 53 $\lambda_U = \lambda_{STEP1} * e^{fu\ (u2-u1)}$ of $\lambda_U = \lambda_{STEP1} * e^{f\Psi\ (\Psi 2-\Psi 1)}$ W/(m.K)

Met:

f_u of f_Ψ conversiecoëfficiënten met betrekking tot het vochtgehalte u of Ψ, in kg/kg (f_u) of in m^3/m^3 (f_Ψ);

u_1 of Ψ_1 het vochtgehalte van de eerste set omstandigheden (eerste stap), in kg/kg (u_1) of in m^3/m^3 (Ψ_1);

u_2 of Ψ_2 het vochtgehalte van de tweede set omstandigheden (tweede stap), in kg/kg (u_2) of in m^3/m^3 (Ψ_2).

Voor de omstandigheden van de tweede stap wordt onderscheid gemaakt tussen:

- λ_{Ui} = binnentoepassing overeenstemmend met een vochtgehalte $u_{23,50}$ (= evenwichtsvochtgehalte bij 23°C en relatieve vochtigheid van 50%);
- λ_{Ue} = buitentoepassing overeenstemmend met een vochtgehalte overeenkomend met 75% van het kritisch vochtgehalte (verzadiging) bij 20°C.

De waarden van het vochtgehalte (u, in kg/kg, of ψ, in m^3/m^3) en van de conversiecoëfficiënten (f_u en f_ψ) worden bepaald overeenstemmend met de in norm NBN EN ISO 10456 beschreven methodologie:

- Ofwel wordt er van reële productgegevens gebruik gemaakt, bepaald in overeenstemming met de norm;
- Ofwel wordt er van waarden bij ontstentenis gebruik gemaakt: ofwel uit de norm NBN EN ISO 10456, ofwel (voor een aantal steenachtige materialen) uit bijlage C van deze tekst.

De λ_U -rekenwaarde van metselwerkelementen moet bepaald worden volgens de specificaties van norm NBN EN 1745, rekening houdend met de hieronder beschreven voorwaarden.

Waarden bij ontstentenis van de warmtegeleidbaarheid van verschillende materialen worden in de tabellen van paragraaf A.2. vermeld.

NOTA 1 Voor de isolatieproducten van dezelfde materialen als diegene die vermeld zijn in tabel A.14 leidt de toepassing van bovenstaande regels tot het resultaat dat de λ_{Ui} -waarde (voor binnentoepassing) gelijk is aan de in het kader van de CE-markering gedeclareerde λ_D-waarde.

NOTA 2 Voor metselwerkelementen (baksteen, betonblokken,...) worden waarden bij ontstentenis van de warmtegeleidbaarheid λ_U in tabellen A.3 tot A.8 vermeld, en worden waarden bij ontstentenis van de warmteweerstand R_U in tabel B.1 (twee eerste categorieën) vermeld. Voor het volledige metselwerk (inclusief de voegen uit mortel) moet ook met de invloed van de voegen rekening gehouden worden, vermits deze vooral bij het gebruik van lichte blokken niet verwaarloosbaar is(zie bijlage G.3.1).

NOTA 3 Tabellen A.3 tot A.8 zijn zowel op volle als op geperforeerde metselwerkelementen van toepassing. In geval van geperforeerde

metselwerkelement wordt de volumemassa op de hele blokken bepaald en bevat dus de perforaties, zie voorbeeld in bijlage G.3.2.

A.2 Tabellen met waarden bij ontstentenis voor de warmtegeleidbaarheden van homogene of gelijkgestelde bouwmaterialen

De tabellen in deze paragraaf geven waarden bij ontstentenis die steeds gebruikt mogen worden voor de transmissieberekeningen in het kader van de energieprestatieregelgeving. Ze zijn echter niet zonder meer geldig voor het berekenen van de isolatie van technische installaties.

Als de volumemassa in onderstaande tabellen aangegeven wordt in een kolom voor de kolom van de warmtegeleidbaarheid, dan betekent ze een voorwaarde die nagekomen moet worden opdat de waarde bij ontstentenis geldig is. Als de volumemassa in onderstaande tabellen aangegeven wordt in een kolom na de kolom van de warmtegeleidbaarheid, dan betekent ze een nuttige informatie voor de bepaling van de volumemassa van de constructie-elementen.

A.2.1 Metalen

Tabel A.1: Metalen

Materiaal	λ_{ui} **W/(m.K)**	λ_{ue} **W/(m.K)**	***Massawarmte c J/(kg.K)***	***Volumemassa ρ kg/m³***
Lood	35	35	*130*	*11300*
Koper	380	380	*380*	*8900*
Geelkoper (messing)	120	120	*380*	*8400*
Staal	50	50	*450*	*7800*
Roestvast staal (1)	17	17	*460*	*7900*
Aluminium 99%	160	160	*880*	*2800*
Gietijzer	50	50	*450*	*7500*
Zink	110	110	*380*	*7200*
Brons	65	65	*380*	*8700*
(1) austenitisch of austenitisch-ferritisch staal				

A.2.2 Natuursteen

Tabel A.2: Natuursteen

Materiaal	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)	*Volumemassa ρ kg/m³*
Zware steen (graniet, gneis, basalt, porfier)	3,50	3,50	*2700≤ ρ ≤3000*
"Petit granit" (blauwe steen), kalksteen	2,91	3,50	*2700*
Marmer	2,91	3,50	*2800*
Leien	2,20	2,20	*2000≤ ρ ≤2800*
Harde steen	2,21	2,68	*2550*
Vaste steen	1,74	2,09	*2350*
Kalkzandsteen	2,30	2,30	*2600*
Halfvaste steen (o.a. breuksteen)	1,40	1,69	*2200*
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)			

A.2.3 Elementen van metselwerk

Tabel A.3 - Stenen van gebakken aarde

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
ρ ≤ 700	0,22	0,43
700 < ρ ≤ 800	0,25	0,49
800 < ρ ≤ 900	0,28	0,56
900 < ρ ≤ 1000	0,32	0,63
1000 < ρ ≤ 1100	0,35	0,70
1100 < ρ ≤ 1200	0,39	0,77
1200 < ρ ≤ 1300	0,42	0,84
1300 < ρ ≤ 1400	0,47	0,93
1400 < ρ ≤ 1500	0,51	1,00
1500 < ρ ≤ 1600	0,55	1,09
1600 < ρ ≤ 1700	0,60	1,19
1700 < ρ ≤ 1800	0,65	1,28
1800 < ρ ≤ 1900	0,71	1,40
1900 < ρ ≤ 2000	0,76	1,49
2000 < ρ ≤ 2100	0,81	1,61
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)		

Tabel A.4 - Stenen/blokken van kalkzandsteen

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
ρ ≤ 900	0,36	0,78
900 < ρ ≤ 1000	0,37	0,81
1000 < ρ ≤ 1100	0,40	0,87
1100 < ρ ≤ 1200	0,45	0,97
1200 < ρ ≤ 1300	0,51	1,11
1300 < ρ ≤ 1400	0,57	1,24
1400 < ρ ≤ 1500	0,66	1,43
1500 < ρ ≤ 1600	0,76	1,65
1600 < ρ ≤ 1700	0,87	1,89
1700 < ρ ≤ 1800	1,00	2,19
1800 < ρ ≤ 1900	1,14	2,49
1900 < ρ ≤ 2000	1,30	2,84
2000 < ρ ≤ 2100	1,49	3,25
2100 < ρ ≤ 2200	1,70	3,71
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)		

Tabel A.5: Betonmetselblokken met gewone aggregaten

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
ρ ≤ 1600	1,07	1,39
1600 < ρ ≤ 1700	1,13	1,47
1700 < ρ ≤ 1800	1,23	1,59
1800 < ρ ≤ 1900	1,33	1,72
1900 < ρ ≤ 2000	1,45	1,88
2000 < ρ ≤ 2100	1,58	2,05
2100 < ρ ≤ 2200	1,73	2,24
2200 < ρ ≤ 2300	1,90	2,46
2300 < ρ ≤ 2400	2,09	2,71
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)		

Tabel A.6 - Betonstenen van geëxpandeerde klei

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
$\rho \leq 400$	0,14	(1)
$400 < \rho \leq 500$	0,18	(1)
$500 < \rho \leq 600$	0,21	0,28
$600 < \rho \leq 700$	0,25	0,33
$700 < \rho \leq 800$	0,30	0,39
$800 < \rho \leq 900$	0,33	0,44
$900 < \rho \leq 1000$	0,38	0,50
$1000 < \rho \leq 1100$	0,43	0,57
$1100 < \rho \leq 1200$	0,49	0,65
$1200 < \rho \leq 1300$	0,55	0,73
$1300 < \rho \leq 1400$	0,61	0,80
$1400 < \rho \leq 1500$	0,67	0,88
$1500 < \rho \leq 1600$	0,75	0,99
$1600 < \rho \leq 1700$	0,83	1,10

De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)

(1) De directe blootstelling van deze materialen aan de buiten-klimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.

Tabel A.7 - Betonstenen met andere lichtgewicht toeslag

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
$\rho \leq 500$	0,30	(1)
$600 < \rho \leq 700$	0,37	0,47
$700 < \rho \leq 800$	0,41	0,52
$800 < \rho \leq 900$	0,46	0,58
$900 < \rho \leq 1000$	0,51	0,65
$1000 < \rho \leq 1100$	0,57	0,73
$1100 < \rho \leq 1200$	0,64	0,82
$1200 < \rho \leq 1300$	0,72	0,91
$1300 < \rho \leq 1400$	0,82	1,04
$1400 < \rho \leq 1500$	0,92	1,17
$1500 < \rho \leq 1600$	1,03	1,31
$1600 < \rho \leq 1800$	1,34	1,70

De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)

(1) De directe blootstelling van deze materialen aan de buiten-klimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.

Tabel A.8 - Geautoclaveerde cellenbetonblokken

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
ρ ≤ 300	0,10	(1)
300 < ρ ≤ 400	0,13	(1)
400 < ρ ≤ 500	0,16	(1)
500 < ρ ≤ 600	0,20	0,32
600 < ρ ≤ 700	0,22	0,36
700 < ρ ≤ 800	0,26	0,42
800 < ρ ≤ 900	0,29	0,48
900 < ρ ≤ 1000	0,32	0,52
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K) *(1) De directe blootstelling van deze materialen aan de buiten-klimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.*		

A.2.4 Steenachtige bouwdelen zonder voegen (volle wanden, vloerplaten,…)

Tabel A.9 - Zwaar normaal beton

Materiaal	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)	*Volumemassa ρ* *kg/m³*
Zwaar normaal beton, gewapend	1,70	2,20	*2400*
Zwaar normaal beton, ongewapend	1,30	1,70	*2200*
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)			

Tabel A.10 - Licht beton in volle platen (2) of in deklaag (beton van geëxpandeerde klei, cellenbeton, slakkenbeton, vermiculietbeton, kurkbeton, perlietbeton, polystyreenbeton, enz.)

Indien voor deze producten λ-waarden vermeld worden in tabellen A.3 tot A.8, zullen deze laatste gebruikt worden. Zoniet zijn de onderstaande waarden van toepassing.

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
ρ < 350	0,12	(1)
350 ≤ ρ < 400	0,14	(1)
400 ≤ ρ < 450	0,15	(1)
450 ≤ ρ < 500	0,16	(1)
500 ≤ ρ < 550	0,17	(1)
550 ≤ ρ < 600	0,18	(1)
600 ≤ ρ <650	0,20	0,31
650 ≤ ρ < 700	0,21	0,34
700 ≤ ρ < 750	0,22	0,36
750 ≤ ρ < 800	0,23	0,38
800 ≤ ρ < 850	0,24	0,40
850 ≤ ρ < 900	0,25	0,43
900 ≤ ρ < 950	0,27	0,45
950 ≤ ρ < 1 000	0,29	0,47
1 000 ≤ ρ < 1 100	0,32	0,52
1 100 ≤ ρ < 1 200	0,37	0,58
1 200 ≤ ρ < 1 500	0,60	0,90
1 500 ≤ ρ < 1 600	0,85	1,20
1 600 ≤ ρ	1,30	1,70

De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)

(1) De directe blootstelling van deze materialen aan de buitenklimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.

(2) In de gevallen waar de platen of panelen voorzien zijn van een wapening evenwijdig aan de richting van de warmtestroom (bv. beugels, traliewapening), zal de warmteoverdracht verrekend worden in de bepaling van de U-waarde , berekend volgens NBN EN 10211

A.2.5 Gips, bepleisteringen

Tabel A.11 - Gips met of zonder lichte granulaten

Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)
ρ ≤ 800	0,22	(1)
800 < ρ ≤ 1 100	0,35	(1)
1 100 < ρ	0,52	(1)
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K) (1) *De directe blootstelling van deze materialen aan de buiten-klimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.*		

Tabel A.12: Bepleisteringen

Materiaal	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)	*Volumemassa ρ* *kg/m³*
Cementmortel	0,93	1,50	*1900*
Kalkmortel	0,70	1,20	*1600*
Gips	0,52	(1)	*1300*
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K) (1) *De directe blootstelling van deze materialen aan de buitenklimaatomstandigheden, met o.a. de kans op bevochtiging door de regen, verdient over het algemeen geen aanbeveling.*			

A.2.6 Hout en houtderivaten

Tabel A.13 - Hout en houtderivaten

Materiaal	Volumemassa ρ kg/m³	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)	*Massawarmte c J/(kg.K)*
Timmerhout van hard-, loof- en naaldhout	ρ ≤ 600	0,13	0,15	*1880*
	ρ > 600	0,18	0,20	
Multiplexplaat	ρ < 400	0,09	0,11	*1880*
	400 ≤ ρ < 600	0,13	0,15	
	600 ≤ ρ < 850	0,17	0,20	
	ρ ≥ 850	0,24	0,28	
Spaanplaat	ρ < 450	0,10	(1)	*1880*
	450 ≤ ρ < 750	0,14	(1)	
	ρ ≥ 750	0,18	(1)	
Cementgebonden vezelplaat	ρ ≤ 1200	0,23	(1)	*1470*
OSB-plaat (oriented strand board)	ρ ≤ 650	0,13	(1)	*1880*
Vezelplaat (inclusief MDF)	< 375	0,07	(1)	*1880*
	375 ≤ ρ < 500	0,10	(1)	
	500 ≤ ρ < 700	0,14	(1)	
	ρ ≥ 700	0,18	(1)	

(1) De directe blootstelling van deze materialen aan de buitenklimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.

A.2.7 Isolatiematerialen

Tabel A.14a - In de fabriek vervaardigde isolatiematerialen

Materiaal	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)	*Massawarmte c J/(kg.K)*
Kurk (ICB) - platen	0,050	(1)	*1560*
Minerale wol (MW)- platen of dekens	0,050	(1)	*1030*
Geëxpandeerd polystyreen (EPS)- platen	0,050	(1)	*1450*
Geëxtrudeerd polyethyleen (PEF) - platen	0,050	(1)	*1450*
Fenolschuim - bekleed (PF) - platen	0,045 (2)	(1)	*1400*
Polyurethaan - bekleed (PUR/PIR)	0,035	(1)	*1400*
Geëxtrudeerd polystyreen (XPS)	0,045	(1)	*1450*
Cellulair glas (CG)	0,055	(1)	*1000*
Perliet (EPB) - platen	0,060	(1)	*900*
Geëxpandeerde vermiculietplaten	0,090	(1)	*900*
In de fabriek vervaardigde celluloseplaten, mits $50 \leq \rho < 150$ kg/m³	0,060	(1)	*1100*
In de fabriek vervaardigde isolatieplaten of isolatiedekens op basis van plantaardige en/of dierlijke vezels, andere dan cellulose, en mits $50 \leq \rho < 150$ kg/m³ (3) (4)	0,060	(1)	*1100*

(1) De directe blootstelling van deze materialen aan de buitenklimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.

(2) Voor de beklede isolatieplaten van fenolschuim met gesloten cellen, wordt deze waarde teruggebracht naar 0,030 W/(m.K)

(3) Bijvoorbeeld hennep, vlas, stro, pluimen, schapenwol, dons,…

(4) Voor hogere densiteiten, zie tabel A.15

Tabel A.14b - Niet in de fabriek vervaardigde en in situ geplaatste isolatiematerialen

Materiaal	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)	*Massawarmte c J/(kg.K)*
Minerale wol (MW)- ingeblazen	0,070	(2)	*1030*
Geëxpandeerd polystyreen (EPS) - (ingespoten - gebonden)	0,070	(2)	*1450*
Fenolschuim - (PF) - (ingespoten) (3)	0,065	(2)	*1400*
In situ gespoten polyurethaan (PUR-PIR) (4)	0,055	(2)	*1400*
Geëxpandeerde perlietkorrels (EPB) (ingegoten)	0,080	(2)	-
Geëxpandeerde vermiculietkorrels	0,110	(2)	*1080*
In situ ingeblazen cellulose	0,080	(2)	*1100*
Niet in de fabriek vervaardigde isolatiematerialen op basis van plantaardige en/of dierlijke vezels, andere dan cellulose (2)	0,080	(2)	*1100*
In situ gespoten ureumformaldehydeschuim (UF)	0,075	(2)	*1400*
Geëxpandeerde kleikorrels	0,150	(2)	*1000*

(1) De directe blootstelling van deze materialen aan de buitenklimaatomstandigheden verdient over het algemeen geen aanbeveling.

(2) Bijvoorbeeld hennep, vlas, stro, pluimen, schapenwol, dons,…

(3) Voor hogere densiteiten, zie tabel A.15

(4) Voor in situ gespoten PUR-isolatiematerialen dient de warmteweerstand van de PUR-isolatielaag gecorrigeerd te worden volgens de regels uit 7.3

A.2.8 Verscheidene materialen

Tabel A.15 - Verscheidene materialen

Materiaal	λ_{Ui} W/(m.K)	λ_{Ue} W/(m.K)	*Massawarmte c J/(kg.K)*	*Volumemassa ρ kg/m³*
Glas	1,00	1,00	*750*	*2500*
Tegels van gebakken klei	0,81	1,00	*1000*	*1700*
Grèstegels	1,20	1,30	*1000*	*2000*
Rubber	0,17	0,17	*1400*	*1500*
Linoleum, PVC-tegels	0,19	-	*1400*	*1200*
Tapijt (textiel)	0,06	-	*1300*	*200*

Platen van met natuurlijke minerale vezels versterkt cement	0,35	0,50	*1000*	*1400 ≤ ρ ≤ 1900*
Gietasfalt	0,70	0,70	*1000*	*2100*
Houtwolcementplaten, houtwolmagnesietplaten mits 300 ≤ ρ < 900 kg/m³	0,20	-	*1500*	*300 ≤ ρ ≤ 900*
In de fabriek vervaardigde isolatieplaten of isolatiedekens op basis van plantaardige en/of dierlijke vezels, mits 150 ≤ ρ < 500 kg/m³ (1)	0,20	-	*1500*	*150 ≤ ρ ≤ 500*
Bitumenmembraan	0,23	0,23	*1000*	*1 100*
(1) Bijvoorbeeld hennep, vlas, stro, pluimen, schapenwol, dons,…				

Bijlage B Warmteweerstand (R-waarde) van niet-homogene bouwmaterialen

Sommige wanden worden opgebouwd met grote elementen met holle delen (bv. holle betonblokken, holle bakstenen, gemengde materialen,...). Deze materialen kunnen niet gekenmerkt worden door een bepaalde warmtegeleidbaarheid. Van dergelijk materialen wordt de warmteweerstand R aangegeven, waarbij rekening dient gehouden te worden met de binnen- of buitenomstandigheden zoals gedefinieerd in bijlage A. De in rekening te brengen waarde van R wordt afgeleid uit metingen van de U-waarde overeenkomstig de bepalingen van NBN EN 8990. Alternatief kunnen de R-waarden berekend worden volgens de numerieke rekenmethode uit NBN EN ISO 10211.

