

## Bijlage VI

### VENTILATIEVOORZIENINGEN IN NIET-RESIDENTIËLE GEBOUWEN: Bepalingsmethode en eisen

1.	ONDERWERP.....
2.	TOEPASSINGSDOMEIN.....
3.	NORMatieve REFERENTIES.....
4.	DEFINITIES.....
5.	SYMBOLEN EN EENHEDEN.....
6.	UITDRUKKING VAN DE EISEN EN BEPALING VAN DE PRESTATIES VAN VENTILATIESYSTEMEN .....
6.1	Uitdrukking van de eisen.....
6.2	Bepaling van de prestaties.....
6.3	Uitdrukking van aanvullende eisen.....
6.3.1	Drukvoorwaarde.....
6.3.2	Ventilatie van toiletruimten.....
6.4	Ventilatie van speciale ruimten.....
7.	MINIMALE PRESTATIENIVEAUS.....
7.1	Kwaliteit van de binnenlucht.....
7.2	Ventilatiedebieten.....
7.2.1	In ruimten bestemd voor menselijke bezetting.....
7.2.2	In ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting.....
7.3	Luchtkwaliteit van toevoerdebieten.....
7.4	Regeling van de luchtkwaliteit.....
7.5	Drukvoorwaarden in de ruimten of gebouwen.....
7.6	Energieverbruik van de ventilatoren.....
7.7	Dimensionering van de luchtopeningen.....
7.8	Regelbaarheid van de luchtopeningen.....
7.9	Afvoer voor natuurlijke ventilatie.....
7.10	Aard van de doorstroomopeningen.....
7.11	Het binnendringen van hinderlijk gedierte via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanische afvoerventilatiesystemen.....
7.12	Waterpenetratie via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanisch afvoerventilatiesystemen.....
7.13	Luchtverspreiding in de gebruiksruimte.....

#### 1. Onderwerp

Deze bijlage legt minimale eisen op aan het ontwerp en de realisatie van ventilatiesystemen om in niet-residentiële gebouwen, bestemd voor menselijk gebruik, een gezonde en aangename luchtkwaliteit te bekomen.

Deze bepalingmethode behandelt niet het gebruik van deze ventilatiesystemen en waarborgt evenmin dat de gewenste luchtkwaliteit altijd en op alle plaatsen wordt bereikt.

## **2. Toepassingsdomein**

Deze bijlage is van toepassing op niet-residentiële gebouwen of gedeelten hiervan, bestemd voor menselijk gebruik.

De ventilatie van speciale ruimten (zie §6.4) valt buiten het toepassingsgebied van deze bijlage.

## **3. Normatieve referenties**

Deze bijlage verwijst meermaals naar bepalingen uit andere publicaties die hieronder worden opgesomd:

1. NBN EN 12792:2003 Ventilatie van gebouwen - Symbolen, terminologie en grafische symbolen
2. NBN EN 12599:2000 Ventilatie van gebouwen - Beproevingprocedures en meetmethoden voor de oplevering van geïnstalleerde ventilatie- en luchtbehandelingsystemen
3. NBN EN 13779:2004 Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en kamerbehandelingssystemen
4. NBN EN 13141-1:2004 Luchtverversing van gebouwen - Prestatiebeproeving van onderdelen/producten voor luchtverversing in woningen - Deel 1: Binnen en buiten gemonteerde luchtroosters
5. NBN EN 13141-2:2004 Luchtverversing van gebouwen - Prestatiebeproeving van onderdelen/producten voor luchtverversing in woningen - Deel 2: Toe- en afvoerroosters
6. NBN EN 1027:2000 Ramen en deuren - Waterdichtheid - Beproevingmethode
7. NBN EN 13829:2001 Thermische eigenschappen van gebouwen - Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen - Overdrukmethode

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

#### 4. Definities

In deze bijlage zijn de definities van de norm NBN EN 12792 van toepassing, evenals de volgende:

Ontwerpdebiet:

Het ventilatiedebiet waarvoor het ventilatiesysteem wordt ontworpen.

Ruimte niet bestemd voor menselijke bezetting:

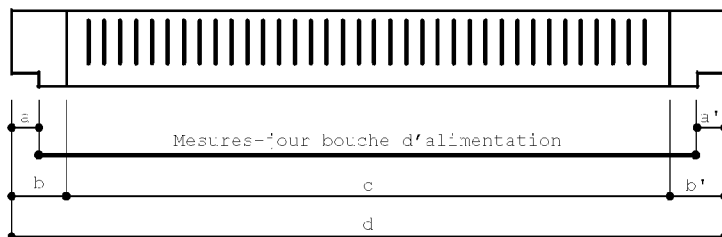
Ruimte die voorzien is om mensen bij een normaal gebruik slechts een relatief korte tijd te laten vertoeven (bv. circulatieruimten zoals gangen, trappenhallen,...; toiletten; archieven; opslagruimten; garages;...). Indien in een ruimte een werkplek voorzien wordt (bv. schrijftafel voor werknemer in een archief), dan valt de ruimte niet in deze categorie.

Ruimte bestemd voor menselijke bezetting:

Ruimte die voorzien is om mensen langere tijd te laten vertoeven (bv. kantoorruimten, vergaderzalen, lokettenzaal, onthaal, enz.).

Dagmaat van een toevoeropening:

Totaalmaat van de toevoeropening minus de inbouwflensmaat. Al deze maten worden beschouwd langs de binnenzijde.



Vue de l'intérieur avec :

a, a' - dimension du rebord à encastrer (mesuré du côté de l'environnement intérieur)

b, b' = dimension de l'embout

c = dimension du profil

d = dimension totale de la bouche d'alimentation

Figuur: voorbeeld van dagmaat van een toevoeropening

De volgende definities werden rechtstreeks uit de norm NBN EN 12792 gehaald.

Ventilatie (ventilation):

Gewilde toe- en afvoer van lucht naar en uit een te behandelen ruimte.

Infiltratie (infiltration):

Ongecontroleerde doorgang van lucht in een ruimte via lekken in de schil van die ruimte.

Natuurlijke ventilatie (natural ventilation):

Ventilatie via lekken (infiltratie) en de openingen (ventilatie) in het gebouw ten gevolge van drukverschillen en zonder hulp van mechanische apparaten die de lucht in beweging brengen.

Mechanische ventilatie (mechanical ventilation):

Ventilatie met behulp van gemotoriseerde componenten die de lucht in beweging brengen.

Mechanische toe- en afvoerventilatie (fan assisted balanced ventilation):

Ventilatie die gebruik maakt van gemotoriseerde componenten om zowel de toegevoerde als de afgevoerde lucht in beweging te brengen, zodat een bepaalde debiet/drukverhouding ontstaat.

Mechanische afvoerventilatie (fan assisted exhaust ventilation):

Ventilatie die gemotoriseerde componenten gebruikt om enkel de afvoerlucht in beweging te brengen.

Mechanische toevoerventilatie (fan assisted supply air ventilation):

Ventilatie die gemotoriseerde componenten gebruikt om enkel de toevoerlucht in beweging te brengen.

Hybride ventilatie (hybrid ventilation):

Ventilatie waarin de natuurlijke ventilatie gedurende een bepaalde tijd kan worden ondersteund of vervangen door de mechanische ventilatie.

Ventilatiecomponent (component of ventilation or air conditioning):

Eenvoudig functioneel element dat deel uitmaakt van een ventilatie-installatie.

Ventilatie-installatie (ventilation installation):

Geheel van alle componenten die vereist zijn voor de ventilatie.

Ventilatiesysteem (ventilation system):

Combinatie van de ventilatie-installatie en het gebouw zelf.

Luchtopening (Air terminal device):

Component van een installatie die ontworpen is om een bepaalde luchtstroming aan de in- of uitgang van een te behandelen ruimte te bekomen. Luchtopeningen kunnen tot de volgende categorieën behoren:

Met automatische bediening: Toestellen met beweegbare delen die interactief reageren op een verandering van plaatselijke omstandigheden zoals temperatuur, vochtigheid, CO<sub>2</sub>-concentratie, drukverschil, luchtdebiet, enz.

Vast: Toestel zonder regelbaar deel.

Met manuele instelling: Toestellen met beweegbare delen die door de gebruiker manueel kunnen worden geregeld.

Toevoeropening (supply air terminal device):

Luchtopening waarlangs lucht in de te behandelen ruimte binnendringt. Ze is zodanig opgevat dat vooraf bepaalde comfortvoorwaarden, in de bezettingszone, met betrekking tot de temperatuur, de lichtsnelheid, de vochtigheid en het geluid, verzekerd worden.

Afvoeropening (extract air terminal device):

Luchtopening waarlangs lucht de te behandelen ruimte verlaat.

Intern gemonteerde doorstroomopening (internal air transfer device):

Luchtopening om lucht van de ene naar de andere te behandelen interne ruimte door te laten.

Te behandelen ruimte (treated space):

Ruimte die door het ventilatiesysteem wordt bediend.

Toevoerlucht (supply air):

Lucht die in de te behandelen ruimte binnenkomt of die in het systeem binnenkomt na een behandeling.

Binnenlucht (indoor air):

Lucht in de te behandelen ruimte.

Menglucht (mixed air):

Lucht die een mengsel is ten gevolge van twee of meer luchtstromen.

Buitenlucht (outdoor air):

Lucht die in het systeem of door openingen van buiten binnenkomt, vóór enige luchtbehandeling<sup>1</sup>.

Herbruikte lucht (recirculation air):

Afvoerlucht die naar een luchtbehandelingselement wordt teruggevoerd.

Afgevoerde lucht (exhaust air):

Lucht die in de atmosfeer wordt geloosd.

Afvoerlucht (extract air):

Lucht die de te behandelen ruimte verlaat.

Doorstroamlucht (transferred air):

Binnenlucht die van de ene te behandelen ruimte naar de andere te behandelen ruimte stroomt.

## **5. Symbolen en eenheden**

In deze bijlage zijn de symbolen en eenheden van de norm NBN EN 12792 van toepassing.

## **6. Uitdrukking van de eisen en bepaling van de prestaties van ventilatiesystemen**

### **6.1 Uitdrukking van de eisen**

De uitdrukking van de eisen aan ventilatiesystemen is beschreven in de norm NBN EN 13779, met inbegrip van bijlage A.

### **6.2 Bepaling van de prestaties**

De prestaties van ventilatiesystemen worden bepaald volgens de norm NBN EN 12599.

### **6.3 Uitdrukking van aanvullende eisen**

De uitdrukking van bepaalde aanvullende eisen alsook de bepaling van de eventueel daarmee verbonden prestaties worden hieronder beschreven.

#### **6.3.1 Drukvoorwaarde**

De drukvoorwaarde in een gebouw of gedeelte van een gebouw ten gevolge van het debietverschil tussen de luchttoevoer en de luchtafvoer wordt berekend met behulp van de volgende formule:

---

<sup>1</sup> In het Engels wordt een onderscheid gemaakt tussen "outdoor air" en "outside air". De eerste term duidt op de buitenlucht die in het gebouw binnenkomt, terwijl de tweede term de lucht bedoelt die zich buiten het gebouw bevindt.

$$PC = \text{sign}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}}) \cdot \left( \frac{\text{abs}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}})}{\dot{V}_{50}} \right)^{\frac{1}{0,65}} \cdot 50$$

waarin:

PC = drukvoorwaarde [Pa]

$q_{v,\text{supply}}$  = luchttoevoerdebiet [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>]

$q_{v,\text{extract}}$  = luchtafvoerdebiet [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>]

$\dot{V}_{50}$  = lekdebiet bij 50 Pa van het gebouw of van een deel van het gebouw zoals gedefinieerd door de norm NBN EN 13829 [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>]

### 6.3.2 Ventilatie van toiletruimten

Het ontwerpdebiet van toiletruimten wordt bepaald volgens het aantal wc's (inclusief urinoirs).

Is het aantal wc's niet gekend, dan wordt het ontwerpdebiet van de toiletten bepaald op basis van hun vloeroppervlakte.

### 6.4 Ventilatie van speciale ruimten

De ventilatie van speciale ruimten valt buiten het toepassingsgebied van deze bijlage. Onder speciale ruimten worden hier ruimten verstaan met (een risico op) speciale verontreinigingen waarvoor andere (specifieke en/of meer stringente) eisen qua ventilatie gelden.

De volgende ruimten moeten zeker als speciale ruimten worden beschouwd:

- Garages met een oppervlakte (berekend op grond van de binnenafmetingen) van meer dan 40 m<sup>2</sup>
- Stookplaatsen
- Brandstofopslagruimten
- Gasmeterruimten
- Ruimten voor drukreducerinrichtingen van aardgas
- Liftkokers en liftkooien
- Huisvuilkokers en verzamelruimte voor huisvuil
- Bepaalde laboratoria (medisch, biologisch, ...)

## 7. Minimale prestatieniveaus

In deze paragraaf worden de minimaal te bereiken prestaties opgesomd.

### 7.1 Kwaliteit van de binnenlucht

Bij de dimensionering van ventilatiesystemen mag het ontwerpdebiet niet kleiner zijn dan het minimum debiet overeenkomend met binnenluchtklasse IDA3. Hierbij is de waarde uitgedrukt in [m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>] van toepassing.

## 7.2 Ventilatiegebieden

Het ontwerpdebiet van een ruimte moet zowel bij de afvoer als bij de toevoer gerealiseerd kunnen worden.