In Tabel B.1 worden ook een aantal waarden bij ontstentenis van de warmteweerstand voor binnenomstandigheden gegeven.

Tabel B.1 - Warmteweerstand en massawarmte van de niet-homogene materialen

Materialen		**Dikte/hoogte van de delen**	**R_{Ui} m².K/W**
Metselwerk van holle blokken van beton	Holle blokken van zwaar beton met $\rho > 1\ 200$ kg/m³	d = 14 cm	0,11
		d = 19 cm	0,14
		d = 29 cm	0,20
	Holle blokken van licht beton met $\rho \leq 1\ 200$ kg/m³	d = 14 cm	0,30
		d = 19 cm	0,35
		d = 29 cm	0,45
Vooraf vervaardigde ruwe vloerplaten van holle delen van gebakken klei	1 holte in de stroomrichting	d = 8 cm	0.08
		d = 12 cm	0.11
	2 holten in de stroomrichting	d = 12 cm	0.13
		d = 16 cm	0.16
		d = 20 cm	0.19
Vooraf vervaardigde ruwe vloerplaten van zwaar beton (met holle delen)		d = 12 cm	0,11
		d = 16 cm	0,13
		d = 20 cm	0,15
Gipsplaten tussen twee lagen karton		d < 1,4 cm	0,05
		d ≥ 1,4 cm	0,08
De massawarmte c bedraagt 1000 J/(kg.K)			

Bijlage C Waarden bij ontstentenis voor vochtgehalte en conversiefactoren voor steenachtige materialen

Tabel C.1 - Vochtgehalten en conversiefactoren voor steenachtige materialen

Materiaal	Volume-massa ρ (kg/m³)	Vochtgehalte bij 23°C en 50% RV (NBN EN ISO 10456)		Vochtgehalte bij 20°C en 75% van het kritisch verzadigingsgetal		Conversiefactor voor vocht (NBN EN ISO 10456:2008)	
		u_{2i} kg/kg	Ψ_{2i} m³/m³	u_{2e} kg/kg	Ψ_{2e} m³/m³	f_u kg/kg	f_Ψ m³/m³
Metselwerk in gebakken aarde	700-2100	-	0,007	-	0,075	-	10
Metselwerk van kalkzandsteen	900-2200	-	0,012	-	0,090	-	10
Betonmetselwerk met gewone aggregaten	1600-2400	-	0,025	-	0,090	-	4
Betonmetselwerk van geëxpandeerde klei	400-1700	0,020	-	0,090	-	4	-
Betonmetselwerk met andere lichtgewicht toeslag	500-1800	-	0,030	-	0,090	-	4
Cellenbetonmetselwerk	300-1000	0,026	-	0,150	-	4	-
polystyreenbeton	500-800	-	0,015	-	0,090	-	5
Mortel	250-2000	-	0,040	-	0,150	-	4

Bijlage D Warmtedoorgangscoëfficiënten van raamprofielen (U_f-waarden) : waarden bij ontstentenis

Deze bijlage is van toepassing voor verticaal opgestelde raamprofielen die voldoen aan de opgegeven criteria of voorwaarden. Voor alle andere raamprofielen dienen de U_f-waarden bepaald te worden zoals uitgelegd in § 9.2.1.

D.1 Houten raamprofielen

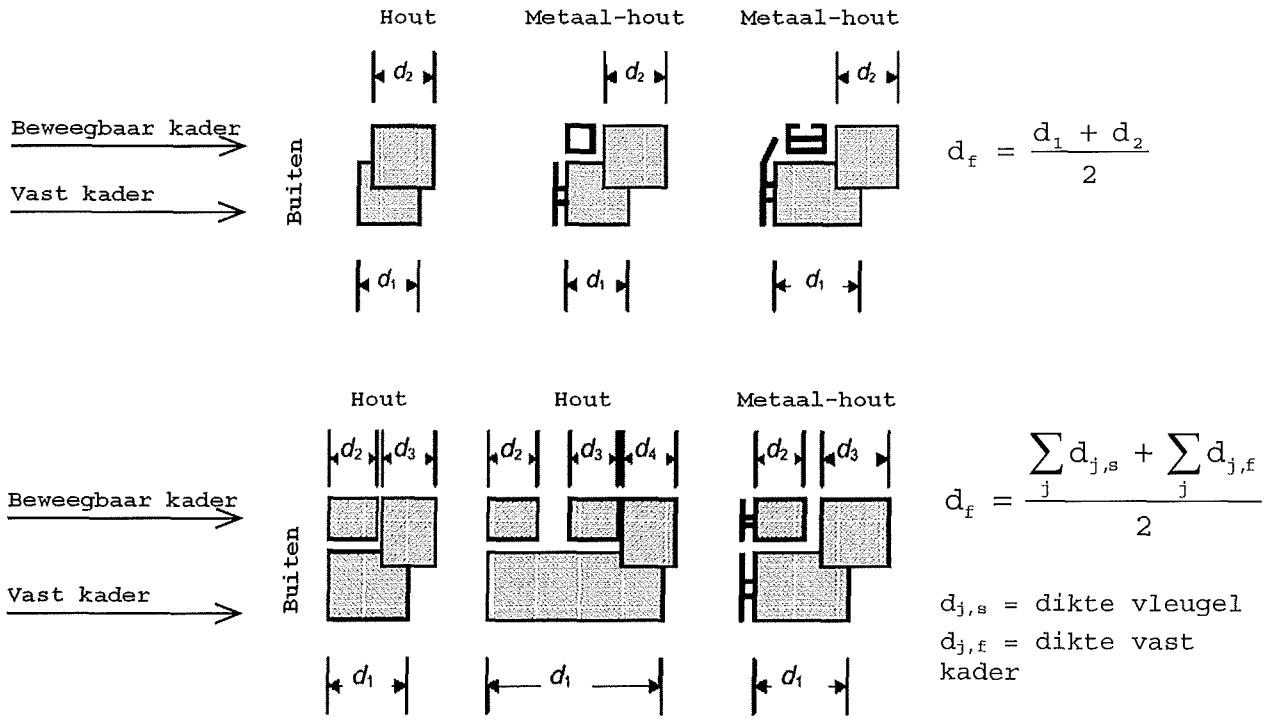
Voor houten raamprofielen kunnen de benaderende U_f-waarden uit Tabel D.1 genomen worden. Voor niet-vermelde dikten wordt de U_f-waarde beschouwd overeenkomend met de eerstvermelde kleinere dikte in Tabel D.1. Om te bepalen tot welk houttype een bepaalde soort behoort, wordt Tabel D.4 gebruikt.

Tabel D.1: Warmtedoorgangscoëfficiënten van houten raamprofielen, U_f in W/(m².K)

Raamprofiel-dikte d_f (mm) (zie Figuur [33])	U_f W/(m².K) (1)		
	Type 1 λ_U = 0,18 W/(m.K)	**Type 2** λ_U = 0,16 W/(m.K)	**Type 3** λ_U = 0,13 W/(m.K)
50	2,36	2,22	2,00
60	2,20	2,10	1,93
70	2,08	1,96	1,78
80	1,96	1,85	1,67
90	1,86	1,75	1,58
100	1,75	1,65	1,48
110	1,68	1,57	1,40
120	1,58	1,48	1,32
130	1,50	1,40	1,25
140	1,40	1,32	1,18
150	1,34	1,26	1,12
	(1) Conventies voor houten raamprofielen: *als waarde bij ontstentenis mag voor de raamprofieldikte 50mm genomen worden* *als de houtsoort niet gekend is, wordt verondersteld dat ze van type 1 is*		

Voor houten raamprofielen wordt de raamprofieldikte (d_f) bepaald als de gemiddelde dikte van de samenstellende raamprofielen (vast kader en vleugel), zoals getoond in Figuur [33].

Figuur [33]: Definitie van de dikte d_f van verschillende houtprofielen.



Tabel D.4: Houttypes

Type 1 λ_U = 0,18 W/(m.K)	**Type 2** λ_U = 0,16 W/(m.K)	**Type 3** λ_U = 0,13 W/(m.K)
Afzelia	Sapelli	Mahonie-Afrikaans
Calophyllum	Sipo	Larix
Blauwe gomboom	Tasmanian oak	Witte spar
Eucalyptus	Mengkulang	Light White Seraya
Merbau	Niangon	Grove den
Heavy White Seraya	Iroko	Oregon pine/Europese Douglas
Pometia Pinnata	Ocotea Rubra	Light Red Meranti
Eik	Dark Red Meranti	Mahonie-Amerikaans
Robinia	Teak	Idigbo
Loofhout niet elders vermeld in de tabel	Makoré	Hemlock
		Naaldhout niet elders vermeld in de tabel

D.2 Metalen raamprofielen

D.2.1 Definities

De warmteweerstand R_f van een metalen raamprofiel wordt gegeven door:

Eq. 54 $$R_f = \frac{1}{U_{f0}} - 0,17 \qquad \text{m}^2.\text{K/W}$$

waarin:

U_{f0} U-waarde van het raamprofiel, in W/(m².K), berekend alsof de ontwikkelde oppervlakte gelijk zou zijn aan de geprojecteerde oppervlakte (zie Tabel D.2)

De U_f-waarde van het metalen raamprofiel wordt gegeven door:

Eq. 55 $$U_f = \frac{1}{\left(\frac{R_{si}.A_{f,i}}{A_{d,i}} + R_f + \frac{R_{se}.A_{f,e}}{A_{d,e}} \right)} \qquad \text{W/(m}^2.\text{K)}$$

waarin:

$A_{d,i}$, $A_{d,e}$, $A_{f,i}$, $A_{f,e}$ de oppervlaktes van de raamprofielen, in m², gedefinieerd in § 8.1.3,

R_{si} warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak van het raamprofiel, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.3 (of zie Tabel [1]);

R_{se} warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak van het raamprofiel, in m².K/W, bepaald volgens § 8.4.3 (of zie Tabel [1]);

R_f de warmteweerstand van het raamprofiel, in m².K/W, berekend volgens Eq. 54.

D.2.2 Metalen raamprofielen met thermische onderbreking

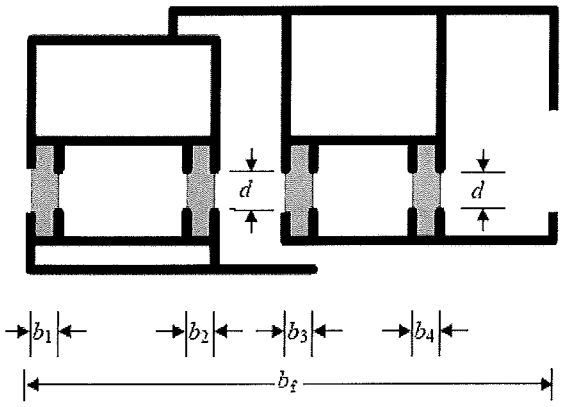
Een thermische onderbreking heeft tot doel om de metalen raamprofieldelen aan de warme zijde van het raam thermisch te scheiden van de raamprofieldelen aan de koude zijde.

In het geval van metalen raamprofielen met thermische onderbreking wordt de U_f-waarde beïnvloed door constructieve eigenschappen, zoals:

- de kleinste afstand d tussen de onderbroken metalen secties;
- de totale steegbreedte b van de thermische onderbrekingen zelf;
- de warmtegeleidbaarheid λ van het materiaal van de thermische onderbreking;
- de verhouding van de totale steegbreedte van de thermische onderbreking tot de totale geprojecteerde breedte van het raamprofiel.

In Tabel D.2 worden U_f-waarden gegeven die gebruikt kunnen worden voor de twee types van metalen raamprofielen die getoond zijn in Figuur [34] en in Figuur [35], en waarbij de volgende voorwaarden gelden:

Figuur [34]: Sectie type 1: thermische onderbreking met 0,2 < λ ≤ 0,3 W/(m.K)

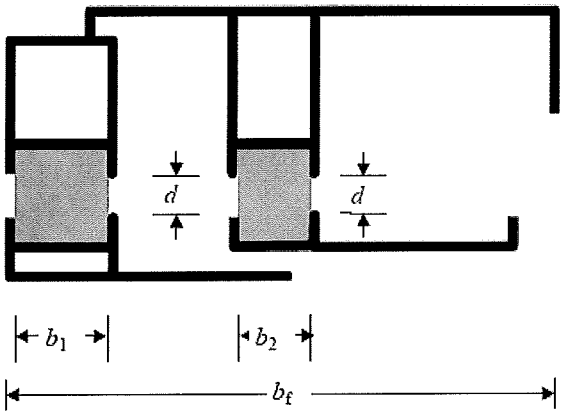


De thermische geleidbaarheid van het materiaal van de thermische onderbreking is zo dat:

$0,2 < \lambda \leq 0,3$ W/(m.K)

- d is de kleinste afstand tussen de door de onderbreking gescheiden metalen profielen
- b_i is de steegbreedte van onderbreking j
- b_f is de breedte van het profiel
- $\sum_j b_j \leq 0,2.b_f$

Figuur [35]: Sectie type 2: thermische onderbreking met 0,1 < λ ≤ 0,2 W/(m.K)



De thermische geleidbaarheid van het materiaal van de thermische onderbreking is zo dat:

$0,1 < \lambda \leq 0,2$ W/(m.K)

- d is de kleinste afstand tussen de door de onderbreking gescheiden metalen profielen
- b_j is de steegbreedte van onderbreking j
- b_f is de breedte van het profiel
- $\sum_j b_j \leq 0,3.b_f$

Tabel D.2: Warmtedoorgangscoëfficiënten van metalen raamprofielen met thermische onderbreking, U_f in W/(m².K)

d (in mm): kleinste afstand tussen de thermisch onderbroken metalen raamprofielen	U_{fo} W/(m².K) (1)	R_f m².K/W	U_f W/(m².K) (2)
8	3,56	0,11	4,51
10	3,36	0,13	4,19
12	3,18	0,14	3,91
14	3,08	0,15	3,76
16	2,96	0,17	3,59
18	2,85	0,18	3,43
20	2,75	0,19	3,28
22	2,70	0,20	3,21
24	2,60	0,21	3,07
26	2,58	0,22	3,04
28	2,55	0,22	3,00
30	2,53	0,23	2,97
32	2,52	0,23	2,96
34	2,51	0,23	2,95
36	2,50	0,23	2,93

(1) U_{fo} is de theoretische U_f-waarde van het raamprofiel indien de geprojecteerde en ontwikkelde profieloppervlaktes zowel aan de binnen- als de buitenzijde gelijk zijn, d.w.z. indien $A_{f,i}/A_{d,i} = 1$ en $A_{f,e}/A_{d,e} = 1$

(2) Als waarde bij ontstentenis voor de kleinste afstand d tussen de thermisch onderbroken profielen mag d = 10 mm genomen worden. De Uf-waarden zijn enkel geldig indien de verhouding $A_{f,i}/A_{d,i} \geq 0,50$, zoniet dient een nauwkeurige berekening volgens NBN EN ISO 10077-2 uitgevoerd te worden

D.2.3 Metalen raamprofielen zonder thermische onderbreking

Voor raamprofielen zonder thermische onderbreking geldt algemeen $R_f = 0$ m².K/W en $U_{f0} = 5,90$ W/(m².K).

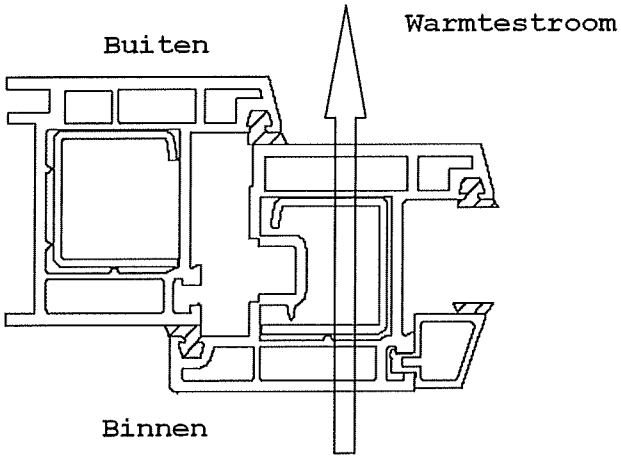
Naargelang van de oppervlakteverhoudingen $A_{f,i}/A_{d,i}$ en $A_{f,e}/A_{d,e}$ varieert de corresponderende U_f-waarde van metalen raamprofielen zonder thermische onderbreking, berekend volgens Eq. 55, tussen:

- $U_f = 5,9$ W/(m².K) (voor $A_{f,i}/A_{d,i} = 1$ en $A_{f,e}/A_{d,e} = 1$);
- $U_f = 9,0$ W/(m².K) (voor de forfaitaire onderwaarden: $A_{f,i}/A_{d,i} = 0,60$ en $A_{f,e}/A_{d,e} = 0,82$).

D.3 Kunststof raamprofielen

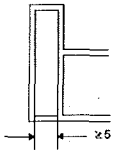
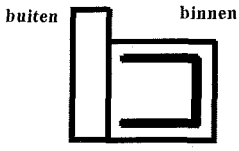
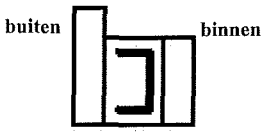
In Figuur [36] wordt een voorbeeld van een kunststof raamprofiel getoond, waarbij drie kamers in serie met de warmtestroom zijn geplaatst en waarvan de middelste kamer voorzien is van een metalen versteviging.

Figuur [36]: Kunststof raamprofiel met versterking en met 3 kamers in serie in de richting van de warmtestroom



Tabel D.3 geeft benaderende U_f-waarden voor kunststof raamprofielen met metalen verstevigingen. Indien geen andere gegevens gekend zijn, dan kunnen de waarden eveneens gebruikt worden voor raamprofielen zonder verstevigingen.

Tabel D.3: Warmtedoorgangscoëfficiënten van kunststof raamprofielen, U_f in W/(m².K)

Materiaalsoort en type van het raamprofiel		U_f W/(m².K) (1)
PVC-raamprofiel minimum 5 mm tussen de wanden van elk van de kamers (2), bv:  	2 kamers (in serie met de warmtestroom) met of zonder versterking  	2,20
	3 kamers (in serie met de warmtestroom) met of zonder versterking  	2,00
	4 kamers (in serie met de warmtestroom) met of zonder versterking	1,80
	5 kamers (in serie met de warmtestroom) met of zonder versterking	1,60
PUR-raamprofiel	met metalen kern en minimum dikte van 5 mm PUR	2,80

(1) Waarden bij ontstentenis voor kunststofraamprofielen:

- materiaalsoort niet gekend: neem U_f-waarde voor PUR-raamprofiel
- aantal kamers niet gekend: neem U_f-waarde voor 2 kamers

(2) Voor afstanden kleiner dan 5 mm dient de Uf-waarde bepaald te worden volgens berekening (NBN EN ISO 10077-2) of meting (NBN EN 12412-2)

Bijlage E Lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt (Ψ-waarden) van de onderlinge aansluiting tussen raamprofielen, beglazingen, vulpanelen en raamstijlen.

E.1 Algemeen

De U_g-waarde van beglazing en de U_p-waarde van vulpanelen zijn van toepassing voor het centraal gedeelte van de beglazing of het vulpaneel en omvat niet het effect van de afstandshouders aan de glas- of paneelranden. Anderzijds wordt de U_f-waarde van het raamprofiel bepaald voor profielen die niet van een beglazing voorzien zijn.

De lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt (Ψ-waarde) beschrijft de bijkomende warmtetransmissie die optreedt tussen raamprofiel, beglazing (of paneel) en afstandshouder. De Ψ-waarde wordt voornamelijk beïnvloed door de warmtegeleidbaarheid van het materiaal waaruit de afstandshouder bestaat, evenals door het raamontwerp.

In deze bijlage worden waarden bij ontstentenis gegeven voor de Ψ-waarde voor typische combinaties van raamprofiel, beglazing (of paneel) en afstandshouders. Bijkomend worden eveneens de aansluitingen behandeld die voorkomen in lichte gevels, d.w.z. voor combinaties tussen beglazingen (of panelen), profielen en raamstijlen.

Alle waarden die niet gedekt zijn door de verschillende tabellen, moeten met een numerieke berekening bepaald worden in overeenstemming met de richtlijnen uit NBN EN ISO 10077-2.

NOTA Voor enkelvoudige beglazing geldt algemeen dat $\Psi = 0$.

E.2 Aansluiting raamprofiel en beglazing

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen gewone afstandshouders (uitgevoerd in aluminium of staal) en thermisch verbeterde afstandshouders die beantwoorden aan het hierna volgende criterium inzake thermische onderbreking:

Eq. 56 $$\sum (d.\lambda)_f \leq 0,007 \quad \text{W/K}$$

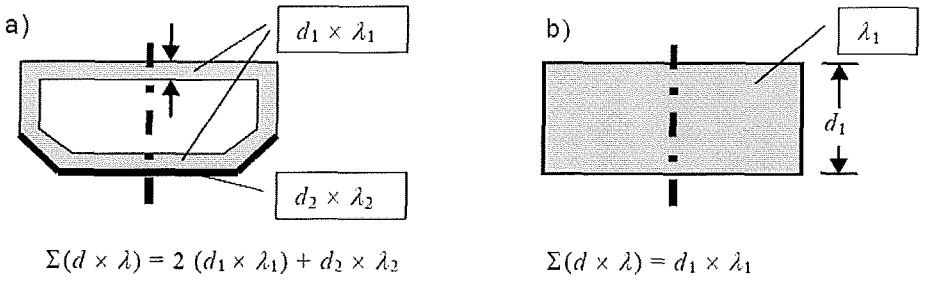
waarin:

d de dikte van de wand van de afstandshouder, in m;

λ de warmtegeleidbaarheid van het materiaal van de afstandshouder, in W/(m.K).

De sommatie is geldig voor alle warmtestromen die parallel met de hoofdwarmtestroom vloeit, waarbij de dikte d loodrecht op de hoofdwarmtestroom gemeten wordt (zie Figuur [37]).

Figuur [37]: Voorbeelden van de bepaling van het criterium van thermisch verbeterde afstandshouder



a) holle afstandshouder **b) volle afstandshouder**

In Tabel E 1 worden Ψ_g-waarden bij ontstentenis gegeven voor de aansluiting tussen profielen en beglazingen die voorzien zijn van gewone en thermisch verbeterde afstandshouders. Alternatief mogen ook de waarden volgens Tabel E 2 gehanteerd worden.

Tabel E 1: Ψ_g-waarden W/(m.K) voor aansluitingen tussen profielen en beglazingen die voorzien zijn van gewone en thermisch verbeterde afstandshouders, variant 1

Profiel	Meervoudige beglazing			
	Beglazing zonder coating		Beglazing met coating	
	Gewone afstands-houder	Isolerende afstands-houder	Gewone afstands-houder	Isolerende afstands-houder
Hout of PVC	0,06	0,05	0,08	0,06
Metaal met thermische onderbreking	0,08	0,06	0,11	0,08
Metaal zonder thermische onderbreking	0,02	0,01	0,05	0,04

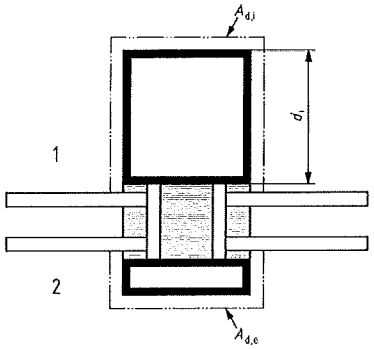
Tabel E 2: Ψ_g-waarden W/(m.K) voor aansluitingen tussen profielen en beglazingen die voorzien zijn van gewone en thermisch verbeterde afstandshouders, variant 2

Raamprofiel	Enkele beglazing	Meervoudige beglazing			
		$U_g > 2,0$ W/(m².K)		$U_g \leq 2,0$ W/(m².K)	
		Gewone afstands-houder	Isolerende afstands-houder	Gewone afstands-houder	Isolerende afstands-houder
$U_f \geq 5,9$ W/(m².K)	0	0,02	0,01	0,05	0,04
$U_f < 5,9$ W/(m².K)	0	0,06	0,05	0,11	0,07

E.3 Aansluiting raamstijl en beglazing

In Tabel E 3 worden $\Psi_{m,g}$- of $\Psi_{t,g}$-waarden bij ontstentenis gegeven voor de aansluiting tussen horizontale of verticale raamstijlen en beglazingen die voorzien zijn van gewone en thermisch verbeterde afstandshouders.

Figuur [38]: Interne diepte van raamstijlen



1: binnenomgeving
2: buitenomgeving

d_i: diepte van de horizontale of verticale raamstijl (aan de binnenzijde gemeten)

Tabel E 3: $\Psi_{m(t),g}$-waarden W/(m.K) voor aansluitingen tussen raamstijlen en beglazingen die voorzien zijn van gewone en thermisch verbeterde afstandshouders

Type raamstijl (materialen)	d_i (mm) (1)	Meervoudige beglazing			
		Beglazing zonder coating		Beglazing zonder coating	
		Gewone afstands-houder	Gewone afstands-houder	Gewone afstands-houder	Gewone afstands-houder
Aluminium-hout	-	0,08	0,06	0,11	0,08
Metaal met thermische onderbreking	$d_i \leq 100$	0,13	0,09	0,17	0,11
	$100 < d_i \leq 200$	0,15	0,10	0,19	0,12
(1) d_i is de interne diepte van een raamstijl (zie *Figuur [38]*)					

E.4 Aansluiting profiel en vulpaneel

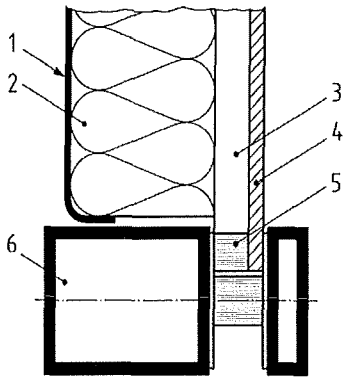
In Tabel E 4 worden waarden bij ontstentenis gegeven voor de aansluiting tussen profiel, afstandshouder en vulpaneel ($\Psi_{f,p}$).

Tabel E 4: $\Psi_{f,p}$-waarden voor aansluiting tussen profielen en vulpanelen

Type vulelement		Warmtegeleid-baarheid van de afstandshouder W/(m.K)	$\Psi_{f,p}$-waarde W/(m.K)
Type 1 (zie Figuur [39])	(aluminium/aluminium) - (aluminium/glas) - (staal/glas)	-	0,13
Type 2 (zie Figuur [39])	aluminium / aluminium (met bekleding)	0,2 0,4	0,20 0,29
	aluminium / glas (met bekleding)	0,2 0,4	0,18 0,20
	staal / glas (met bekleding)	0,2 0,4	0,14 0,18

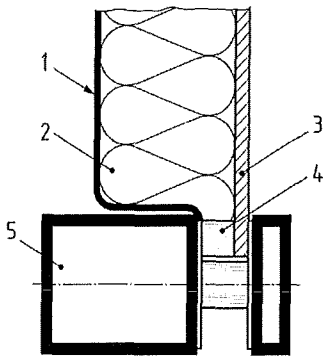
Figuur [39]: Types van panelen: Types 1 en 2

Type 1



1 aluminium 2,5 mm / staal 2,0 mm
2 isolatie: λ = 0,025 - 0,04 W/(m K)
3 luchtspouw: 0 - 20 mm
4 aluminium 2,5 mm / glas 6 mm
5 afstandshouder: λ=0,2 - 0,4 W/(m K)
6 aluminium

Type 2



1 aluminium 2,5 mm / staal 2,0 mm
2 isolatie: λ = 0,025 - 0,04 W/(m K)
3 aluminium: 2,5 mm / glas 6 mm
4 afstandshouder: λ=0,2 - 0,4 W/(m K)
5 aluminium

NOTA Als de voor- en achterplaat van het vulpaneel bestaan uit een materiaal waarvan de warmtegeleidbaarheid (λ-waarde) kleiner is dan 0,5 W/(m.K) en de afstandshouder bestaat uit een materiaal met λ < 0,2 W/(m.K), dan mag $\Psi_{f,p}$ = 0 aangenomen worden.

E.5 Aansluiting profiel en raamstijl

E.5.1 Aluminium en stalen profielen

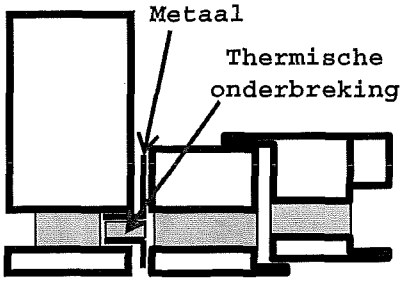
In § Tabel E 5 worden waarden bij ontstentenis gegeven voor de aansluitingen tussen raamstijlen en profielen ($\Psi_{m,f}$ of $\Psi_{t,f}$).

Tabel E 5: $\Psi_{m,f}$- en $\Psi_{t,f}$ waarden voor aansluitingen tussen profielen en raamstijlen (in aluminium of staal)

Type (zie onderstaande figuren)	Beschrijving van de aansluiting van het profiel op de raamstijl	$\Psi_{m,f}$- of $\Psi_{t,f}$ - waarde W/(m.K)
Type A	Bijkomend metalen profiel met thermische onderbreking	0,11
Type B	Bijkomend profiel met lage warmtegeleidbaarheid ($\lambda \leq 0,3$ W/(m.K))	0,05
Type C1/C2	Geïntegreerd, met gebruik van de thermische onderbreking van het profiel	0,07
Type D	Montage van het profiel tot de raamstijl, met uitbreiding van het buitenste aluminium profiel. Opvulmateriaal met lage warmtegeleid-baarheid ($\lambda \leq 0,3$ W/(m.K))	0,07

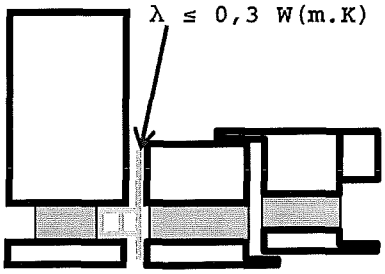
Figuur [40]: Aansluiting profiel - raamstijl: Types A en B

Type A



Montage van het profiel tegen de raamstijl met een bijkomend metalen profiel met thermische onderbreking

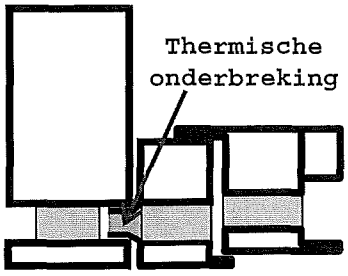
Type B



Montage van het profiel tegen de raamstijl met een bijkomend profiel met lage warmtegeleidbaarheid

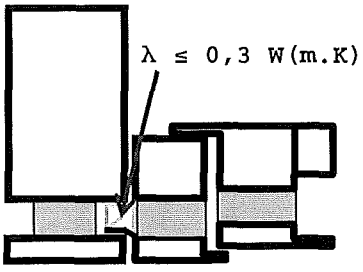
Figuur [41]: Aansluiting profiel - raamstijl: Types C1 en C2

Type C1



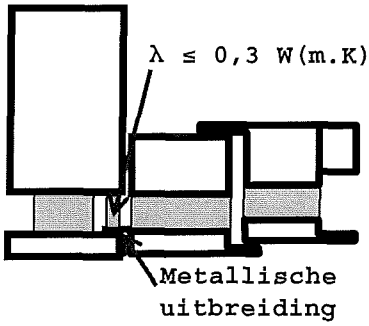
Montage van het profiel tegen de raamstijl gebruik makend van een uitbreiding van de thermische onderbreking van het profiel

Type C2



Montage van het profiel tegen de raamstijl gebruik makend van een uitbreiding van de thermische onderbreking van het profiel

Figuur [42]: Aansluiting profiel - raamstijl: Type D



Montage van het profiel tegen de raamstijl gebruik makend van een uitbreiding van het buitenste aluminium profiel. Opvulmateriaal met lage warmtegeleidbaarheid ($\lambda \leq 0,3$ W/(m.K))

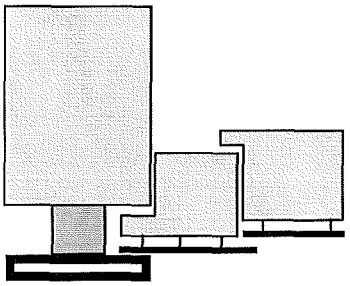
E.5.2 Hout en aluminium/hout profielen

In § Tabel E 6 worden waarden bij ontstentenis gegeven voor de aansluitingen tussen profielen en raamstijlen($\Psi_{f,m}$ of $\Psi_{f,t}$).

Tabel E 6: $\Psi_{m,f}$- en $\Psi_{t,f}$ waarden voor aansluitingen tussen profielen en raamstijlen (in hout of aluminium/hout)

Type	Voorwaarden voor de U-waarden van de horizontale en verticale raamstijlen (U_m en U_t)	$\Psi_{m,f}$- of $\Psi_{t,f}$ - waarde W/(m.K)
Type A	$U_m > 2,0$ W/(m².K) of $U_t > 2,0$ W/(m².K)	0,02
Type B	$U_m \leq 2,0$ W/(m².K) of $U_t \leq 2,0$ W/(m².K)	0,04

Figuur [43]: Aansluiting profiel - raamstijl: Type A en Type B

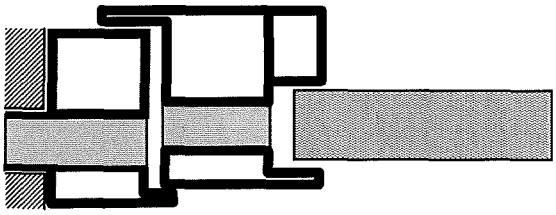


E.6 Berekening van U_f voor profielen geïntegreerd in een lichte gevel

De berekening van de U_f-waarde van profielen die geïntegreerd zijn in een lichte gevel door middel van een bijkomend profiel in de gevel (Type A en Type B - zie Figuur [40]), wordt berekend volgens NBN EN ISO 10077-2. De warmtestroom door het bijkomend profiel wordt ingerekend bij de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten van de raamstijlen ($\Psi_{m,f}$- en $\Psi_{t,f}$ waarden), die de thermische interactie beschrijven tussen de raamstijlen en het profiel.

Figuur [44]: Randvoorwaarden voor de berekening van U_f van een profiel, dat *rechtstreeks geïntegreerd is in een lichte gevel* (metalen profielen - Type C en Type D)

Adiabatisch



De algemene rekenprocedure voor de bepaling van de U_f -waarde van profielen, die rechtstreeks zijn geïntegreerd in een lichte gevel (Type C en Type D - zie Figuur [41] en Figuur [42]), is beschreven in NBN EN ISO 10077-2. De oppervlakte van het profiel dat in de raamstijlen is ingebouwd, wordt als adiabatisch beschouwd in de berekening (zie Figuur [44]). De bijkomende warmtestroom, ten gevolge van de inbouw in de lichte gevel, wordt ingerekend bij de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënten van de raamstijlen ($\Psi_{m,f}$- en $\Psi_{t,f}$ waarden), die de thermische interactie beschrijven tussen de raamstijlen en het profiel.

Bijlage F Warmtetransmissie via de grond.

F.1 *Specifieke nodige invoergegevens*

F.1.1 Thermische karakteristieken van de grond

In het kader van de energieprestatieregelgeving wordt steeds met volgende vastgelegde hypothesen gerekend:

- warmtegeleidbaarheid van de bodem: $\lambda = 2,0$ W/m·K
- het effect van grondwater wordt verwaarloosd, d.w.z. $G_w = 1$.

F.1.2 Karakteristieke vloerafmeting en equivalente dikte

De karakteristieke vloerafmeting (B' in m) wordt gedefinieerd als de verhouding van de aaneengesloten vloeroppervlakte (A in m²) tot de halve perimeter (P in m):

Eq. 57 $$B' = \frac{A}{0,5.P}$$ m

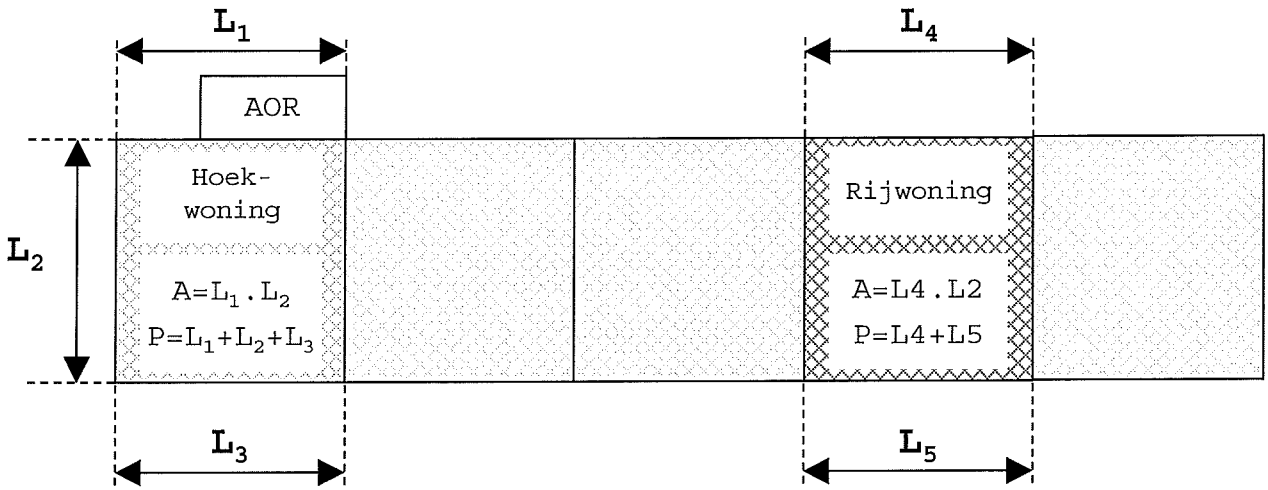
De perimeter P (of grondomtrek) van de onderste vloer van een beschermd volume is de totale horizontaal gemeten lengte waarlangs de aaneengesloten vloeroppervlakte A voor deze vloer grenst aan de buitenomgeving of aan een AOR.

Verdere regels m.b.t. de bepaling van P en/of A zijn:

- de aaneengesloten vloeroppervlakte A kan enkel bestaan uit vloerdelen met dezelfde samenstelling of R-waarde die binnen hetzelfde beschermd volume liggen, die aan mekaar grenzen en die dezelfde begrenzing hebben (grond, kruipruimte of kelder). Vloerdelen van AOR's of andere beschermde volumes (hetzij op hetzelfde hetzij op een aanpalend perceel) maken geen deel uit van de aaneengesloten vloeroppervlakte. Nieuwe, vernieuwde of nageïsoleerde vloeren kunnen nooit een aaneengesloten vloeroppervlakte vormen met bestaande vloeren, zelfs al hebben ze dezelfde samenstelling of R-waarde.
- voor een nieuw vrijstaand gebouw met eenzelfde samenstelling van de vloer op volle grond is P gelijk aan de volledige gebouwomtrek en is A gelijk aan de totale vloeroppervlakte op de volle grond;
- voor een deel van een geheel van gebouwen (bv. een rijwoning met eenzelfde samenstelling van de vloer op volle grond), wordt P berekend als de totale lengte van de aan de buitenomgeving blootgestelde voor- en achtergevel (zijgevels grenzend aan naburige verwarmde gebouwen zijn dus niet meegeteld); A is opnieuw gelijk aan de volledige vloeroppervlakte op volle grond;
- bij de bepaling van P wordt een eventuele aanwezige AOR als niet bestaande beschouwd; de lengte van de grenslijn tussen het beschermd volume en de AOR wordt dus meegerekend bij de bepaling van P (zie Figuur [45]);
- bij de bepaling van P en A worden buitenafmetingen aangenomen.