### 7.2.1 In ruimten bestemd voor menselijke bezetting

Het minimum ontwerpdebiet in ruimten bestemd voor menselijke bezetting moet worden bepaald op basis van tabel 11 van de norm NBN EN 13779 (Rates of outdoor air per person). Daarbij wordt in principe uitgegaan van de ontwerpbezetting voor elke ruimte zoals vastgelegd door het bouwteam.

Indien echter

- de ontwerpbezetting voor een ruimte kleiner is dan de waarde bepaald op basis van onderstaande tabel,
- of het bouwteam zelf geen ontwerpbezetting vastlegt,

dan dient bij de bepaling van het minimum ontwerpdebiet de bezetting volgens onderstaande tabel aangehouden te worden. Bij de bepaling van de bezetting aan de hand van de tabel dient het berekende aantal personen op de eenheid naar boven afgerond te worden.

Bij het gebruik van tabel 11 van de norm NBN EN 13779 dient er te worden vanuit gegaan dat er mag gerookt worden, tenzij uitdrukkelijk wordt opgegeven dat roken niet is toegestaan.

De hoofdcategorieën in onderstaande tabel (vette druk) zijn slechts indicatief. Binnen 1 gebouw kunnen in principe alle typen van ruimten uit de tabel voorkomen.

**Tabel 1 : Te hanteren waarden bij de bepaling van de bezetting nodig voor de berekening van het minimum ontwerpdebiet in ruimten bestemd voor menselijke bezetting (zie tekst)**

	Vloeroppervlakte per persoon (m <sup>2</sup> /pers)
<b>Horeca</b>	
restaurants, cafetaria, snelbuffet, kantine, bars, cocktailbars	1.5
keukens, kitchenettes	10
<b>Hotels, motels, vakantiecentra</b>	
slaapkamers in hotel, motel, vakantiecentra, ...	10
slaapzalen in vakantiecentra	5
lobby, inkomhal	2
vergaderzaal, ontmoetingsruimte, polyvalente zaal	2
<b>Kantoorgebouwen</b>	
kantoor	15
ontvangstruimten, receptie, vergaderzalen	3.5
hoofdingang	10

<b>Publieke ruimten</b>	
vertrekhal, wachtzaal	1
bibliotheek	10
<b>Publieke verzamelplaatsen</b>	
kerken en andere religieuze gebouwen, regeringsgebouwen, gerechtshalen, musea en galerijen	2.5
<b>Detailhandel</b>	
verkoopruimte, winkel (behalve winkelcentra)	7
winkelcentrum	2.5
kapsalon, schoonheidssalon	4
winkels voor meubilair, tapijten, textiel, ...	20
supermarkt, grootwarenhuis, dierenspeciaalzaak	10
wasserettes, wassalon	5
<b>Sport en ontspanning</b>	
sportthal, stadion (speelruimte), turnzaal	3.5
kleedkamers	2
toeschouwerterruimte, tribunes	1
discotheek / dansgelegenheden	1
sportclub: aerobicruimten, fitnessruimte, bowlingclub	10
<b>Werkruimten</b>	
fotostudio, donkere kamer, ...	10
apotheek (bereidingsruimte)	10
lokettenzaal in banken / kluiszaal voor publiek	20
kopieerruimte / ruimte voor printers	10
computerruimte (zonder ruimte voor printers)	25
<b>Onderwijsinstellingen</b>	
leslokalen	4
polyvalente zaal	1
<b>Gezondheidszorg</b>	
ziekenzaal	10
behandeling- en onderzoekskamers	5
operatie- en verloskamers, ontwaakzaal en intensieve zorgen, kinesitherapiezaal, fysiotherapie	5
<b>Correctionele instellingen</b>	
cellen, dagverblijf	4
bewakingsposten	7
inschrijving / registratie / wachtruimte	2
<b>Overige ruimten</b>	
Overige ruimten	15

#### 7.2.2 In ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting

Het minimum ontwerpdebiet in ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting moet worden bepaald op basis van tabel 12 (Rates of outdoor or transferred



air per unit floor area (net area) for rooms not designed for human occupancy) van de norm NBN EN 13779.

In afwijking van het voorgaande bedraagt in toiletruimten het minimum ontwerpdebiet  $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  per wc (met inbegrip van de urinoirs) of  $15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  per  $\text{m}^2$  vloeroppervlakte indien het aantal wc's niet gekend is op het ogenblik van de dimensionering van het ventilatiesysteem.

### 7.3 Luchtkwaliteit van toevoerdebieten

Het minimum ontwerptoevoerdebiet moet gerealiseerd worden met buitenlucht. Alle bijkomende debieten mogen gerealiseerd worden met buitenlucht, herbruikte lucht of doorstroomlucht.

Bij hergebruik van afvoerlucht dient voldaan te worden aan elk van de richtlijnen gegeven in bijlage A.6 van de norm NBN EN 13779.

In afwijking van beide voorgaande eisen kan in ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting het ontwerptoevoerdebiet volledig worden gerealiseerd met afvoerlucht uit andere ruimten van de kwaliteit ETA 1 of ETA 2.

De bijdrage van afvoerlucht uit andere ruimten van kwaliteit ETA 1 of ETA 2, in het ontwerpdebiet van een ruimte hangt af van het ontwerpdebiet van de ruimte(n) waaruit deze lucht betrokken wordt. De som van de ontwerpdebieten vanuit een ruimte naar andere ruimten, kan niet groter zijn dan het eigen ontwerpdebiet van die ruimte.

### 7.4 Regeling van de luchtkwaliteit

De mechanische ventilatiesystemen voorzien van een regelsysteem van het type IDA-C1 en van het type IDA-C2 zijn niet toegelaten.

De regelsystemen gebaseerd op de luchttemperatuur die toelaten het ventilatiedebiet onder het minimum ontwerpdebiet te verlagen zijn niet toegelaten.

### 7.5 Drukvoorwaarden in de ruimten of gebouwen

De drukvoorwaarde (PC) die in het gebouw wordt veroorzaakt door het onevenwicht tussen de luchttoevoerdebieten ( $q_{v, \text{supply}}$ ) en de luchtafvoerdebieten ( $q_{v, \text{extract}}$ ) mag niet kleiner zijn dan  $-5 \text{ Pa}$  of groter zijn dan  $10 \text{ Pa}$  (de berekening moet gebeuren met een lekdebiëtwaaarde bij  $50 \text{ Pa}$  ( $\dot{V}_{50}$ ) gelijk aan  $V \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  - waarbij  $V$  het volume (berekend op basis van de buitenafmetingen, in  $\text{m}^3$ ) van het gebouw of van het beschouwde deel van het gebouw is).

### 7.6 Energieverbruik van de ventilatoren

De ventilatoren behoren tot de categorie SFP 1, SFP 2 of SFP 3.

### **7.7 Dimensionering van de luchtopeningen**

De toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatie systeem en de toevoeropeningen van een mechanisch afvoerventilatiesysteem worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 2 Pa.

De toevoeropeningen in een ruimte die voorzien is van een mechanische afvoer, mogen gedimensioneerd worden voor een maximaal drukverschil van 10 Pa, tenzij een toestel met open verbrandingsruimte, dat aangesloten is op een afvoerkanaal, zich in deze ruimte bevindt.

De afvoeropeningen van een natuurlijk ventilatie systeem en de afvoeropeningen van een mechanisch toevoerventilatiesysteem worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 2 Pa.

De afvoeropeningen in een ruimte die voorzien is van een mechanische toevoer, mogen gedimensioneerd worden voor een maximaal drukverschil van 10 Pa.

De doorstroomopeningen worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 10 Pa indien minstens 1 van de 2 ruimten die ze bedienen voorzien is van een mechanisch ventilatiesysteem. In alle andere gevallen wordt dit maximum herleid tot 2 Pa.

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de druk-debiet relatie van de toevoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen, van de toevoeropeningen voor mechanische afvoerventilatiesystemen en van de doorstroomopeningen volgens de norm NBN EN 13141-1.

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de druk-debiet relatie van de afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen en van de afvoeropeningen voor mechanisch toevoerventilatiesystemen volgens de norm NBN EN 13141-2.

### **7.8 Regelbaarheid van de luchtopeningen**

De doorstroomopeningen moeten vast (niet-regelbaar) zijn.

De toevoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen of mechanische afvoerventilatiesystemen en de afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen of mechanische toevoerventilatiesystemen moeten manueel of automatisch regelbaar zijn. Ze moeten in voldoende tussenstanden kunnen worden afgesteld tussen de standen "Gesloten" en "Volledig open". Die afstelling kan hetzij continu gebeuren, hetzij via ten minste 3 tussenstanden tussen de standen "Gesloten" en "Volledig open".

### **7.9 Afvoer voor natuurlijke ventilatie**

De afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie zijn verbonden met een afvoerkanaal dat uitmondt boven het dak. De afvoerkanalen moeten zo veel als mogelijk een verticaal tracé hebben. Afwijkingen van hoogstens 30° t.o.v. de verticale worden toegelaten.

De afvoerkanalen en toebehoren worden gedimensioneerd voor een maximale luchtsnelheid van  $1 \text{ m.s}^{-1}$ .

### 7.10 Aard van de doorstroomopeningen

De spleten onder de binnendeuren mogen als doorstroomopeningen worden beschouwd voor zover de kleinste afmeting van de spleet ten minste 5 mm bedraagt (de spleethoogte wordt gemeten vanaf het niveau van de afgewerkte vloer; indien de vloerafwerking niet gekend is, dan neemt men voor deze vloerafwerking een dikte aan van 10 mm). In dat geval moet men rekening houden met een debiet van:

- 0,36 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> per cm<sup>2</sup> spleet voor een drukverschil van 2 Pa;
- 0,80 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> per cm<sup>2</sup> spleet voor een drukverschil van 10 Pa.

### 7.11 Het binnendringen van hinderlijk gedierte via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanische afvoerventilatiesystemen

Om het binnendringen van hinderlijk gedierte via een toevoeropening van een natuurlijk ventilatie systeem of via een toevoeropening van een mechanisch afvoerventilatiesysteem in de mate van het mogelijke tegen te gaan, wordt aanbevolen dat het niet mogelijk is om volgende voorwerpen doorheen de toevoeropening te laten passeren, hetzij van binnen naar buiten, hetzij omgekeerd:

- een metalen bolletje met een diameter van 4 mm
- een metalen schijfje met een diameter van 10 mm en een dikte van 3 mm

Deze eis geldt voor elke open stand.

### 7.12 Waterpenetratie via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanisch afvoerventilatiesystemen

Om regendoorslag via een toevoeropening van een natuurlijk ventilatiesysteem of via een toevoeropening van een mechanisch afvoerventilatiesysteem in de mate van het mogelijke tegen te gaan, wordt aanbevolen dat er geen waterpenetratie mogelijk mag zijn tot en met een drukverschil van 150 Pa in de stand "Gesloten" en tot en met een drukverschil van 20 Pa in de stand "Volledig open".

Voor vensters die specifiek als toevoeropening ontworpen zijn, wordt met de stand "Volledig open" de maximale openingspositie voor ventilatie bedoeld (en niet de maximale openingspositie van het venster).

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de waterdichtheid van de toevoeropeningen volgens de norm NBN EN 13141-1.

Daarbij zijn de volgende voorschriften van toepassing:

- De toevoeropening moet overeenkomstig de leveranciersvoorschriften in een plaat geïnstalleerd worden die de dikte heeft van de drager waarop de toevoeropening bij toepassing geplaatst zal worden, bijvoorbeeld:
  - plaat met een dikte van 20 mm in geval van beglazing;
  - plaat met een dikte van 60 mm in geval van een kader van een venster;
  - plaat met een dikte van 300 mm in geval van een muur.
- De dikte van de plaat zal in het verslag vermeld worden.
- Conform aan de norm NBN EN 13141-1 worden de proeven uitgevoerd volgens de norm NBN EN 1027. De weerhouden proefmethode is de methode 1A.
- Voor toevoeropeningen met variabele afmetingen moet de test op een proefstuk uitgevoerd worden waarvan de dagmaat van de (elke) variabele afmeting 1m bedraagt. Indien de maximaal voorkomende afmeting kleiner is

dan 1 meter, dient de test op een proefstuk met de maximale afmeting uitgevoerd te worden.

### **7.13 Luchtverspreiding in de gebruikruimte**

Om comfortproblemen in de mate van het mogelijke te voorkomen, wordt aanbevolen dat de onderzijde van toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatiesysteem en van toevoeropeningen van een mechanisch afvoerventilatiesysteem geplaatst wordt op een hoogte van minstens 1.80 m boven het niveau van de afgewerkte vloer.

Gezien om te worden gevoegd bij het besluit van de Waalse regering van 17 april 2008 tot vaststelling van de berekeningsmethoden en eisen, goedkeuringen en sancties op het vlak van energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen.

Namen, 17 april 2008.