NOTA Hoogten van een verticale vloerpeilverspringing in een onderste vloer worden niet in P meegerekend om de kenmerkende vloerafmeting te bepalen, maar zijn wel bijkomend bij P te beschouwen ter bepaling van randgebonden transmissie-warmteoverdracht van de vorm $P.\Psi_g$.

Figuur [45]: voorbeelden van de bepaling van de vloeroppervlakte en de blootgestelde perimeter



Het concept van de "equivalente dikte" (d_t voor vloeren en d_g en d_w voor ingegraven muren) is een louter rekenkundig concept dat ingevoerd is om de diverse formules voor de U-waarde eenvoudiger te kunnen noteren.

Indien de dikte van de muren varieert, dient voor w de kleinste waarde genomen te worden.

F.2 Berekening van de U-waarde en de stationaire warmteoverdracht H_g

F.2.1 Algemeen

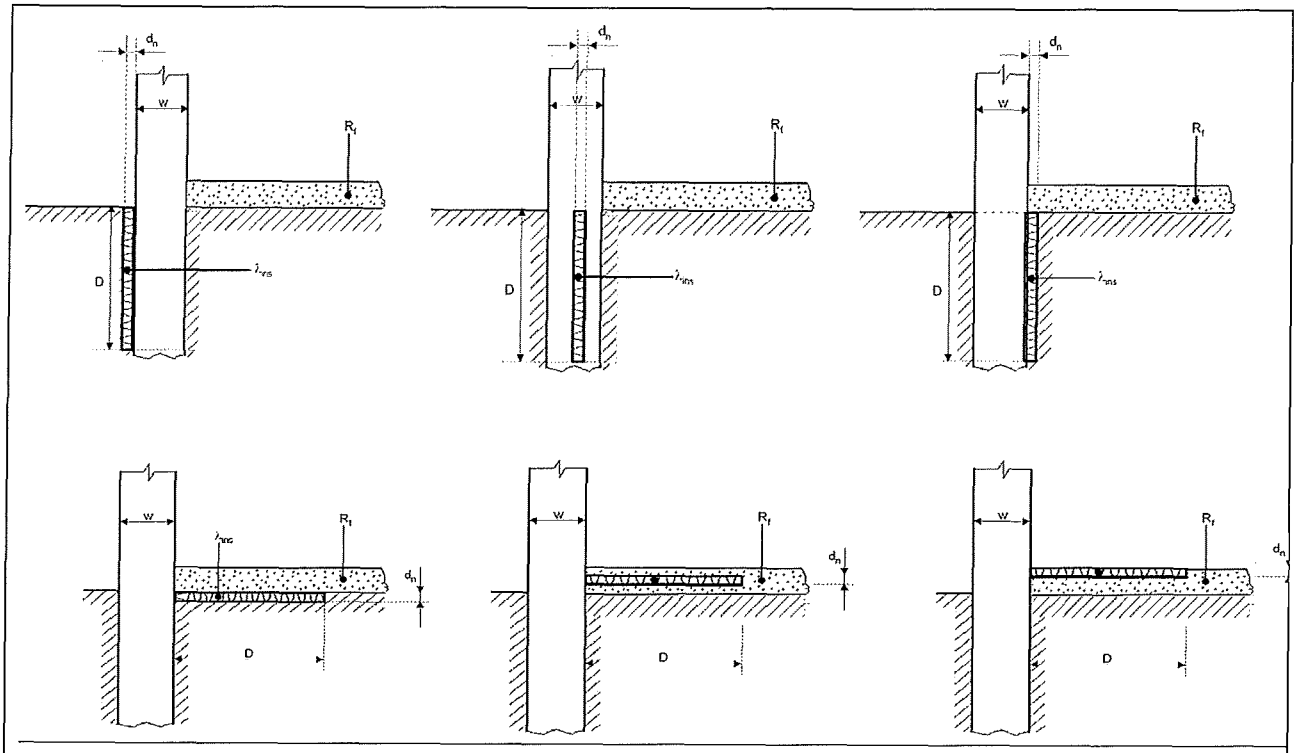
In de hierna volgende paragrafen wordt de gedetailleerde berekening van de U-waarde van de wanden in contact met de grond en van de stationaire warmteoverdrachtscoëfficiënt H_g gegeven voor de verschillende voorkomende wandtypes in contact met de grond, namelijk:

- vloeren op volle grond (zie § F.2.2)
- vloeren boven kruipruimten (zie § F.2.3)
- kelderwanden (zie § F.2.4)

F.2.2 Vloeren op volle grond

Vloeren op volle grond bestaan uit een vloerplaat die over zijn volledige oppervlakte in contact is met de grond (ongeacht of de vloerplaat over zijn volledige oppervlakte ondersteund wordt door de grond), en die zich bevindt op dezelfde hoogte als of dichtbij het niveau van het maaiveld. De vloerplaat kan ongeïsoleerd zijn, gelijkmatig geïsoleerd zijn over de gehele oppervlakte of gedeeltelijk geïsoleerd zijn (bijvoorbeeld horizontale of verticale randisolatie). Om deze randisolatie te mogen inrekenen via de formules beschreven in deze paragraaf moet de randisolatie voldoen aan minstens één van de configuraties zoals getoond in Figuur [46] en moeten de randisolatie en de isolatielaag van de muur op elkaar aansluiten via basisregel 1 of 2.

Figuur [46]: Vloeren op volle grond



Nodige invoergegevens:

- grond (volgens F.1.1):
  - λ_g: zijn λ-waarde, in W/(m.K),
  - G_w: zijn grondwaterfactor, (-);
- buitenmuur:
  - w: zijn totale dikte, in m;
- vloer:
  - P: zijn perimeter, in m,
  - A: zijn oppervlakte, in m²,
  - Rf: zijn totale warmteweerstand (van binnen oppervlak tot scheidingsvlak met de grond), in m².K/W
- randisolatie:
  - D: zijn breedte of diepte, in m,
  - d_n: zijn dikte, in m,
  - λ_{ins}: zijn waarde λ, in W/(m.K).

De rekenprocedure (U-waarde en stationaire warmteoverdracht) verloopt volgens de volgende procedure:

Voorbereidende stappen:

- Bereken de karakteristieke afmeting van de vloer B', in m, volgens Eq. 57.
- Bereken de thermische weerstand van de randisolatie, R_n, volgens:

Eq. 58 $R_n = d_n/\lambda_{ins}$ m².K/W

Stap 1

Bereken d_t, volgens:

Eq. 59 $d_t = w + \lambda_g \ (R_{si} + R_f + R_{se})$ m

Stap 2

Bereken U_O volgens:

Eq. 60 als dt < B': $U_0 = \frac{2.\lambda}{\pi.B'+d_t} \ln\left(\frac{\pi.B'}{d_t} + 1\right)$

als dt ≥ B' (goed geïsoleerde vloer): $U_0 = \frac{\lambda}{0,457.B+d_t}$ W/(m².K)

Stap 3

Bereken de U waarde van de vloer op volle grond volgens:

Eq. 61 Indien geen randisolatie: $U = U_O$

Indien wel randisolatie: $U = U_O + 2\ \Psi_{e,edge}/B'$ W/(m².K)

waarin:

Eq. 62 voor horizontale randisolatie:

$$\Psi_{e,edge} = -\frac{\lambda_g}{\pi}\left[\ln\left(\frac{D}{d_t}+1\right) - \ln\left(\frac{D}{d_t+d'}+1\right)\right]$$ W/(m.K)

Eq. 63 voor verticale randisolatie:

$$\Psi_{e,edge} = -\frac{\lambda_g}{\pi}\left[\ln\left(\frac{2.D}{d_t}+1\right) - \ln\left(\frac{2.D}{d_t+d'}+1\right)\right]$$ W/(m.K)

waarin:

Eq. 64 $d' = R_n \ .\lambda_g - d_n$ m

Indien horizontale en verticale randisolatie gecombineerd zijn, weerhoud de Ψ_e-waarde met de grootste invloed (reductie) op U.

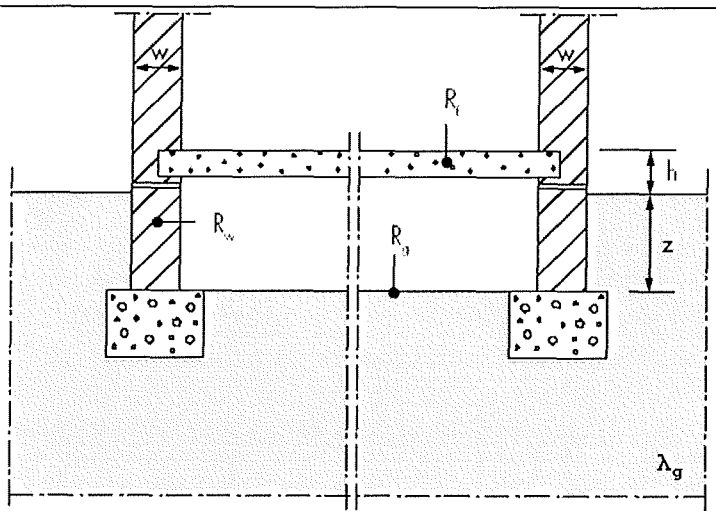
Bovenstaande formules voor $\Psi_{e,edge}$ mogen enkel toegepast worden indien de randisolatie exact voldoet aan de configuratie uit Figuur [46] en indien de randisolatie aansluit op de isolatielaag van de muur volgens basisregel 1 of 2.

Voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit wordt de waarde van U beschouwd.

F.2.3 Vloeren boven kruipruimten

Een vloer boven een kruipruimte heeft geen rechtstreeks contact met de grond, maar de warmtestroom vloeit via de kruipruimte rechtstreeks en via de grond naar de buitenomgeving. Een extra overdracht treedt op indien de onderliggende ruimte geventileerd is met buitenlucht.

Figuur [47]: Vloer boven kruipruimten



Nodige invoergegevens:

- Grond: (zie § F.1.1):
  - λ_g: zijn λ-waarde, in W/(m.K),
  - G_w: zijn grondwaterfactor, (-);
- muur kruipruimte:
  - w: zijn dikte ter hoogte van het maaiveld w, in m,
  - R_w: zijn warmte-weerstand, in m².K/W,
  - z: zijn gemiddelde diepte in grond, in m;
- vloer boven kruipruimte:
  - P: zijn perimeter, in m,
  - A: zijn oppervlakte, in m²,
  - R_f: warmteweerstand, in m².K/W,
  - h: gemiddelde hoogte boven maaiveld, in m;
- vloer kruipruimte:
  - R_g: zijn warmteweerstand, in m².K/W;
- ventilatie kruipruimte:
  - ε: de oppervlakte van de ventilatieopeningen gedeeld door de perimeter, in m²/m,
  - v: de windsnelheid, in m/s,
  - fw: de windbeschuttingsfactor , (-).

De berekeningsprocedure wordt hieronder weergegeven.

Voorbereidende stap:

Bereken de karakteristieke afmeting van de vloer B', in m, volgens Eq. 57.

Stap 1

Bereken de U_f waarde van de vloer boven kruipruimte, volgens:

Eq. 66 $$U_f = \frac{1}{R_{si} + R_f + R_{si}} \quad \text{met } R_{si} = 0,17 \text{ m}^2.\text{K/W}$$ W/(m².K)

Stap 2

Bereken de U_w waarde van het muurdeel boven het maaiveld, volgens:

Eq. 67 $$U_w = \frac{1}{R_{si} + R_w + R_{se}} \quad \text{met } R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$$ W/(m².K)

Stap 3

Bereken de equivalente dikte van de vloer van de kruipruimte, d_g, volgens:

Eq. 68 $$d_g = w + \lambda_g \, (R_{si} + R_g + R_{se})$$ m

Stap 4

Bereken, de equivalente dikte van de muur, d_w, volgens:

Eq. 69 $$d_w = \lambda_g \, (R_{si} + R_w + R_{se})$$ m

Stap 5

Bereken de U_g waarde van de vloer van de kruipruimte, U_g, volgens:

Eq. 70 indien $z \leq 0,5$ m: $$U_g = G_w \cdot \frac{2.\lambda_g}{\pi.B' + d_g} \ln\left(\frac{\pi.B'}{d_g} + 1\right)$$

indien $z > 0,5$ m: $$U_g = G_w \left(U_{bf} + z.P.\frac{U_{bw}}{A}\right)$$ W/(m².K)

waarin:

Eq. 71 $$U_{bf} = \frac{2.\lambda_g}{\pi.B' + d_g + 0,5.z} \ln\left(\frac{\pi.B'}{d_g + 0,5.z} + 1\right)$$ W/(m².K)

Eq. 72 $$U_{bw} = \frac{2.\lambda_g}{\pi.z}\left(1 + \frac{0,5.d_g}{d_g + z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$$ W/(m².K)

Stap 6

Bereken de U_X waarde volgens:

Eq. 73 Voor een geventileerde kruipruimte: $2.h.U_W/B' + 1450.\varepsilon.v.f_W/B'$

Voor een niet geventileerde kruipruimte: $2.h.U_W/B'$ $W/(m^2.K)$

Neem in het kader van de energieprestatieregelgeving de vaste waarden:

- $f_w = 0,05$
- $v = 4$ m/s (gemiddelde windsnelheid)

Stap 7

Bereken de U waarde van de vloer boven de kruipruimte volgens:

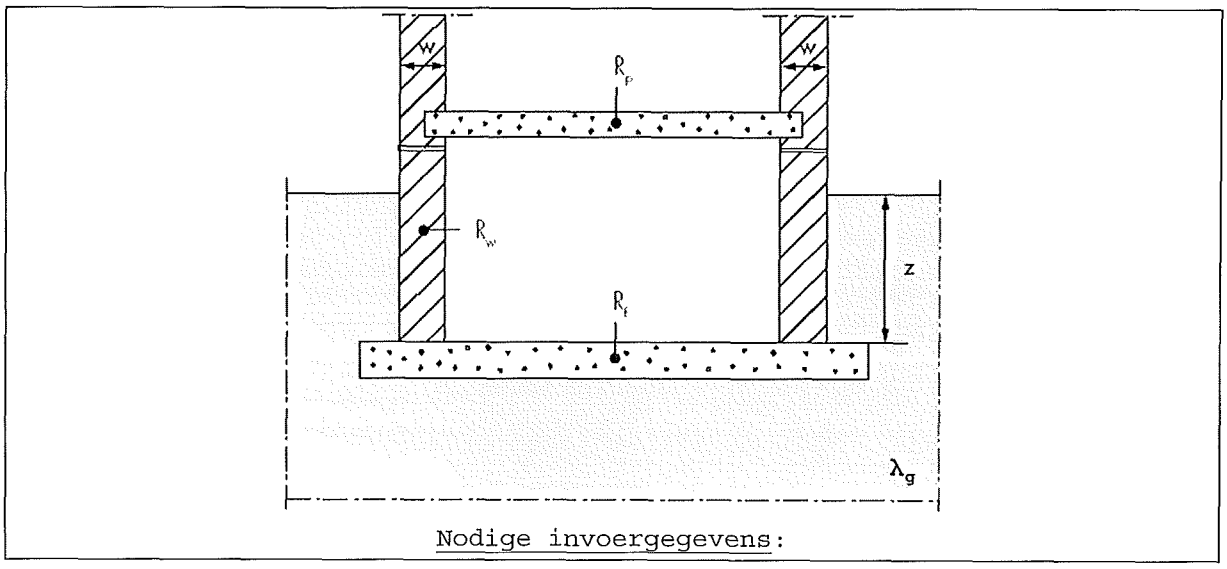
Eq. 74 $$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}$$ $W/(m^2.K)$

Voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit wordt voor de vloer boven de kruipruimte de waarde van U beschouwd.

F.2.4 Schildelen van een kelder

Kelders zijn ruimten die geheel of gedeeltelijk onder het maaiveld liggen. De keldervloer ligt op een gemiddelde diepte z onder het maaiveld en de keldervloer en de keldermuren kunnen verschillende isolatiegraden hebben. De rekenprocedure beschrijft de gemeenschappelijke warmteoverdracht H_g die zowel door de keldervloer als door de keldermuren naar de buitenomgeving vloeit, aangezien de beide warmtestromen onderling van elkaar afhangen.

Figuur [48]: Schildelen van een kelder



Nodige invoergegevens:

- grond:
  - λ_g: zijn λ waarde, in W/(m.K);
- vloer boven kelder:
  - R_p: zijn warmteweerstand, in m².K/W,
  - h: zijn gemiddelde hoogte boven maaiveld, in m;
- keldermuur:
  - w: zijn dikte ter hoogte van het maaiveld w, in m,
  - R_w: zijn warmteweerstand, in m².K/W,
  - z: zijn gemiddelde diepte in grond, in m;
- kelderdvloer:
  - P: zijn perimeter, in m,
  - A: zijn oppervlakte, in m²,
  - R_f: zijn warmteweerstand, in m².K/W;
- ventilatie kelder:
  - n: zijn ventilatievoud, in h^{-1},
  - V: zijn volume, in m³.

De berekeningsprocedure wordt hieronder weergegeven.

Voorbereidende stap:

Bereken de karakteristieke afmeting van de vloer B', in m, volgens Eq. 57.

Stap 1

Bereken voor de kelderdvloer, d_t, volgens:

Eq. 76 $d_t = w + \lambda_g \, (R_{si} + R_f + R_{se})$ m

Stap 2

Bereken de U_{bf} waarde voor de kelderdvloer volgens:

Eq. 77 als $(d_t + 0,5.z) < B'$: $U_{bf} = \frac{2.\lambda_g}{\pi.B' + d_t + 0,5.z} \ln\left(\frac{\pi.B'}{d_t + 0,5.z} + 1\right)$

als $(d_t + 0,5.z) \geq B'$ (goed geïsoleerde vloer):

$$U_{bf} = \frac{\lambda_g}{0,457.B' + d_t + 0,5.z} \quad W/(m^2.K)$$

Stap 3

Bereken voor de keldermuur, d_w, volgens:

Eq. 78 $d_w = \lambda_g \, (R_{si} + R_w + R_{se})$ m

Stap 4

Bereken voor de keldermuur vervolgens, U_{bw},volgens:

Eq. 79 als $d_w \geq d_t$: $U_{bw} = \frac{2.\lambda_g}{\pi.z}\left(1 + \frac{0,5.d_t}{d_t + z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$

als $d_w < d_t$: $U_{bw} = \frac{2.\lambda_g}{\pi.z}\left(1 + \frac{0,5.d_w}{d_w + z}\right)\ln\left(\frac{z}{d_w} + 1\right)$ W/(m².K)

Stap 5

In geval van een verwarmde kelder worden voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit voor de keldervloer en -muur respectievelijk de waarden van U_{bf} en U_{bw} beschouwd.

(Stap 6)

In geval van een kelder buiten het beschermd volume:

- bereken U_f waarde van de vloer boven de kelder volgens:

Eq. 82 $U_f = \frac{1}{R_{si} + R_p + R_{si}}$ met R_{si} = 0,17 m².K/W W/(m².K)

- bereken U_w-waarde muurdeel boven maaiveld volgens:

Eq. 83 $U_w = \frac{1}{R_{si} + R_w + R_{se}}$ met R_{si} = 0,13 m².K/W W/(m².K)

- bereken de U waarde van de vloer boven de kelder volgens:

Eq. 84 $\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{A.U_{bf} + z.P.U_{bw} + h.P.U_w + 0,33.n.V}$ W/(m².K)

Neem in het kader van de energieprestatieregelgeving voor het ventilatievoud n de vaste waarde van 0.3 h^{-1}.