De Minister-President,

R. DEMOTTE

De Minister van Huisvesting, Transport en Ruimtelijke Ontwikkeling,

A. ANTOINE

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

#### 7.4.4 Vereenvoudigde bepaling

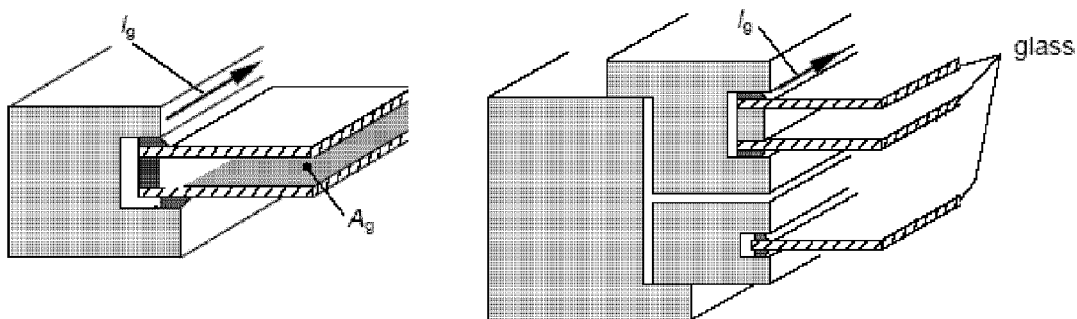
Bij een vereenvoudigde bepaling van de U-waarde van gebouwelementen met variabele dikte, wordt de warmteweerstand  $R_1$  van het hellende deel van de bouwlaag met variabele dikte verwaarloosd en wordt enkel de term  $R_0$  in rekening gebracht.

## 8. Bepaling van de warmtedoorgangscoefficiënt van vensters en deuren

### 8.1 Geometrische karakteristieken van vensters en deuren

#### 8.1.1 Oppervlakte glas en ondoorschijnend vulpaneel

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 9.



Figuur 9 – Illustratie van glasoppervlakte en perimeter

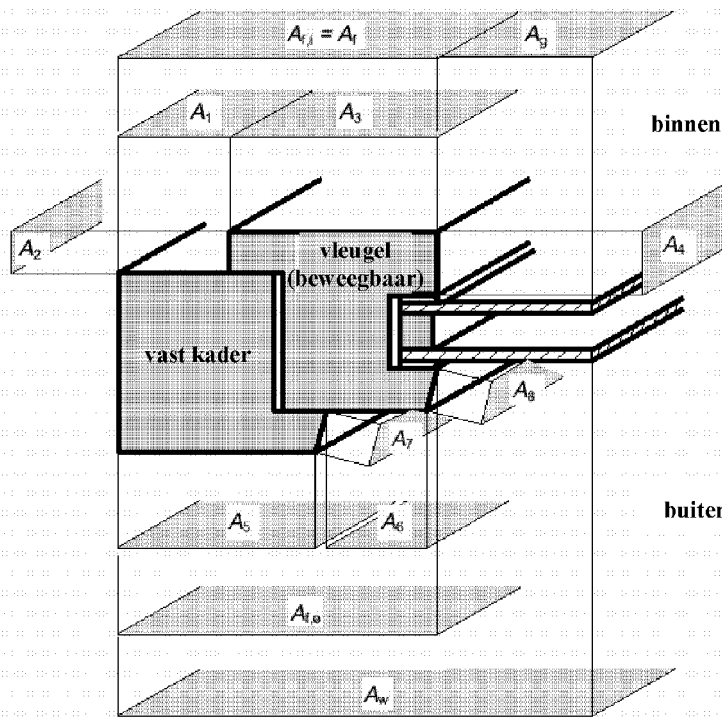
#### 8.1.2 Zichtbare omtrek van de beglazing

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 9).

#### 8.1.3 Oppervlakte van de raamprofielen

De definities van de oppervlakten van raamprofielen zijn hierna gegeven (zie Figuur 10) :

- $A_{f,i}$  [ $m^2$ ]: geprojecteerde raamprofieloppervlakte aan de binnenzijde (is de oppervlakte van de projectie van het binnenraamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, op een vlak dat parallel is met de beglazing);
- $A_{f,e}$  [ $m^2$ ]: geprojecteerde raamprofieloppervlakte aan de buitenzijde (is de oppervlakte van de projectie van het buitenraamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, op een vlak dat parallel is met de beglazing);
- $A_f$  [ $m^2$ ]: raamprofieloppervlakte (is de grootste van de beide geprojecteerde raamprofieloppervlakten  $A_{f,i}$  en  $A_{f,e}$ );
- $A_{d,i}$  [ $m^2$ ]: ontwikkelde raamprofieloppervlakte aan de binnenzijde (d.i. de oppervlakte van het raamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, in contact met de binnenlucht – zie Figuur 11)
- $A_{d,e}$  [ $m^2$ ]: ontwikkelde raamprofieloppervlakte aan de buitenzijde (d.i. de oppervlakte van het raamprofiel, vleugel inbegrepen indien aanwezig, in contact met de buitenlucht – zie Figuur 11)



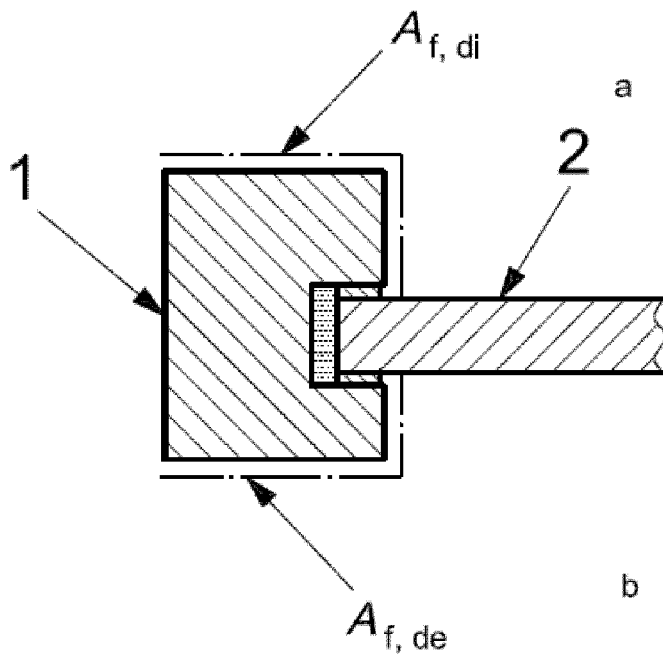
$$A_f = \max(A_{f,i}; A_{f,e})$$

$$A_w = A_f + A_g$$

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

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

Figuur 10 – Illustratie van de verschillende oppervlakten



1 : profiel

2 : beglazing of opaak vulpaneel

a : binnenomgeving

b : buitenomgeving

Figuur 11 – 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 ventilatieroosteroppervlakte  $A_r$ ) (zie Figuur 10). 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).

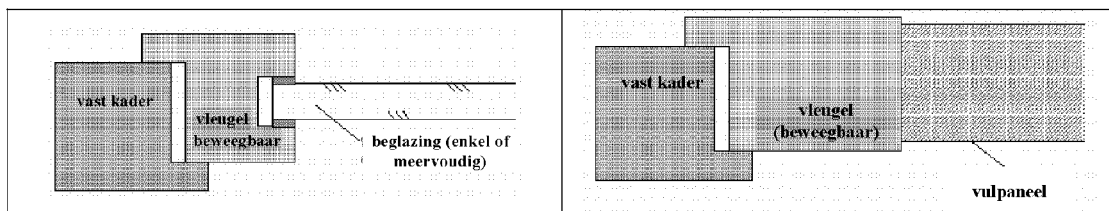
### 8.2 Algemene procedure voor de bepaling van de U-waarde van vensters en deuren

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

- ofwel 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 aan de hand van een berekening zoals hieronder beschreven.