Voor de evaluatie van de U_{max}-eis volgens bijlage VII bij het Energiebesluit wordt voor de vloer boven de kelder de waarde van U_{bf} beschouwd.

Bijlage G Conventies voor de berekening van de U-waarde

G.1 Inleiding

In deze bijlage worden conventies gegeven die toegepast kunnen worden voor de berekening van de λ-, R- of U-waarde van specifieke wandelementen, zoals metselwerk, geperforeerde bouwstenen en wanden met houtstructuren. Alle conventies houden rekening met de courant voorkomende gevallen die in de Belgische bouwpraktijk aangetroffen worden.

G.2 Numerieke en vereenvoudigde rekenmethodes

De berekening van de U-waarde is zeer eenvoudig uit te voeren in het geval van bouwelementen die opgebouwd zijn uit vlakke, parallelle en homogene bouwlagen. In deze gevallen staat de warmtestroom doorheen het bouwelement van de binnen- naar de buitenomgeving loodrecht op de bouwlagen (zonder enige afwijking) en wordt de U-waarde bekomen door de som te maken van alle warmteweerstanden van de bouwlagen.

In werkelijkheid vertonen bouwelementen evenwel meestal onregelmatigheden of bevatten zij niet-homogene bouwlagen, waardoor de warmtestroom afbuigt en derhalve een effect heeft op de totale warmteweerstand van het bouwelement.

Het effect op de U-waarde kan nauwkeurig berekend worden op basis van een numerieke berekening ofwel vereenvoudigd berekend worden op basis van de formules die in onderhavige tekst opgegeven zijn.

Numerieke berekeningen zijn gedetailleerde computerberekeningen die de twee- of driedimensionale warmtestroom doorheen niet-homogene bouwelementen kunnen bepalen en hieruit een nauwkeurige U-waarde kunnen afleiden. De software die hierbij gebruikt wordt, dient gevalideerd te zijn volgens de richtlijnen uit diverse EN-normen (NBN EN ISO 10211 voor 2D en 3D-berekeningen, NBN EN ISO 10077-2 voor raamprofielen, NBN EN ISO 13370 voor grondverliezen)

De numerieke berekeningen worden toegepast voor de bepaling van de U-waarde van bouwelementen die mogelijks belangrijke extra warmteverliezen vertonen (bv. componenten die een isolatielaag onderbreken, wanden voorzien van metalen constructiedelen), complexe constructies of prefab elementen (bv. raamprofielen, modules van lichte gevels), hoeksituaties of aansluitingen waar een duidelijke driedimensionale warmtestroom optreedt, enz.

Numerieke berekeningen geven de meest nauwkeurige resultaten en zijn steeds toepasbaar als een toelaatbaar alternatief. In vele gevallen echter is het niet nodig om numerieke berekeningen uit te voeren en kunnen vereenvoudigde rekenmethodes toegepast worden die via een handberekening (formule) een voldoend nauwkeurige U-waarde opleveren.

De **vereenvoudigde berekeningen** die in onderhavige tekst zijn opgenomen kunnen zonder meer toegepast worden voor zover zij binnen het toepassingsdomein vallen dat omschreven is voor de verschillende gevallen.

G.3 Conventies voor metselwerk en geperforeerde stenen

G.3.1 λ_U-waarde van metselwerk

Een laag die (gemetselde of gelijmde) voegen bevat vormt een specifiek geval van een niet-homogene laag, zie § 6.2. Gebouwelementen die één of meerdere lagen met

voegen bevatten kunnen op de algemene manier volgens de methode beschreven in § 6.2 berekend worden.

Een vereenvoudigde werkwijze bestaat erin enkel de onderwaarde van de weerstand R''_T van het gebouwelement te bepalen. De warmtedoorgangscoëfficiënt U wordt dan enkel op basis deze onderwaarde berekend (zie NOTA van § 6.2.3).

In dat geval kan de rekenmethode op volgende alternatieve manier geformuleerd worden. De formules leiden tot hetzelfde resultaat voor R''_T als de formules van § 6.2.

De weerstand van de laag met voegen wordt gegeven door:

Eq. 86 $R = d/\lambda_U$ m².K/W

Waarin:

λ_U een equivalente (homogene) warmtegeleidbaarheid van de laag is. Deze wordt berekend als het oppervlakte gewogen gemiddelde van de warmtegeleidbaarheden van bouwmateriaal en voeg.

Eq. 87 $$\lambda_U = \frac{\lambda_{U,mat} \cdot A_{mat} + \lambda_{U,joint} \cdot A_{joint}}{A_{mat} + A_{joint}}$$ W/(m.K)

waarin:

d de dikte van de laag, in m;

$\lambda_{U,mat}$ warmtegeleidbaarheid van het bouwmateriaal zonder voegen, in W/(m.K);

$\lambda_{U,joint}$ warmtegeleidbaarheid van het voegmateriaal, in W/(m.K);

A_{mat} zichtbare oppervlakte van het bouwmateriaal zonder voegen, in m²;

A_{joint} zichtbare oppervlakte van de voegen, in m².

De formule voor de equivalente warmtegeleidbaarheid (Eq. 87) kan ook geschreven worden als:

Eq. 88 $$\lambda_U = \lambda_{U,mat} \cdot (1 - f_{joint}) + \lambda_{U,joint} \cdot f_{joint}$$ W/(m.K)

waarin

f_{joint} de voegfractie (-).

Voor een repetitieve rechthoekige geometrie waarbij de strekse (bed-) en de kopse voeg even dik zijn (zie Figuur [49]), zoals standaard bij metselwerk, kan de voegfractie als volgt berekend worden:

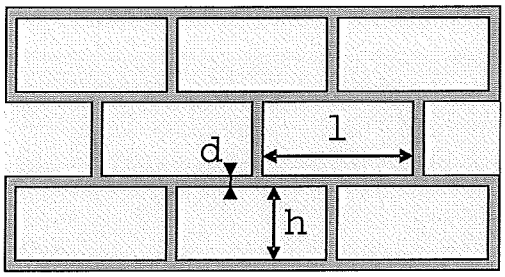
Eq. 89 $$f_{joint} = \frac{A_{joint}}{A_{mat} + A_{joint}} = 1 - \frac{l.h}{(l + d).(h + d)}$$ (-)

waarin (zie Figuur [49]):

l en h lengte en hoogte van het rechthoekige bouwmateriaal, in mm;

d dikte van de voeg, in mm (vaak 6 of 12 mm).

Figuur [49]: Parameters voor de bepaling van de mortelfractie van metselwerk



$A_{joint} = (l+h+d).d$

$A_{mat} = l.h$

Voor andere geometrische configuraties (bv. geen kopse voeg) dient de fractie op aangepaste manier berekend te worden, en in Eq. 88 ingebracht te worden.

Volgende conventies mogen gehanteerd worden

- indien de voegbreedte nergens meer dan 3mm bedraagt, is het toegelaten de invloed van de voeg niet in te rekenen (ongeacht het voegmateriaal). In dat geval geldt dus: $\lambda_U = \lambda_{U,mat}$
- voor de voegfractie mogen altijd de volgende waarden bij ontstentenis gebruikt worden:
  - indien $\lambda_{U,joint} < \lambda_{U,mat}$: $f_{joint} = 0.00$ (0%)
  - indien $\lambda_{U,joint} > \lambda_{U,mat}$:
    - voor binnenmetselwerk: $f_{joint} = 0.16$ (16%)
    - voor buitenmetselwerk: $f_{joint} = 0.28$ (28%)

Voorbeelden van materialen die courant met voegwerk uitgevoerd worden, zijn:

- natuursteen (tabel A.2)
- metselstenen (tabellen A.3 tot A.8)
- holle blokken (tabel B.1)
- glasbouwstenen (§ 11.1)
- ...

G.3.2 λ_U-waarde van geperforeerde bouwstenen of -blokken

Deze paragraaf verduidelijkt de toepassing van de NOTA 3 van bijlage A.1.

Naargelang de gekende informatie m.b.t. de geperforeerde steen kan de λ_U-waarde op de volgende manieren bepaald worden:

1) Indien de aard van de steen gekend is, evenals de volumemassa van de volle steen (scherfgewicht) en het percentage perforaties, dan wordt de volumemassa van de geperforeerde steen berekend en wordt de hiermee overeenstemmende λ_U-waarde uit de corresponderende tabel gehaald. Een voorbeeld:
   - Gegeven: een gecertificeerde steen van gebakken aarde met 30% perforaties en een volumemassa van de scherf (volle steen) van 1800 kg/m³;
   - Bepaling: aangezien de volle steen een volumemassa heeft van 1800 kg/m³ en de steen 30% perforaties heeft, is de volumemassa van de geperforeerde steen gelijk aan 1800 kg/m³ x 70% = 1260 kg/m³; de λ_{Ui}-waarde die overeenstemt met deze volumemassa van 1260 kg/m³ is 0,42 W/(m.K) (zie tabel A.3).

2) Indien de aard van de steen gekend is, evenals de afmetingen en de massa van de geperforeerde steen, maar het percentage perforaties niet gekend is, dan kan de λ_U-waarde direct gehaald worden uit de corresponderende tabel. Een voorbeeld:

- Gegeven: een gecertificeerde geperforeerde steen met afmetingen 290 x 140 x 90 mm en een massa van 4,6 kg;
- Bepaling: de volumemassa van de geperforeerde baksteen is gelijk aan de massa gedeeld door het volume, d.w.z 4,6/(0,29x0,14x0,09) = 1260 kg/m³; de λ_{Ui}-waarde kan rechtstreeks bepaald worden voor deze volumemassa van 1260 kg/m³, d.w.z. 0,42 W/(m.K) (tabel A.3).

G.4 Conventies voor niet-homogene bouwlagen met houtstructuur

Vele wanden bevatten niet homogene bouwlagen waarin een houtstructuur verwerkt is. Typische voorbeelden hiervan zijn balklagen in hellende of platte daken, houten vloeren of plafonds, houtskeletwanden, enz. Meestal bevinden zich tussen deze houtstructuur isolatielagen waarvan het isolerend vermogen verzwakt wordt door de aanwezigheid van houten balken of stijlen die de isolatielagen onderbreken.

Bij de bepaling van de U-waarde van dergelijke wanden dient de warmteweerstand van de bouwlagen met houtstructuur berekend te worden in functie van de houtfractie in deze lagen.

Omwille van de zeer grote verscheidenheid van afmetingen van gordingen, balken, kepers, enz... evenals de variabele tussenafstanden na plaatsing van deze elementen, is het weinig zinvol om voor houtfracties bruikbare tabelwaarden op te geven. Indien voldoende gegevens beschikbaar zijn m.b.t. de houtbreedte en de tussenafstanden (hart op hart) van repetitieve houten elementen, dan kan de houtfractie van de bouwlaag waarin de houten elementen geplaatst zijn, berekend worden op de volgende wijze:

Eq. 90
$$\text{Houtfractie} = \frac{\text{Breedte van de houten elementen}}{\text{Gemiddelde tussenafstand (hart op hart)}} \quad (-)$$

Bij de bepaling van de houtfractie dient niet alleen rekening gehouden te worden met de kepers of balken, maar eveneens met de eventueel aanwezige houten dwarsverbindingen die de structuur verstevigen. Voor deze dwarsverbindingen wordt de houtfractie vermeerderd met een additionele term van 1% (+ 0,01).

Er mag steeds gebruik gemaakt worden van waarden bij ontstentenis, die een bovenwaarde zijn van de meest voorkomende waarden (zie Tabel G1).

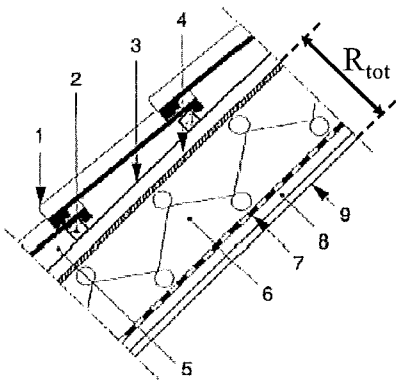
Tabel G 1: Houtfracties (waarden bij ontstentenis) voor bouwlagen met houtstructuur

Houtstructuur	Houtfractie (waarden bij ontstentenis)
Gordingendak (gordingen - primaire draagstructuur)	0,11
Gordingendak (kepers - secundaire draagstructuur)	0,20
Sporen- of spantendak (spanten - secundaire draagstructuur)	0,12
Houten vloeren (balken - secundaire draagstructuur)	0,11
Houtskeletwanden	0,15

G.5 Bijkomende conventies voor de bepaling van de U-waarde

G.5.1 Daken met pannen of leien als dakbedekking

Figuur [50]: Warmteweerstand van een pannen- of leiendak



1: dakbedekking (pannen of leien)
2: panlatten
3: tengellatten
4: onderdak
5: luchtspouw tussen dakbedekking en onderdak
6: isolatie
7: lucht- en dampscherm
8: leidingenspouw
9: binnenafwerking

In het geval van een leiendak of een pannendak (Figuur [50]) wordt aangenomen dat de luchtspouw tussen de dakbedekking en het onderdak een sterk geventileerde luchtlaag is. Dit betekent dat alle bouwlagen tussen deze luchtspouw en de buitenomgeving verwaarloosd worden bij de berekening van de totale warmteweerstand van het dak en dat de warmteovergangsweerstand ter hoogte van het onderdak gelijk genomen wordt aan R_{si} (zie § 5.4.2.4):

Eq. 91 $1/U = R_T = R_{si} + R_{tot} + R_{si}$ $m^2.K/W$

met:

R_{tot} som van de warmteweerstanden van alle bouwlagen tussen de binnenomgeving en de sterk verluchte spouw (lagen 4, 6, 7, 8 en 9 in Figuur [50]), in $m^2.K/W$.

G.5.2 Verlaagde plafonds

In het kader van de energieprestatieregelgeving wordt er a priori van uitgegaan dat de ruimte boven het verlaagd plafond niet luchtdicht afgesloten is van de onderliggende ruimte. De warmteweerstand van het verlaagd plafond wordt dan ook verwaarloosd. Enkel indien aangetoond kan worden dat het verlaagd plafond luchtdicht afgesloten is (bv. met rondom afgekleefde luchtdichte folies), kunnen de warmteweerstanden van het vals plafond en van de ruimte tussen het vals plafond en de bovenliggende constructie meegerekend te worden bij de bepaling van de U-waarde van het plafond of dak.

G.5.3 Vloeren

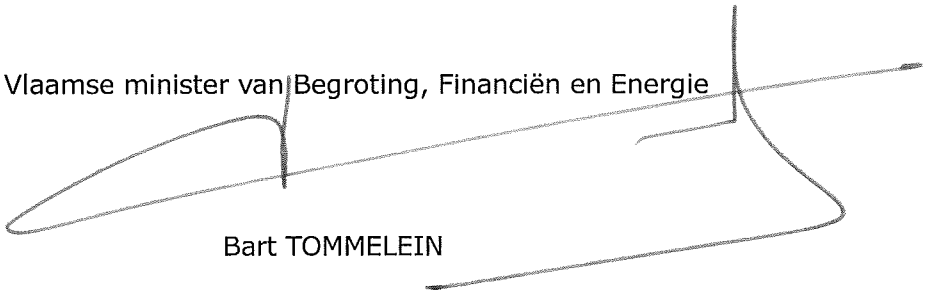
De volgende conventies zijn geldig bij de bepaling van de U-waarde van vloeren:

- Voor vloeren op volle grond en muren in contact met de grond wordt geen rekening gehouden met opvullingen die zich onder de vloerplaat of tegen de muur bevinden en waarvan de rekenwaarde van de van toepassing zijnde warmtegeleidbaarheid (binnen- of buitenomstandigheden) groter is dan 0.4 W/(m.K) (bv. gestabiliseerd zand of losgestorte steenslag); deze materialen worden beschouwd als behorend tot de grond.
- De U-waarde houdt geen rekening met de warmteweerstand van afwerkingslagen of vloerbekledingen die niet vast bevestigd zijn of die gemakkelijk te verwijderen zijn, zoals tapijten, karpetten, enz.

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel, ...

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie



Bart TOMMELEIN

Bijlage 7

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 Toegestane vereenvoudigingen aan het geometrische model 7

*6.1.3 Niet-homogene bouwlagen ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.***

6.1.4 Eisen aan het grid 9

6.2 Inputgegevens 10

6.2.1 Warmtegeleidbaarheid 10

6.2.2 Warmteovergangsweerstanden 11

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 16

7.4.1 Gedetailleerde rekenmethode 17

7.4.2 Vereenvoudigde rekenmethode 18

7.5 Bouwknopen in het geval van bouwelementen in houtskeletstructuur 19

8 EISEN AAN DE RAPPORTERING 19

8.1 Invoergegevens 19

8.2 Uitvoergegevens 20

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 puntwarmtedoorgangscoëfficiënten (Ψ- en χ-waarden). Deze lijn- en puntwarmtedoorgangscoëfficiënten zijn gedefinieerd voor onderstaande situaties:

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

Deze rekenprocedures zijn niet van toepassing op de berekening van warmtedoorgangscoëfficiënten 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 10211:2008	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

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	Warmtedoorgangscoëfficiënt	$W/(m^2.K)$
ΔU	Correctieterm op de warmtedoorgangscoëfficiënt	$W/(m^2.K)$
λ	Warmtegeleidbaarheid van een bouwmateriaal	W/(m.K)
Ψ	Lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt	W/(m.K)
Φ	Warmtestroom	W
χ	Puntwarmtedoorgangscoëfficiënt	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 A van NBN EN ISO 10211:2008 gesteld worden aan een "*high precision method*".

Onderstaande aanpassingen zijn van toepassing op bijlage A van NBN EN ISO 10211:2008:

- figure A.3.b: the boundary condition between A and C should be γ
- equation A.5 should read: $\Phi_{b,a}$ = ...= 2,094 x (15-20) = -10,47 W
- equation A.7 should read: $\Phi_{b,g} + \Phi_{a,g}$ = 24,36 + 35,62 = 59,98 W
- equation A.8 should read: $\Phi_{b,g} + \Phi_{b,a}$ = 24,36 - 10.47 = 13,89 W
- equation A.9 should read: $\Phi_{a,g} + \Phi_{a,b}$ = 35,62 + 10,47 = 46,09 W
- Second paragraph of the section A.1.5 Case 4 : "lowest internal surface temperatures" should be replaced by "highest surface temperature on the external side"

6 Voorwaarden voor het numeriek model

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

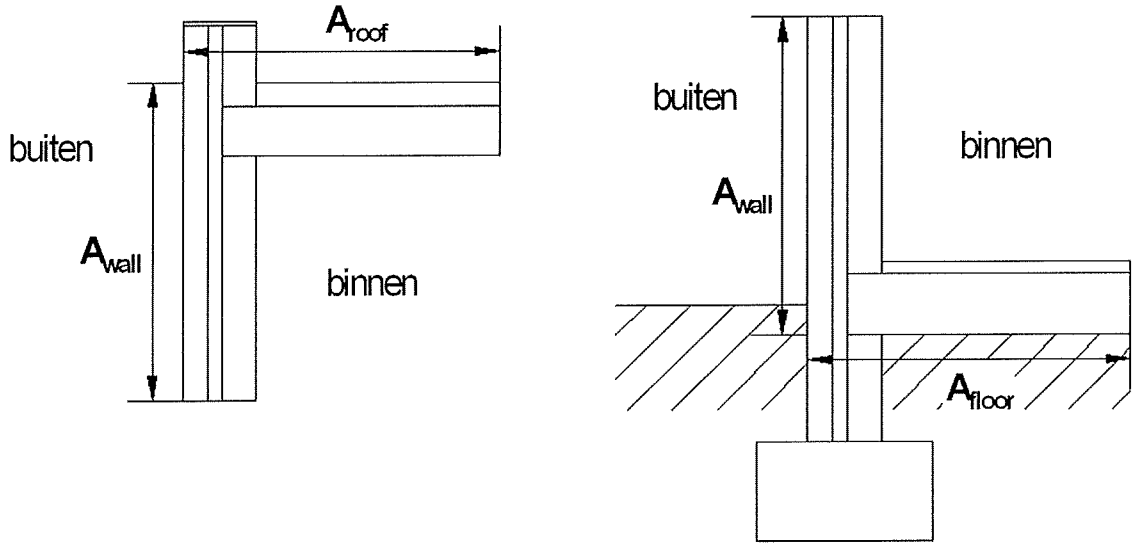
6.1 Geometrische eisen

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).