### 8.3 Basisgeval: U-waarde van gewone enkelvoudige vensters

Gewone enkelvoudige<sup>2</sup> 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 12). 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.



Figuur 12 – Illustratie van een enkelvoudig venster of deur

De warmtedoorgangscoefficiënt 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:

$$U_w \text{ (ou } U_D) = \frac{A_g U_g + A_f U_f + A_p U_p + A_r U_r + I_g \Psi_g + I_p \Psi_p}{A_g + A_f + A_p + A_r} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (16)$$

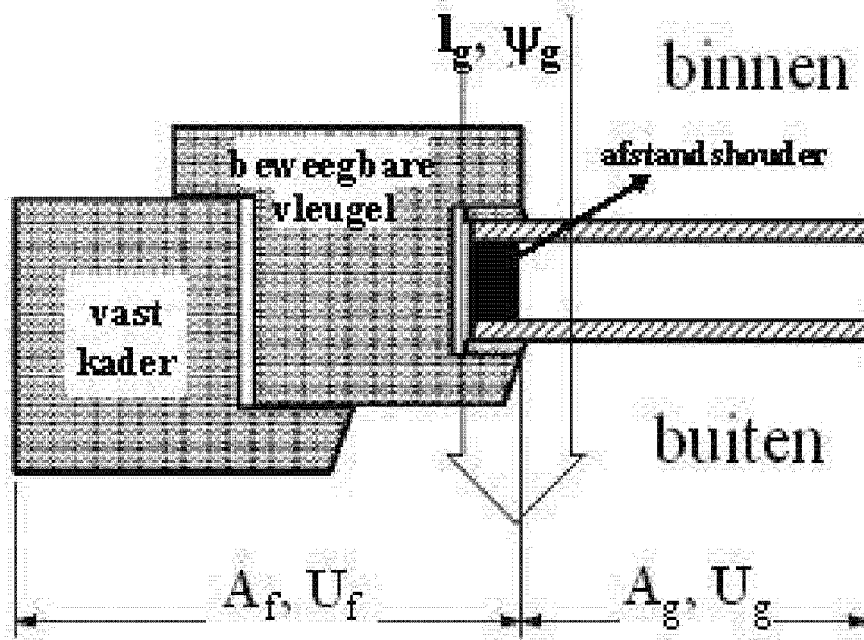
waarin:

- $U_g$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de U-waarde van de beglazing, bepaald volgens 9.1;
- $U_f$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de U-waarde van het raamprofiel, bepaald volgens 9.2;
- $U_p$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de U-waarde van het ondoorschijnend vulpaneel, bepaald volgens 9.3;
- $U_r$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de U-waarde van het ventilatierooster, bepaald volgens 9.4;
- $\Psi_g$  [ $\text{W/mK}$ ]: de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ten gevolge van de gecombineerde effecten van beglazing, afstandshouder en raamprofiel (zie Figuur 13), bepaald volgens 9.5;

<sup>2</sup> De betekenis van "enkelvoudig" moet gezien worden in tegenstelling tot "dubbelramen" en "voorzetramen": zie volgende paragrafen.



- $\Psi_p$  [W/mK] : de lineaire warmtetoegangscoëfficiënt ten gevolge van de gecombineerde effecten van vulpaneel, randverbinding en raamprofiel, bepaald volgens 9.5;

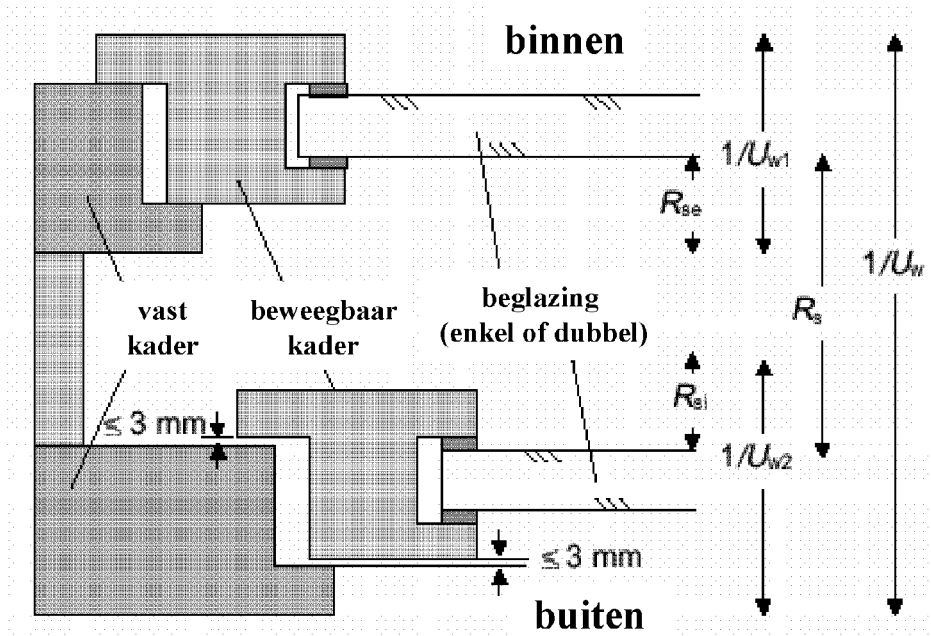


Figuur 13 – Effect van beglazing, afstandshouder en raamprofiel

- NOTA 1 In het geval van een enkelvoudige beglazing valt de term ( $l_g, \Psi_g$ ) in uitdrukking (16) weg aangezien er geen effect van een afstandshouder optreedt.
- NOTA 2 Uitdrukking (16) kan eveneens gebruikt worden voor vensters die opgebouwd zijn uit meerdere types van beglazingen, raamprofielen of vulpanelen (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 (vb.  $\sum A_f U_f, \sum A_f$ ). 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  $\psi$ -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 14 – 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 14), wordt berekend volgens:

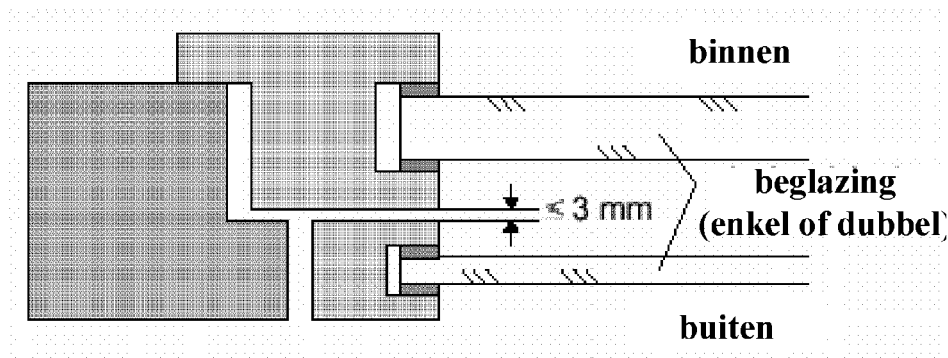
$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_{w1}} - R_{se} + R_s + \frac{1}{U_{w2}} - R_{si}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (17)$$

waarin:

- $U_{w1}$  en  $U_{w2}$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de respectievelijke U-waarden van het venster aan de binnenzijde en van het venster aan de buitenzijde, berekend volgens uitdrukking (16);
- $R_{si}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak van het venster aan de buitenzijde, bepaald volgens 8.4.3 (of zie Tabel 1);
- $R_{se}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak van het venster aan de binnenzijde, bepaald volgens 8.4.3 (of zie Tabel 1);
- $R_s$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: de warmteovergangsweerstand van de luchtlaag tussen de beide vensters, 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 lichtspleten (ondichtheden) aan de aansluitingen van het buitenvenster. De lichtspleten mogen daartoe niet groter zijn dan 3 mm (zie Figuur 14), zoniet wordt de rekenmethode van een sterk geventileerde luchtlaag toegepast (zie 5.4.2.4).

## 8.4.2 Voorzetramen



Figuur 15 – 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 15), kan berekend worden volgens de uitdrukking (16), maar waarbij de gecombineerde  $U_g$ -waarde van de beide beglazingen berekend wordt volgens:

$$U_g = \frac{1}{\frac{1}{U_{g1}} - R_{se} + R_s + \frac{1}{U_{g2}} - R_{si}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (18)$$

waarin:

- $U_{g1}$  en  $U_{g2}$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de respectievelijke  $U$ -waarden van de beglazing aan de binnenzijde en van de beglazing aan de buitenzijde, bepaald volgens 9.1;
- $R_{si}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak van de beglazing aan de buitenzijde, bepaald volgens 8.4.3 (of zie Tabel 1);
- $R_{se}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: warmteovergangsweerstand aan het buitenoppervlak van de beglazing aan de binnenzijde, bepaald volgens 8.4.3 (of zie Tabel 1);
- $R_s$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: de warmteovergangsweerstand van de luchtlaag tussen de beide beglazingen, 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 ( $\epsilon_n \geq 0,8$ ) 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 Warmteovergangsweerstand van ongeventileerde luchtlagen in dubbelramen en voorzetramen

De warmteovergangsweerstand  $R_s$  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

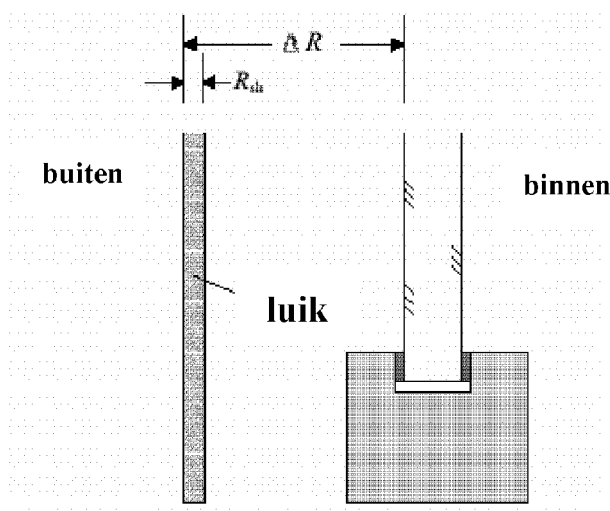
Gesloten luiken aan de buitenzijde van een venster creëren een bijkomende warmteweerstand ( $\Delta R$ ) die de som is van de warmteweerstand van het luik zelf ( $R_{sh}$ ) en van de luchtlaag tussen luik en venster ( $R_s$ ) (zie Figuur 16).

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

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (19)$$

waarin:

- $U_w$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: U-waarde van het venster, berekend volgens (16);
- $\Delta R$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: bijkomende warmteweerstand, bepaald volgens 8.4.5.2.



Figuur 16 – Venster met gesloten luik

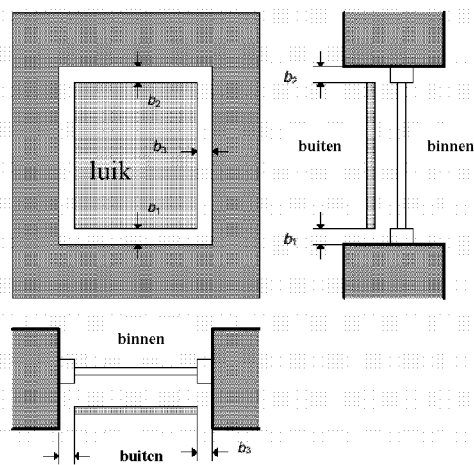
De extra warmteweerstand wordt in rekening gebracht bij de berekening van het K-peil en het E-peil overeenkomstig de regel beschreven in paragraaf 7.7.2 van bijlage I van het EPB-besluit. Voor de evaluatie van de  $U_{max}$ -eis volgens bijlage III van het EPB-besluit wordt de bijkomende warmteweerstand niet beschouwd.

### 8.4.5.2 Bijkomende warmteweerstand bij gesloten luiken

De bijkomende warmteweerstand  $\Delta R$  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 17.

NOTA Voor zonneschermen, jaloezieën, persiënnes, 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  $\Delta R$ -waarden opgegeven in NBN EN 13125. Deze norm geeft eveneens rekenmethodes voor blinden die bedekt zijn met een laag met lage emissiviteit.



**Figuur 17 – 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:

$$b_{sh} = b_1 + b_2 + b_3 \text{ [mm]}$$

Hierin zijn  $b_1$ ,  $b_2$  en  $b_3$  de gemiddelde spleetopeningen aan de onderzijde, de bovenzijde en de zijkant van het luik (zie Figuur 17).

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.

Klasse	Luchtdoorlaatbaarheid van het luik in gesloten toestand	$b_{sh}$ (mm)	$\Delta R$ (m <sup>2</sup> 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 $\Delta R$ zijn geldig voor $R_{sh} < 0,3$ m <sup>2</sup> 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 $R_{sh} = 0$ m <sup>2</sup> 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 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> (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.		