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], ❶ of ❷).

Eq. 14 $d_{min} = \max(1;\ 3.d)$ m

waarin :

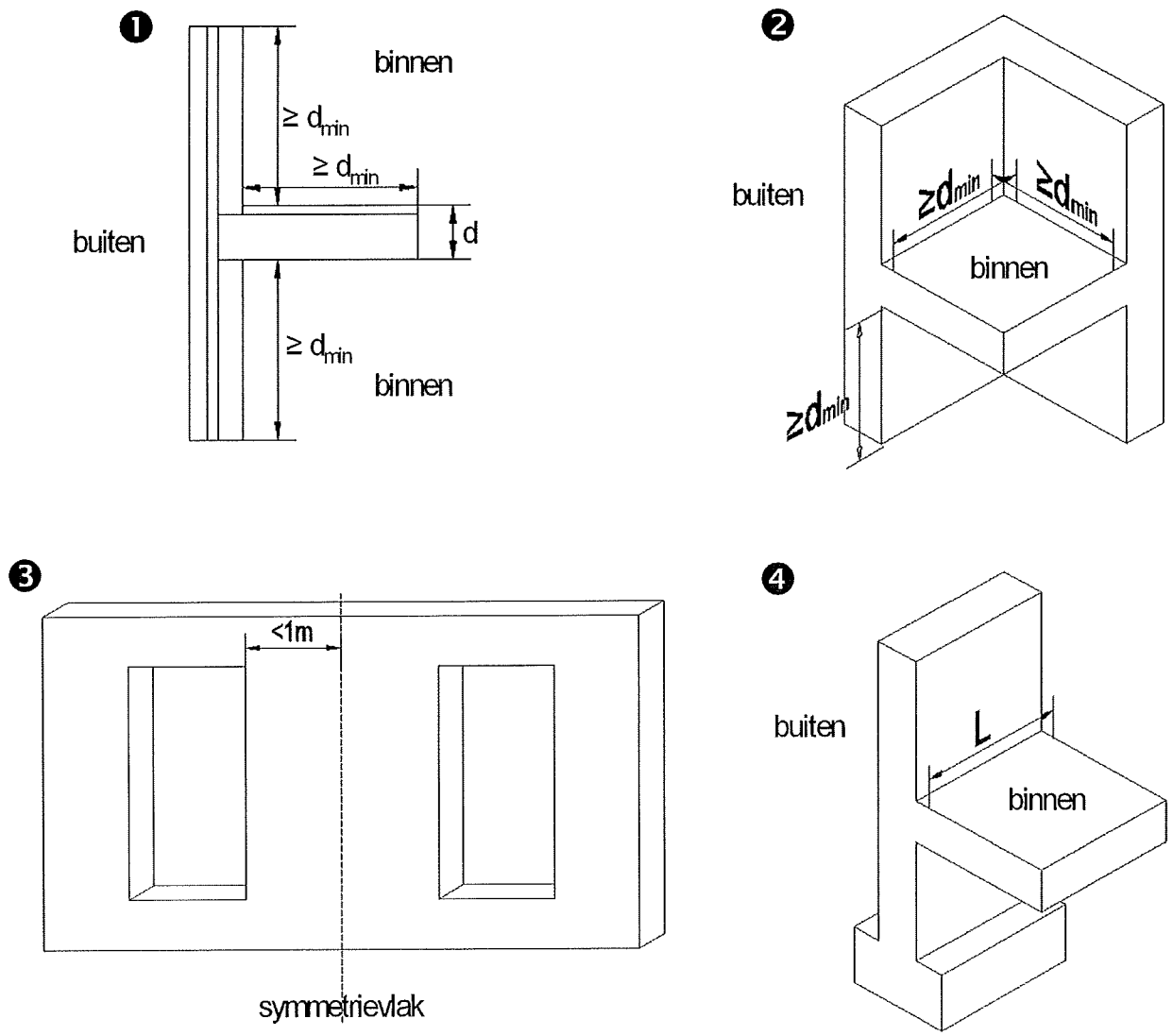
d de dikte van het betreffende constructiedeel, in m.

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

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

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

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



6.1.1.2 Bouwknopen 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 :

Eq. 15 $B' = 2.A/P$ m

met:

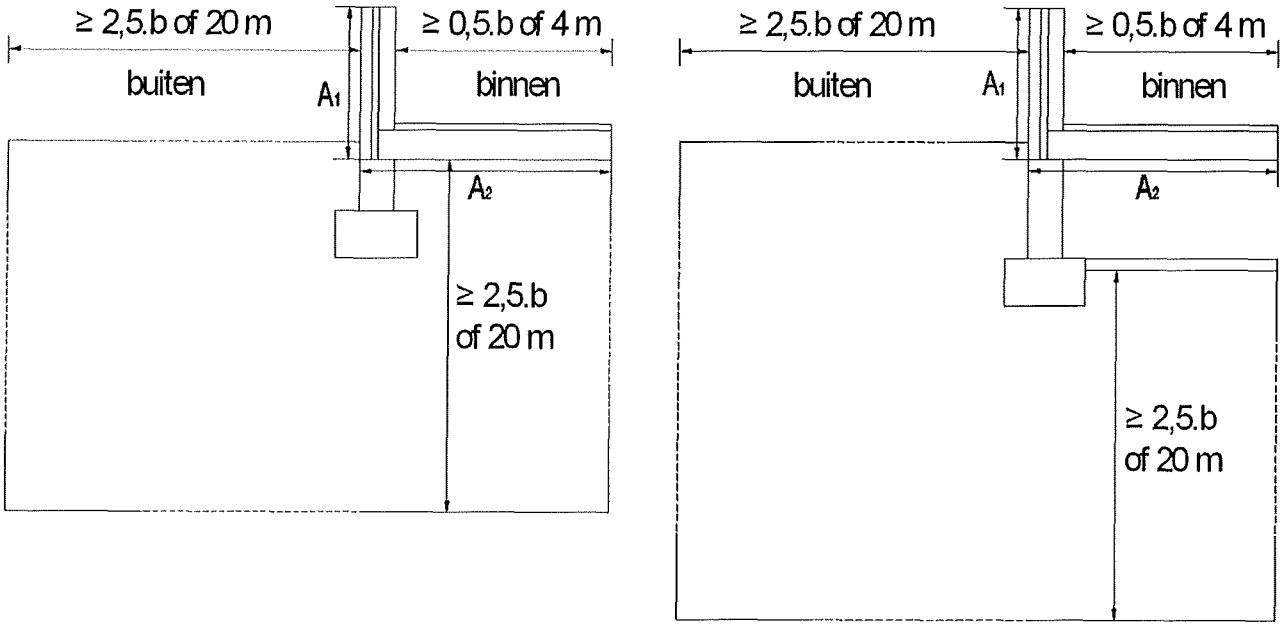
A de totale vloeroppervlakte, op basis van de buitenafmetingen, in m^2;

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.

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 10211:2008.

De belangrijkste toegestane vereenvoudigingen zijn hieronder opgesomd.

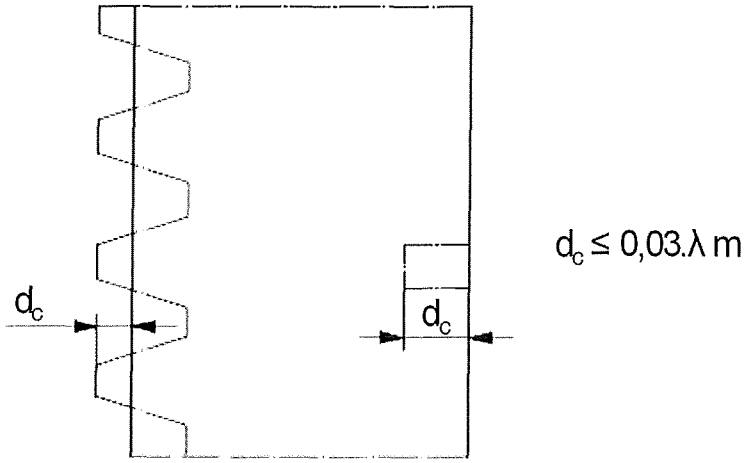
- Niet-metaallagen met een dikte kleiner dan 1 mm mogen verwaarloosd worden. Dunne metaallagen mogen enkel verwaarloosd worden indien kan aangetoond worden dat ze een verwaarloosbare invloed hebben op de warmtestroom.
  VOORBEELDEN: *bouwfolies, damp-, water- en luchtschermen,…*

- 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 $0,03.\lambda$, en m, gemeten loodrecht op het materiaaloppervlak.

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

Figuur [4]: Het uitvlakken van geprofileerde oppervlaktes (links) of een lokale dikteverandering (rechts) aan het binnen- of buitenoppervlak (Figuur uit NBN EN ISO 10211:2008) .



- 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 warmteovergangsweerstand 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 bouwknoop.

Enkel de lineaire onderbrekingen ten gevolge van doorgaande kopse en streks voegen tengevolge van metselwerk 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':

Eq. 2 $$\lambda' = \frac{A_1 . \lambda_1 + \ldots + A_n . \lambda_n}{A_1 + \ldots + A_n}$$ W/(m.K)

op voorwaarde dat de equivalente warmtegeleidbaarheid λ' na vereenvoudiging kleiner dan of gelijk is aan 1,5 keer de laagste warmtegeleidbaarheid van de voorkomende materialen:

Eq. 16 $\lambda' \leq 1{,}5 \cdot \min(\lambda_1 ; \ldots ; \lambda_n)$ W/(m.K)

met:

$\lambda_1, \ldots, \lambda_n$ de warmtegeleidbaarheden van de voorkomende materialen, in W/(m.K°)

$A_1, \ldots, A_n$ de overeenkomstige oppervlakten loodrecht op de warmtestroom.

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

VOORBEELDEN: *spouwankers, 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 puntbouwknoop. Ze moeten daarom niet gemodelleerd of vereenvoudigd ingerekend worden in het numeriek model van de lineaire of puntbouwknoop. 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 bouwknoop 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 bouwknoop

VOORBEELDEN: *puntsgewijze verankering van geveldragers 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 puntbouwkno(o)p(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 bouwknoop.

6.1.4.2 χ-waarde puntbouwkno(o)p(en) nog niet gekend

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

1. Bepaling van Ψ_e-waarde van de lineaire bouwknoop, in W/(m.K), op basis van het tweedimensionaal numeriek model zonder puntbouwknoop. 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 puntbouwknoop samen. In de richting parallel met de lineaire bouwknoop moet de lengte van het model gelijk zijn aan 1/n, in meter, met n het aantal puntbouwknopen per lopende meter.
3. Bepaling van de χ-waarde van de puntbouwknoop, in W/K, als:

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

met:

n	het aantal puntbouwknopen per lopende meter;
ΔT	het temperatuursverschil tussen binnen en buitenomgeving.

6.1.4.3 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 bouwknoopmodellering.

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:

$$\textbf{Eq. 3} \quad \lambda_g = \frac{d_g}{R_g} \qquad \text{W/(m.K)}$$

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 § **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, 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.

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 bouwknopen worden gekenmerkt door de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt Ψ (uitgedrukt in W/(m.K)) of de puntwarmtedoorgangscoëfficiënt χ (uitgedrukt in W/K). Deze warmtedoorgangscoëfficiënten 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 **lijnwarmtedoorgangscoëfficiënt Ψ_e** is gedefinieerd als:

Eq. 4 $$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \qquad W/(m.K)$$

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:

Eq. 5 $$\Phi_{1D} = \sum U_i . A_i . (\theta_i - \theta_e) \qquad W$$

waarin:

U_i de U-waarde van scheidingsconstructie i, in W/(m².K);

A_i de oppervlakte van scheidingsconstructie i van het model, op basis van buitenafmetingen, in m²;

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

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

De **puntwarmtedoorgangscoëfficiënt χ_e** wordt op een analoge manier bepaald:

Eq. 6 $$\chi_e = \frac{\Phi_{3D} - \Phi_{2D}}{\theta_i - \theta_e} \qquad W/K$$

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 bouwknopen die ontstaan door het samenkomen van scheidingsconstructies, in W, berekend volgens:

Eq. 7 $\Phi_{2D}=\sum_i U_i . A_i . (\theta_i-\theta_e) + \sum_k \Psi_{e,k} . L_k . (\theta_i-\theta_e)$ W

waarin:

U_i de U-waarde van scheidingsconstructie i, in W/(m².K);

A_i de oppervlakte van scheidingsconstructie i van het model, op basis van buitenafmetingen, in m²;

$\Psi_{e,k}$ de lineaire warmtedoorgangscoëfficiënt 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 bouwknopen worden begrensd door meer dan twee omgevingen. Voorbeelden hiervan zijn een funderingsaanzet boven een onverwarmde kelder of kruipruimte of bouwknopen 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 °C;
- buiten: θ_e = naar keuze, in °C;
- AOR / onverwarmde kelder / kruipruimte: $\theta_u = \theta_e$, in °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 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**):

Eq. 8 $\Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L\cdot(\theta_i-\theta_e)} - \frac{U_1 . A_1}{L} - \frac{U_2 . A_2}{L}$ 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 warmtedoorgangscoëfficiënt van de scheidingsconstructie tussen binnen- en buitenomgeving, in W/(m².K);

A_1 de oppervlakte van de scheidingsconstructie tussen binnen- en buitenomgeving, op basis van buitenafmetingen, in m²;

U_2 de warmtedoorgangscoëfficiënt van de scheidingsconstructie tussen binnenomgeving en AOR/onverwarmde kelder/kruipruimte, als hieronder bepaald, W/(m².K);

A_2 de oppervlakte van de scheidingsconstructie tussen binnenomgeving en AOR/kelder/kruipruimte, op basis van buitenafmetingen, in m².

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

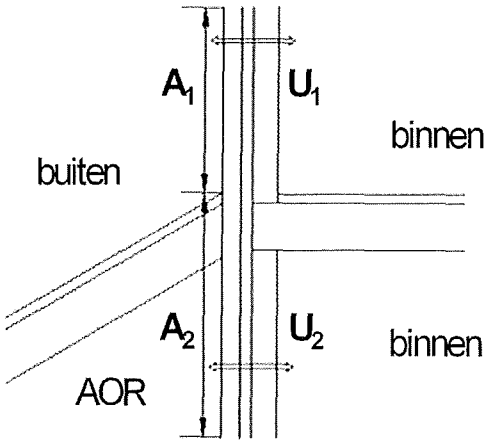
Eq. 9 $$U_2 = \frac{1}{R_{si} + \sum_i R_i + R_{si}}$$ W/(m².K)

met:

R_{si} de warmteovergangsweerstand voor binnencondities, in m².K/W ;

$\sum_i R_i$ de totale warmteweerstand van alle bouwlagen van het bouwelement (van oppervlak tot oppervlak), in m².K/W.

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



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:

Eq. 10 $$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{A_1 \cdot U_1}{L} - \frac{\Phi_{2D,a}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \Psi_{e,edge} \qquad W/(m.K)$$

met:

Φ_{2D} de totale tweedimensionale stationaire warmtestroom die de binnenomgeving verlaat, berekend met gevalideerde numerieke software, in W;

L lengte waarover de lineaire bouwknoop 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 m² ;

U_1: warmtedoorgangscoëfficiënt van de muur, in W(m².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.

$\Psi_{e,edge}$ de lijnwarmtedoorgangscoefficient van de randisolatie. Indien de lijnwarmtedoorgangscoëfficiënt van de funderingsaanzet het effect van de randisolatie mag bevatten, moet $\Psi_{e,edge}$ gelijk aan nul gesteld worden. Indien de lijnwarmtedoorgangscoëfficiënt van de funderingsaanzet het effect van de randisolatie niet mag bevatten, dan moet $\Psi_{e,edge}$ berekend worden als:

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

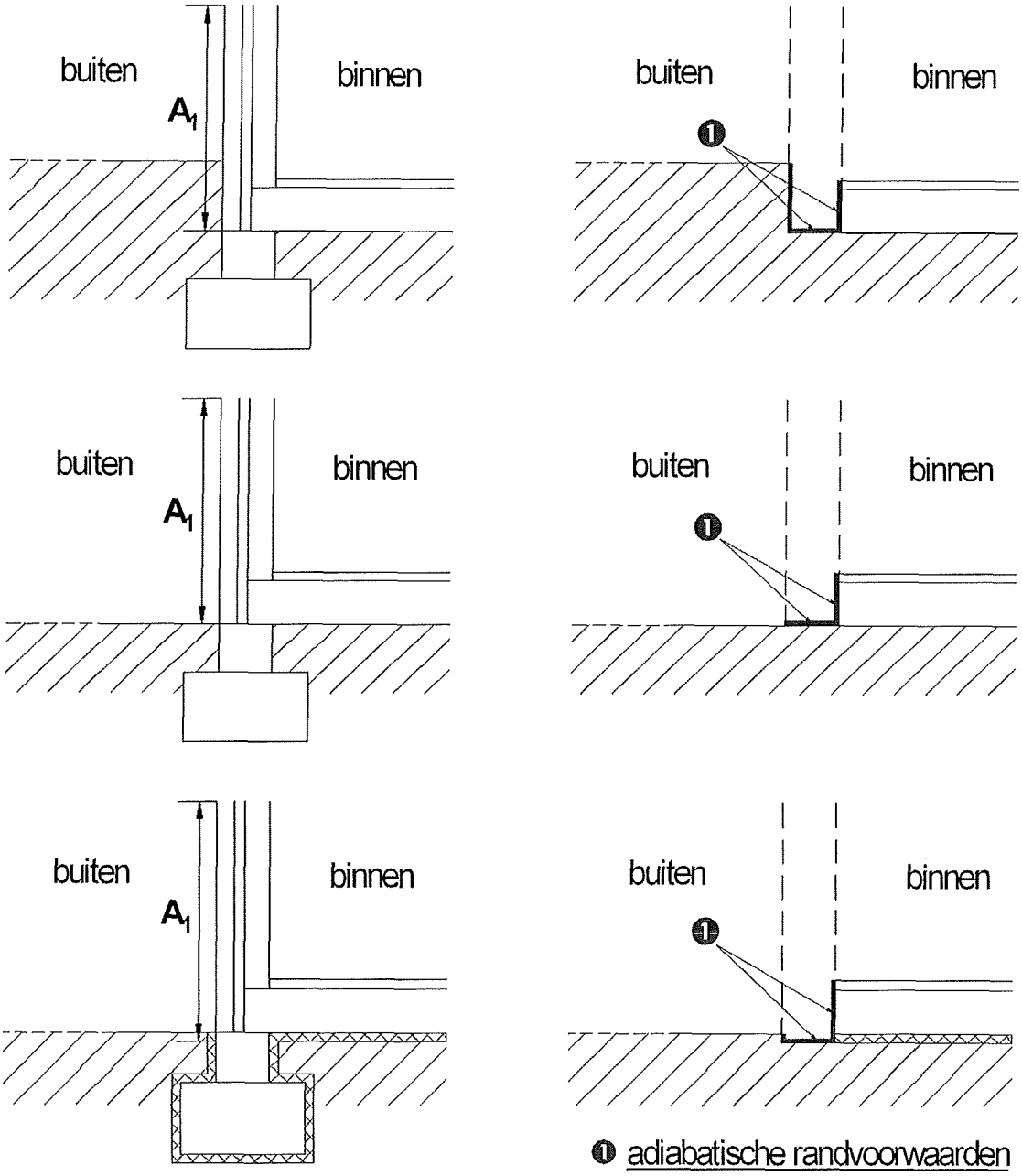
met:

$\Phi_{2D,b}$ 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:

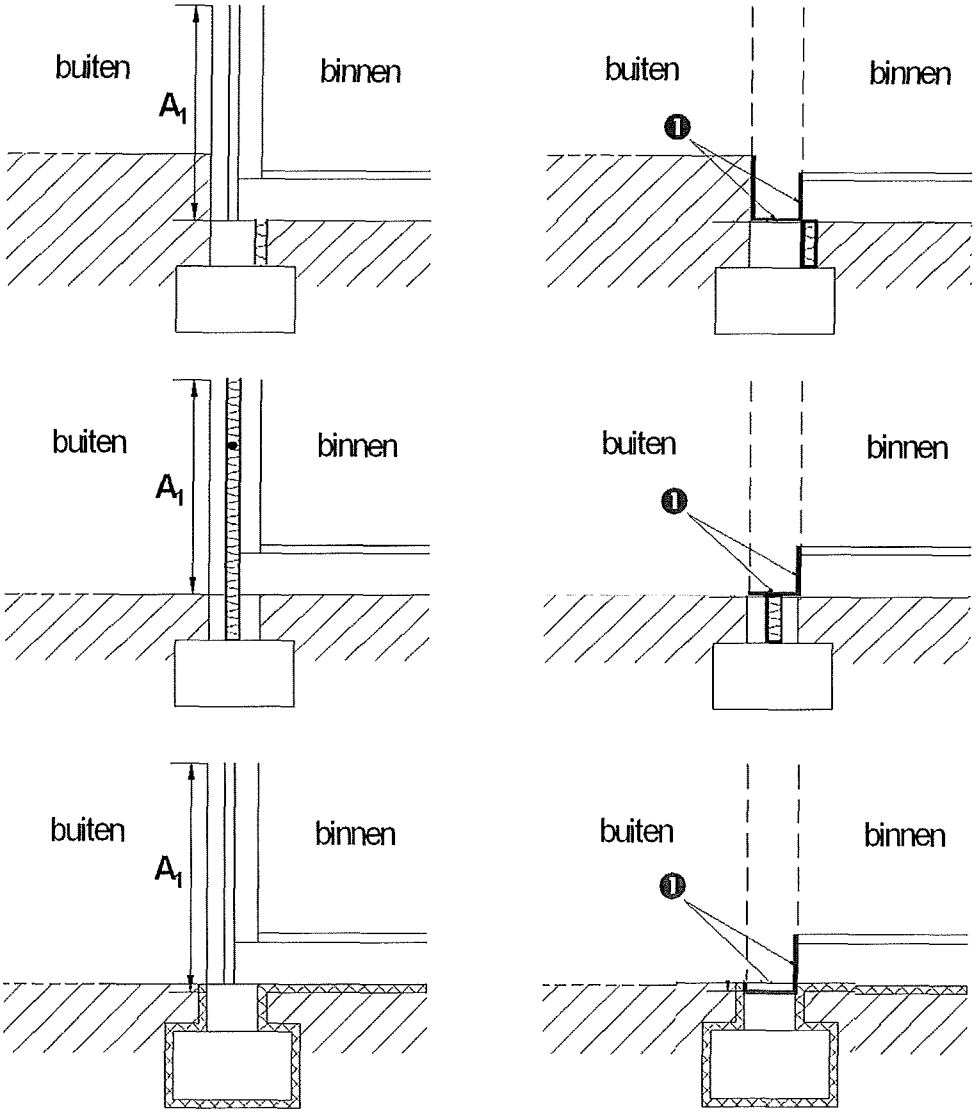
- behoud van alle funderingsmassieven en randisolatie;
- opleggen van adiabatische randvoorwaarden waar de muur (die principieel loopt tot onderkant vloerplaat, inclusief vloerisolatie) in contact is met de vloer op volle grond of de grond.

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

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



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

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:

Eq. 11 $$\Psi_e = \frac{\Phi_{2D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} - \frac{A_1 . U_1}{L} - \frac{A_2 . U_2}{L}$$ 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;
A_1	de oppervlakte van de wand tussen binnen- en buitenomgeving, op basis van buitenafmetingen, in m²;
U_1	de warmtedoorgangscoëfficiënt van de wand, in W/(m².K);
A_2	de geprojecteerde raamprofieloppervlakte aan de buitenzijde, op basis van buitenafmetingen, in m²;
U_2	de warmtedoorgangscoëfficiënt van het raamprofiel, in W/(m².K).

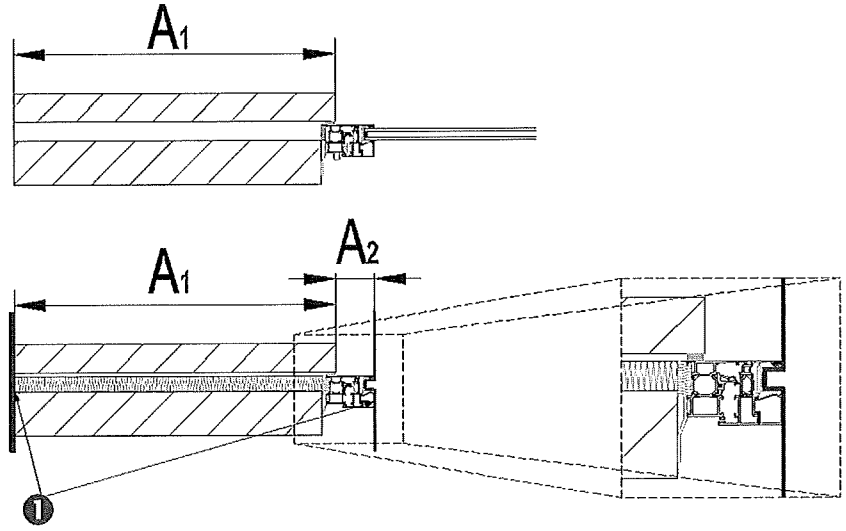
7.4.1 Gedetailleerde rekenmethode

Bij de gedetailleerde rekenmethode wordt het raam- of deurprofiel in detail gemodelleerd en wordt de warmtedoorgangscoëfficiënt U_2 uit Eq. 11 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 [7] toont de parameters die noodzakelijk zijn voor de berekening van de Ψ-waarde.

Figuur [7]: 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 [8]):

- 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 warmtedoorgangscoëfficiënt van het totale blokje identiek gelijk is aan de warmtedoorgangscoëfficiënt 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:

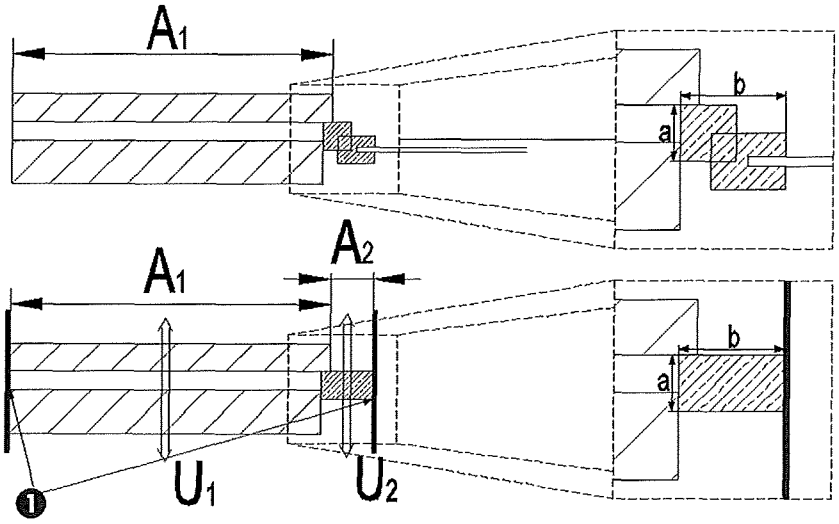
Eq. 12 $$\lambda'_f = \frac{a}{\frac{1}{U_f} - R_{si} - R_{se}} \qquad W/(m.K)$$

met:

a	een dimensie van het blokje (zie Figuur [8]), in m ;
U_f	de warmtedoorgangscoëfficiënt van het raamprofiel, bepaald volgens bijlage TRD, in W/(m².K) ;
R_{si}	de warmteovergangsweerstand binnen, in m².K/W;
R_{se}	de warmteovergangsweerstand buiten, in m².K/W.

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

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



❶ adiabatische randvoorwaarden

7.5 Bouwknopen 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-waardes 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:

Eq. 13 $$U = \frac{\Phi_{2D/3D}}{A \cdot (\theta_i - \theta_e)}$$ W/(m².K)

met:

$\Phi_{2D/3D}$ de totale twee- of driedimensionale stationaire warmtestroom doorheen de scheidingsconstructie, inclusief lineaire onderbrekingen eigen aan 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 gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel, ...

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie

Bart TOMMELEIN

Bijlage 8

Bijlage XVIII : Bepaling van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving.

Deze bijlage betreft de bepaling van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving (§ 7.8.9 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010).

1 *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.

2 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.

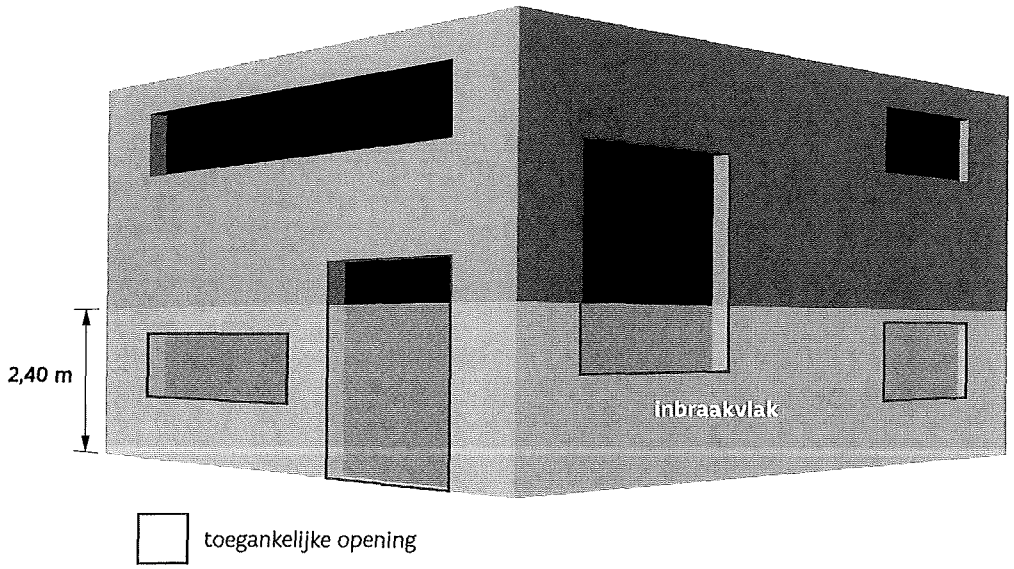
3 Regels voor de bepaling van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving

3.1 Toegankelijkheid van openingen voor intensieve ventilatie

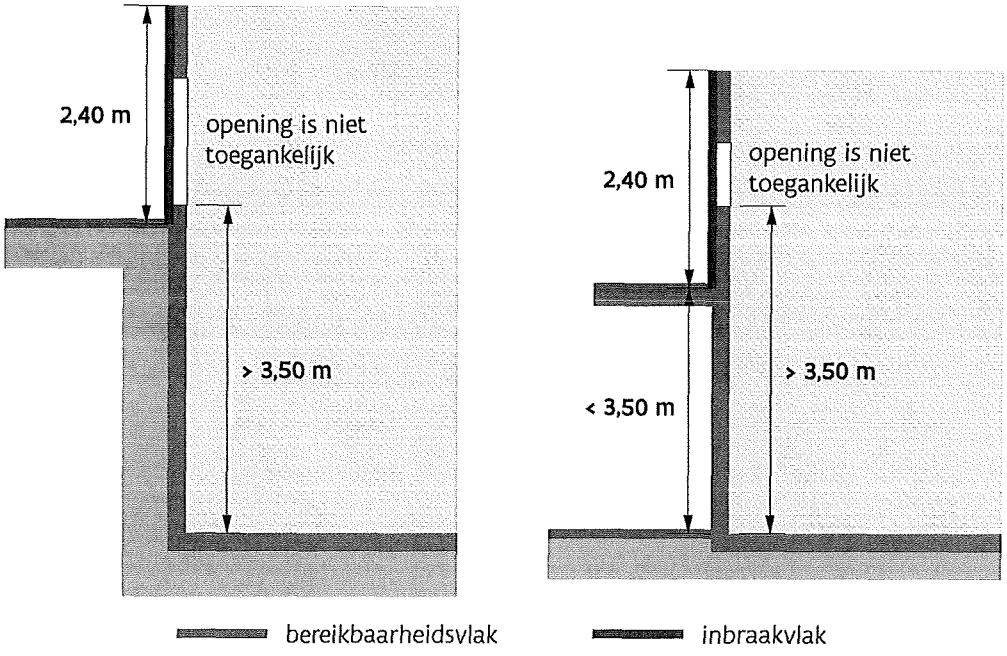
Openingen voor intensieve ventilatie zijn toegankelijk vanuit de buitenomgeving indien zij geheel of gedeeltelijk zijn gelegen in de uitwendige scheidingsconstructie van een EPW-eenheid tot een maximale hoogte van 2,4 m vanaf het aansluitende terrein en wateroppervlak. (figuur 1A)

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)



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.

3.2 Het inbraakvlak

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

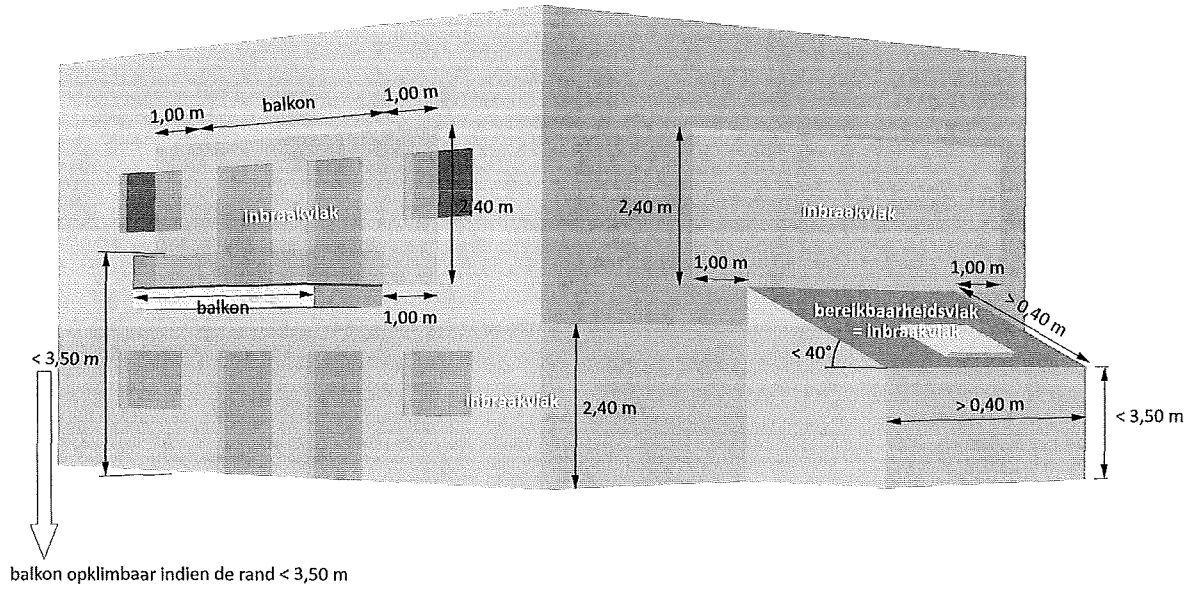
Het inbraakvlak heeft een breedte gelijk aan de breedte van het bereikbaarheidsvlak met aan weerszijden 1,0 m extra, en een hoogte van 2,4 m ten opzichte van het bereikbaarheidsvlak. (figuur 2A)

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:

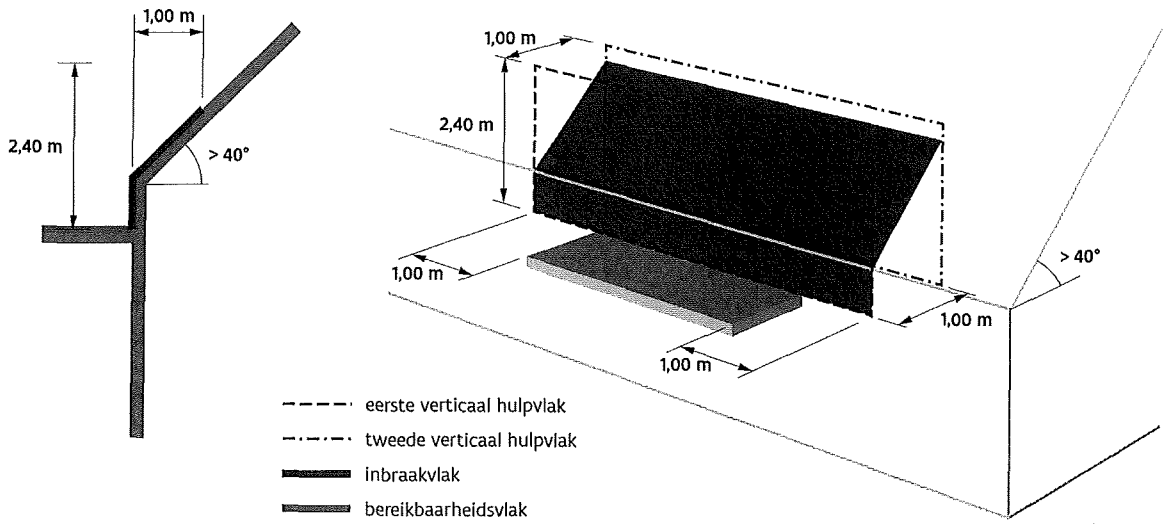
- Eerste verticaal hulpvlak: denkbeeldig vlak met een breedte gelijk aan de breedte van het bereikbaarheidsvlak met aan weerszijden 1,0 m extra en een hoogte van 2,4 m ten opzichte van het bereikbaarheidsvlak. Het eerste hulpvlak staat op de rand van het bereikbaarheidsvlak, welke het dichtst bij het 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)

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 §3.3). In dit geval kan een bereikbaarheidsvlak tegelijk een inbraakvlak zijn. (figuur 2A)



Figuur 2A: voorstelling van mogelijke inbraakvlakken



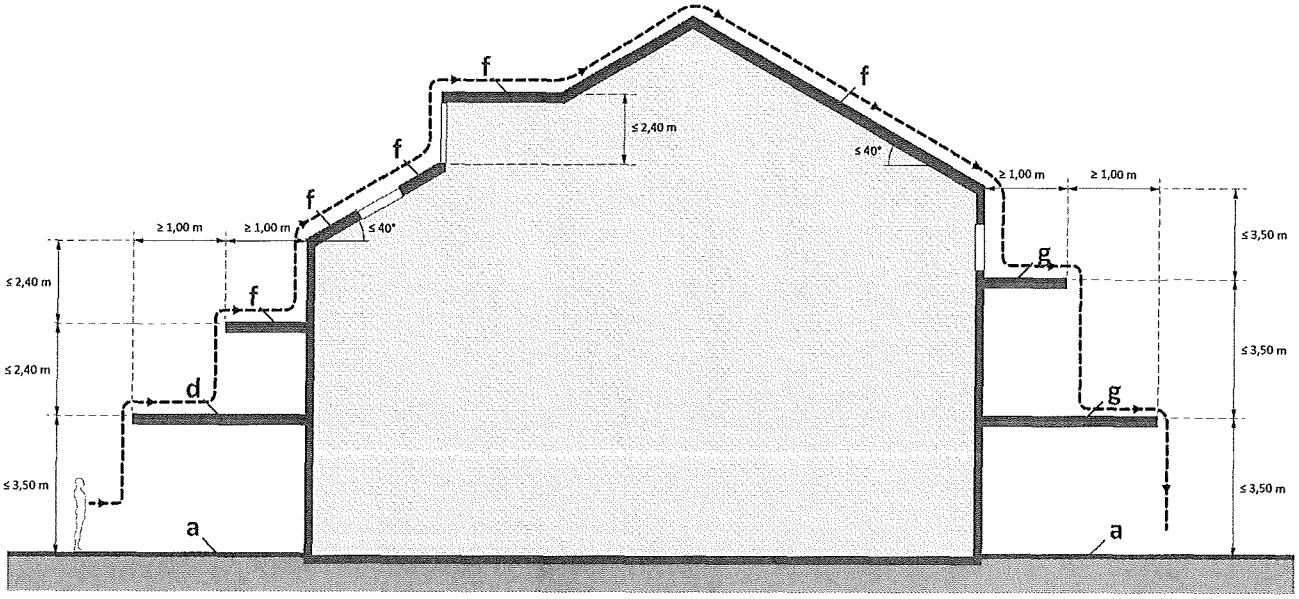
Figuur 2B: methode van projectie met behulp van 2 verticale hulpvlakken

3.3 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):

a. Het vlak is aansluitend terrein en/of aansluitend wateroppervlak;
b. Het vlak is een vloer van gemeenschappelijke delen van een woongebouw;
c. Het vlak is vanaf het aansluitende terrein toegankelijk via een vaste trap;
d. Het vlak heeft een minimale afmeting van 0,4 x 0,4 m en het laagste punt ervan ligt maximaal 3,5 m hoger dan het aansluitend terrein en aansluitend wateroppervlak;
e. Het vlak heeft een minimale afmeting van 0,4 x 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;
f. Het vlak heeft een minimale afmeting van 0,4 x 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;
g. Het vlak heeft een minimale afmeting van 1,0 x 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.



Figuur 3: voorstelling van mogelijke bereikbaarheidsvlakken

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel, ...

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie

Bart TOMMELEIN

Bijlage 9

Bijlage 1 - Inrekening van een combilus in het kader van de energieprestatieregelgeving

1 BEPALING BRUTO ENERGIEBEHOEFTE 2

1.1 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming 2

1.2 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater 3

1.3 Maandelijks rendement van een combilus 6

1.3.1 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 ELECTRICITEITSVERBRUIK 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

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, $Q_{heat,gross,seci,m}$, als:

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

waarin:

$Q_{heat,net,sec\ i,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 7.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden en volgens § 5.3 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPN-eenheden, in MJ;

$\eta_{sys,combi,heat,sec\ i,m}$ 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, $\eta_{sys,combi,heat,sec\ i,m}$, als:

- voor energiesectoren in EPW-eenheden:

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

- voor energiesectoren in EPN-eenheden:

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

met:

$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$ het maandgemiddeld afgifterendement van energiesector i, (-), waarbij de waarden voor de categorie 'centrale verwarming' uit § 9.2.2.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 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;

$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$ het maandgemiddeld verdeelrendement van energiesector i, bepaald volgens § 9.2.2.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-). Enkel de leidingen voor ruimteverwarming, te rekenen vanaf het aftakpunt van de combilus, moeten hierbij beschouwd worden;

$\eta_{EPstor,heat,sec\ i,m}$ het maandgemiddeld opslagrendement van energiesector i, op het niveau van de EPB-eenheid. Dit wordt bepaald zoals $\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$ in § 9.2.2.4 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 waarbij enkel warmwatertanks voor ruimteverwarming die tussen de combilus en energiesector i opgesteld staan, beschouwd moeten worden, (-);

$\eta_{combi,m}$ het maandelijks rendement van de combilus, bepaald volgens § 1.3, (-);

$\eta_{sys,heat}$ het systeemrendement voor verwarming, bepaald volgens § 6.3 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-).

1.2 De maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater

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

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

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

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

met:

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

$Q_{water,bath\ i,net,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 7.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden en § 5.10 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPN-eenheden, in MJ;

$\eta_{sys,combi,water,bath\ i,m}$ het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van douche of bad i, rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, zoals hieronder bepaald, (-);

$r_{water,sink\ j,gross}$ 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, (-);

$Q_{water,sink\ j,net,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht j, bepaald volgens § 7.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden en § 5.10 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPN-eenheden, in MJ;

$\eta_{sys,combi,water,sink\ j,m}$ het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van keukenaanrecht j, rekening houdend met de aanwezigheid van de combilus, zoals hieronder bepaald, (-);

$r_{water,other\ k,gross}$ 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, (-);

$Q_{water,other\ k,net,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt k, bepaald volgens § 5.10 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in MJ;

$\eta_{sys,combi,water,other\ k,m}$ 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, $\eta_{sys,combi,water,bath\ i,m}$, $\eta_{sys,combi,water,sink\ j,m}$ en $\eta_{sys,combi,water,other\ k,m}$ als:

- Indien het opwekkingsrendement van de combilus (zie § 2.3) wordt bepaald op basis van § 10.3.3.4.1 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, geldt:

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

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

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

- Indien het opwekkingsrendement van de combilus (zie § 2.3) niet wordt bepaald op basis van § 10.3.3.4.1 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, geldt:

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

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

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

met:

$\eta_{tubing,bath\ i}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{combi,m}$ het maandelijks rendement van de combilus, bepaald volgens § 1.3, (-);

$\eta_{EPstor,water,bath\ i,m}$ het maandelijks opslagrendement van douche of bad i op niveau van de EPB-eenheid, zoals hieronder bepaald (-);

$\eta_{tubing,sink\ j}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht j, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{EPstor,water,sink\ j,m}$ het maandelijks opslagrendement van keukenaanrecht j op niveau van de EPB-eenheid, zoals hieronder bepaald (-);

$\eta_{tubing,other\ k}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar andere tappunt k, zoals bepaald in § 6.5 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{EPstor,water,other\ k,m}$ 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, $\eta_{EPstor,water,m}$ 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:

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

- 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, geldt:

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

waarin:

$Q_{water,bath\ i,net,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 7.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$Q_{water,sink\ j,net,m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht j, bepaald volgens § 7.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in MJ;
$\eta_{tubing,sink\ j}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht j, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);
$Q_{water,other\ k,net,m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt k, in MJ, bepaald volgens § 5.10 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010;
$\eta_{tubing,other\ k}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar andere tappunt k, zoals bepaald in § 6.5 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);
$Q_{loss,stor,water,m}$	de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, geldt:

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

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:

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

met:

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

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

en met:

$Q_{out,combi,m}$ de maandelijkse warmteafgifte van de combilus, zoals bepaald in § 1.3.1.1, in MJ;

$f_{ctrl,combi}$ 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming, 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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming;

- alle afleversets k van de combilus, die gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming;
- alle warmwatertanks o die deel uitmaken van de combilus en die gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming.

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 wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming;
- alle afleversets n van de combilus, die niet gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een EPN-eenheid, in een wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming;
- alle warmwatertanks p die deel uitmaken van de combilus en die niet gelegen zijn in een EPW-eenheid, in een wooneenheid die geen EPW-eenheid is of in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming.

Bij de berekening van de verliezen van de combilus wordt rekening gehouden met een minimale watertemperatuur van 60°C in de combilus. Innovatieve systemen die op een intelligente manier een lagere gemiddelde watertemperatuur in de combilus garanderen, kunnen behandeld worden via een gelijkwaardigheidsaanvraag. Dit geldt niet voor systemen met een eenvoudige thermostaatregeling en voor de systemen met debietssturing die vermeld zijn in Tabel [2].

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

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

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

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

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

1.3.1.1 De maandelijkse warmteafgifte van de combilus

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

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

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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{EPstor,water,bath\ i}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{EPstor,water,sink\ i}$ 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 VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{EPstor,water,other\ i}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor energiesectoren in EPW-eenheden en volgens § 5.3 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-). 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 VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$Q_{water,ncalc,res,unit\ 1,gross\ woC,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van wooneenheid 1 die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in MJ;

$Q_{water,ncalc,nres,sink\ n,gross\ woC,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht n dat zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, bepaald volgens § 9.3.2.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 wooneenheden l, die geen EPW-eenheid zijn en bediend worden door de combilus;
- alle douches en baden m en keukenaanrechten n, die zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevinden, geen deel uitmaken van een EPN-eenheid en bediend worden door 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, $Q_{loss,combi,EP,segm\ i,m}$ en $Q_{loss,combi,nEP,segm\ j,m}$, als:

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

Eq. 50
$$\left(t_m - t_{heat,segm\ i,m}\right) . \frac{l_{segm\ i}}{R_{l,segm\ i}} . \left(\max\left(60°;\theta_{combi,m}\right) - \theta_{amb,m,segm\ i}\right) \quad \text{(MJ)}$$

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

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, zie Tabel [1] van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in Ms;

$t_{heat,segm\ i,m}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in m.K/W;

$\theta_{combi,m}$ de maandgemiddelde watertemperatuur in de combilus nodig voor ruimteverwarming, gelijk genomen aan de gemiddelde watertemperatuur in een afgiftekring, bepaald volgens D.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in °C;

$\theta_{amb,m}$ 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: $\theta_{amb,m} = 18$;
- indien het leidingsegment binnen een EPN-eenheid ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = \theta_{i,heat,fct\ f}$, bepaald volgens § 5.2 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010;
- indien het leidingsegment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = 11 + 0,4 . \theta_{e,m}$;
- indien het leidingsegment buiten ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = \theta_{e,m}$;

waarin:

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, volgens Tabel [1] van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in °C.

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

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

met:

$t_{heat,sec\ j,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector j van een EPW-eenheid, in Ms, bepaald volgens § D.1 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010;

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

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, $t_{heat,fct\ f,m}$, met:

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

met:

$Q_{heat,net,int,fct\ f,m}$ de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming, rekening houdend met tussentijdse temperatuurverlagingen, van functioneel deel f voor de maand m, bepaald volgens § 5.3 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in MJ;

$\theta_{i,heat,fct\ f}$ de rekenwaarde van de binnentemperatuur voor de verwarmingsberekening van functioneel deel f, bepaald volgens § 5.2 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in °C;

$H_{T,heat,fct\ f}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, bepaald volgens § 5.5 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in W/K;

$H_{V,heat,fct\ f}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van functioneel deel f voor de verwarmingsberekeningen, bepaald volgens § 5.6.2 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in W/K;

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

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1] van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010.

1.3.1.3 De maandelijkse warmteverliezen van de afleversets van de combilus

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

Eq. 54 $Q_{loss,combi,EP,hx\,k,m} = \left(t_m - t_{heat,hx\,k,m}\right) . H_{hx\,k} . \left(\max\left(60°;\theta_{combi,m}\right) - \theta_{amb,m,hx\,k}\right)$ (MJ)

Eq. 55 $Q_{loss,combi,nEP,hx\,n,m} = t_m . H_{hx\,n} . \left(\max\left(60°;\theta_{combi,m}\right) - \theta_{amb,m,hx\,n}\right)$ (MJ)

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, zie Tabel [1] van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 afgiftekring, bepaald volgens § D.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in °C;

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

- indien de afleverset binnen het beschermd volume maar niet in een EPN-eenheid ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = 18$;
- indien de afleverset binnen een EPN-eenheid ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = \theta_{i,heat,fctf}$, bepaald volgens § 5.2 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010;
- indien de afleverset in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = 11 + 0,4 . \theta_{e,m}$;
- indien de afleverset buiten ligt, geldt: $\theta_{amb,m} = \theta_{e,m}$

waarin:

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, volgens Tabel [1] van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in °C.

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

Eq. 56 $t_{heat,hx\,k,m} = \max\left(t_{heat,sec\,j,m}; t_{heat,fct\,f,m}\right)$ (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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010;

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

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

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënten $H_{hx\ k}$ en $H_{hx\ n}$ van afleversets k en n op volgende manier:

- beschouw een balk/octaëder of cilinder die het buitenoppervlak van de isolatie rond de afleverset volledig omhult. Bereken de oppervlakte van het omhullende lichaam, A_{hx}, in m²;
- beschouw de kleinste afstand tussen het binnen- en buitenoppervlak van de omhullende isolatie rond de warmtewisselaar, $d_{hx,insul}$, in m. Aansluitingen van leidingen worden bij de bepaling hiervan buiten beschouwing gelaten.
- beschouw de warmtegeleidbaarheid van het isolatiemateriaal, $\lambda_{hx,insul}$, in W/(m.K), bij de gemiddelde werkingstemperatuur;
- bereken de eendimensionale warmteweerstand van de warmtewisselaar als volgt:

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

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

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

- als waarde bij ontstentenis voor de eendimensionale warmteweerstand R_{hx} mag de waarde 0,10 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:

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

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

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, zie Tabel [1] van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in MJ.

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

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

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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden;

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

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

1.3.2 De combilus wordt enkel tijdens de wintermaanden gebruikt

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

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

$Q_{heat,net,seci,m}$ is de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, zoals bepaald volgens § 7.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden en § 5.3 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 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:

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

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

waarin:

$f_{heat,m,pref}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPN-eenheden, (-);

$f_{as,heat,sec\ i,m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPN-eenheden, (-);

$Q_{heat,gross,seci,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;

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

$f_{heat,m,npref\ j}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPW-eenheden, en in § 7.3.1 van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 voor EPN-eenheden, (-);

$\eta_{gen,combi,m,npref\ j}$ 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).

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:

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

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

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

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

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

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

waarin:

$f_{water,m,pref}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$f_{as,m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010.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, (-);

$Q_{water,bath\,i,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

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

$f_{water,m,npref\,j}$ 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{gen,combi,m,npref\ j}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) j die de combilus van warmte voorzien, bepaald volgens § 2.3, (-);

$Q_{water,sink\ i,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

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

Eq. 28

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

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

Eq. 29

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

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

Eq. 62

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

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

waarin:

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

$f_{as,m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010. 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, (-);

$Q_{water,bath\ i,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

$\eta_{gen,water,m,pref}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de elektrische weerstanden in de warmwatertanks, met index 'bath i', 'sink i'

	of 'other i' al naar gelang het geval, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);
$\eta_{stor,water,bath\ i,m,pref}$	het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor douche of bad i, die verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{stor,water,sink\ i,m,pref}$	het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht i, die verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);
$Q_{water,other\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i, bepaald volgens § 1.2, in MJ;
$\eta_{stor,water,other\ i,m,pref}$	het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor ander tappunt i, die verbonden is met de elektrische weerstanden, bepaald volgens 10.3.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-).

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

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

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

- Indien $\eta_{gen,water}$ wordt bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, dan geldt:

Eq. 63

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

- Indien $\eta_{gen,water}$ niet wordt bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, dan geldt:

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

Eq. 64 (-)

met:

$Q_{heat,gross,seci,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

$Q_{water,other\ l,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt l, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

$\eta_{gen,heat}$ het opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) voor ruimteverwarming, bepaald volgens § 10.2.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{gen,water}$ het opwekkingsrendement van de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater, bepaald volgens § 10.3.3 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-);

$\eta_{combistor,water,m}$ het maandelijks opslagrendement van een warmwatertank tussen het opwekkingstoestel en de combilus, zoals hieronder bepaald (-);

$\eta_{stor,water}$ het opslagrendement van een warmwatertank, bepaald, samen met $\eta_{gen,water}$, volgens § 10.3.3.4.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, (-). 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, $\eta_{combistor,water,m}$, als volgt.

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

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

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

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

Eq. 65 (-)

met:

$Q_{heat,gross,seci,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 1.1, in MJ;

$Q_{water,bath\ j,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

$Q_{water,sink\ k,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

$Q_{water,other\ l,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt l, bepaald volgens § 1.2, in MJ;

$Q_{loss,stor,water,m}$ de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, bepaald volgens § 10.3.3.4.1 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 en §10.3 van Bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010.

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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010 en §10.4 van Bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010.

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 $Q_{heat,net,sec\ i,m}$ 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 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:

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

Eq. 66

  - Voor keukenaanrecht j:

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

Eq. 67

  - Voor ander tappunt k voor warm tapwater:

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

Eq. 68

- Voor tappunten die aangesloten zijn op een combilus die geen tappunten in EPW-eenheden, in 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:

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

Eq. 69

met:

$Q_{out,combi,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse warmteafgifte van de combilus, in MJ. Deze wordt bepaald zoals $Q_{out,combi,m}$ in § 1.3.1.1; waarbij echter enkel gesommeerd wordt over de bediende tappunten en de bediende 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 V bij het Energiebesluit van 19 november 2010, in Ms;

$l_{segm\ j}$ de lengte van segment j, in m;

$\theta_{amb,m,segm\ j}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j, zoals bepaald in § 1.3.1.2, in °C:

$R_{l,segm\ j,ref}$ de referentiewaarde voor de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, ontleend aan Tabel [42] van bijlage VI bij het

Energiebesluit van 19 november 2010 in functie van de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingssegment Di,j, in mK/W.

5 Bepaling van de referentiewaarde voor het electriciteitsverbruik 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, $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$, voor een pomp in de combilus als volgt:

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

met:

$A_{f,sec\,i}$ de gebruiksoppervlakte van energiesector i, in m².

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 ($P_{pumps,dis,instal,heat,j,ref}$) 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 $P_{pump,dis,instal,heat,j,ref}$ 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, $P_{pump,dis,instal,water,l,ref}$, voor een pomp in de combilus, als volgt:

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

met:

$l_{segm\,j}$ de lengte van segment j, in m;

$\theta_{amb,January,segm\,j}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j voor de maand januari, in °C, zoals bepaald in § 9.3.2.2 van bijlage V bij het Energiebesluit van 19 november 2010;

$R_{l,segm\,j,ref}$ de referentiewaarde voor de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, ontleend aan Tabel [42] van bijlage VI bij het Energiebesluit van 19 november 2010 in functie van de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingssegment Di,j, in mK/W.

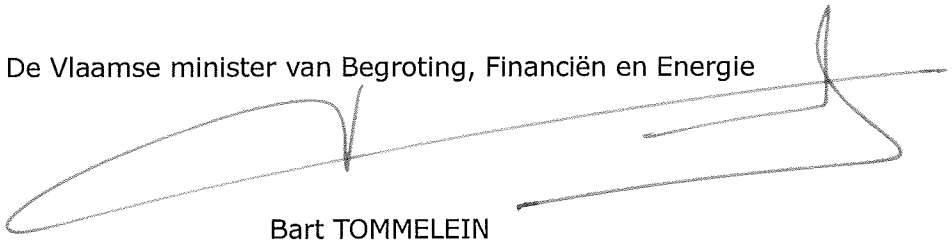
Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van de combilus die bediend worden door pomp j.

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

Gezien om gevoegd te worden bij het ministerieel besluit houdende de wijziging van diverse ministeriële besluiten in het kader van de energieprestatieregelgeving.

Brussel, ...

De Vlaamse minister van Begroting, Financiën en Energie



Bart TOMMELEIN