**Tabel 3 – Bijkomende warmteweerstand van de luchtlaag en het gesloten luik**

### 8.5 Vereenvoudigde bepaling van de U-waarde van vensters

Voor een geheel van vensters met eenzelfde type van beglazing, raamprofiel, vulpaneel en ventilatioerooster 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 wordt, naargelang de verhouding van de U-waarde van de beglazing tot deze van het raamprofiel, berekend volgens uitdrukking (20) of (21):

	aandeel glas en raamprofiel	aandeel ventilatierooster	aandeel vulpaneel	
$U_g \leq U_r$	$U_{w,T} = 0,7.U_g + 0,3.U_r + 3.\Psi_g$	$+ \Sigma A_r.(U_r - U_g) / \Sigma A_{wd}$	$+ \Sigma A_p.(U_p - U_g) / \Sigma A_{wd}$	[W/m <sup>2</sup> K] ( 20 )
$U_g > U_r$	$U_{w,T} = 0,8.U_g + 0,2.U_r + 3.\Psi_g$	$+ \Sigma A_r.(U_r - U_r) / \Sigma A_{wd}$	$+ \Sigma A_p.(U_p - U_r) / \Sigma A_{wd}$	[W/m <sup>2</sup> K] ( 21 )

waarin:

- $U_g$  [W/m<sup>2</sup>K] : warmtedoorgangscoefficiënt van de beglazing (zie 9.1);
- $U_r$  [W/m<sup>2</sup>K] : warmtedoorgangscoefficiënt van het raamprofiel (zie 9.2);
- $\Psi_g$  [W/m.K]: lineaire warmtedoorgangscoefficiënt (zie 9.5)
- $U_r$  [W/m<sup>2</sup>K]: warmtedoorgangscoefficiënt van het ventilatierooster (zie 9.4);
- $\Sigma A_r$  [m<sup>2</sup>]: totale oppervlakte van de aanwezige ventilatieroosters;
- $U_p$  [W/m<sup>2</sup>K] : warmtedoorgangscoefficiënt van het vulpaneel (zie 9.3);
- $\Sigma A_p$  [m<sup>2</sup>]: totale oppervlakte van de aanwezige vulpanelen;
- $\Sigma A_{wd}$  [m<sup>2</sup>]: totale oppervlakte van de vensters (bepaald op basis van de oppervlaktes van de dagopeningen).

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  $\psi$ -waarde moet dan bepaald zijn op basis van deze U-waarde.

## 8.6 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 ( $\lambda$ -waarden) niet groter is dan 1:5 (nagels en schroeven uitgezonderd), kan de  $U_p$ -waarde (van het deurblad) berekend worden volgens uitdrukking (7), waarbij de corresponderende  $R_1$ -waarde naargelang de opbouw berekend is volgens de uitdrukkingen (2) of (3). Het is steeds toegelaten voor opake deuren en poorten te rekenen met de waarde bij ontstentenis van Tabel 4.

	Niet-geïsoleerde deuren of poorten		Geïsoleerde deuren of poorten (1)	
	in metaal	andere materialen	in metaal	andere materialen
$U_p$ [W/m <sup>2</sup> K]	6,0	4,0	5,0	3,0

(1) minstens 70% van de totale deuropervlakte voorzien van een isolatie met  $R_{min} = 0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$

Tabel 4 –Waarde bij ontstentenis voor  $U_p$  voor opake deuren en poorten

## 9. Warmtedoorgangscoefficiënt van componenten van vensters en deuren

### 9.1 Warmtedoorgangscoefficiënt van beglazingen

De warmtedoorgangscoefficiënt van het centrale gedeelte van een beglazing ( $U_g$ -waarde) wordt bepaald overeenkomstig NBN EN 673, NBN EN 674 of NBN EN 675.

### 9.2 Warmtedoorgangscoefficiënt van raamprofielen

#### 9.2.1 Algemene bepaling

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

- profondervindelijke bepaling overeenkomstig 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:

- profondervindelijke bepaling overeenkomstig 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  $R_{si} = 0,13$ ). Voor de horizontale of hellend geplaatste dakvensters (onder een hoek begrepen tussen  $0^\circ$  en  $60^\circ$ ), is  $R_{si} = 0,10$  (volgens Tabel 1) en kan benaderend de volgende correctie toegepast worden:

$$U_{f,r} = \frac{1}{\frac{1}{U_f} - 0,03} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (22)$$

met :

- $U_{f,r}$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de gecorrigeerde  $U_f$ -waarde van het raamprofiel in het dakvenster;
- $U_f$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de vereenvoudigde  $U_f$ -waarde van het raamprofiel bepaald volgens de tabelwaarden uit bijlage D.

NOTA De volgens (22) bepaalde  $U_{f,r}$ -waarden liggen 5 à 18% hoger dan de  $U_f$ -waarden van verticaal geplaatste raamprofielen.

### 9.3 Warmtedoorgangscoefficiënt van ondoorschijnende vulpanelen ( $U_p$ )

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

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

### 9.4 Warmtedoorgangscoefficiënt 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 warmtedoorgangscoefficiënt ( $U_r$ ) van een (afsluitbaar) ventilatierooster wordt als volgt bepaald :

- profondervindelijk 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:

$$U_r = 6,0 \text{ W/m}^2\text{K (alle roosters)}$$

De met de  $U_r$ -waarde overeenstemmende roosteroppervlakte ( $A_r$ ) is bepaald als de geprojecteerde zichtbare oppervlakte van het in of rond het venster geplaatste rooster. Zoals hiervoor aangegeven maakt de roosteroppervlakte  $A_r$  deel uit van de totale vensteroppervlakte  $A_w$ , zelfs indien het rooster rond het venster is geplaatst.

### 9.5 Lineaire warmtedoorgangscoefficienten ( $\Psi$ -waarden)

De lineaire warmtedoorgangscoefficienten (-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  $\Psi$ -waarden ook de waarden bij ontstentenis gebruikt worden die vermeld zijn in de tabellen van bijlage E.

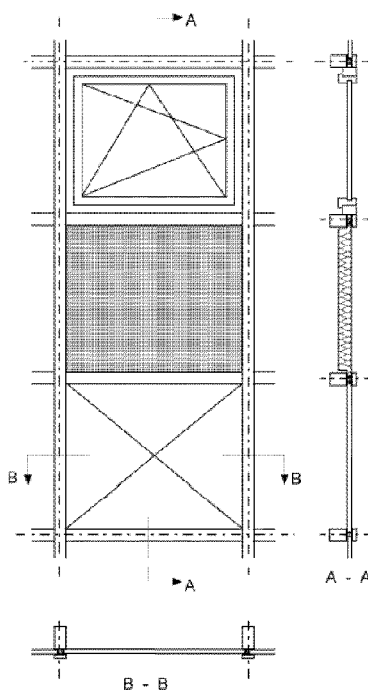
In het geval van ondoorschijnende vulpanelen die thermisch overbrugd worden aan de randen van het paneel door een minder isolerende afstandshouder, dient de  $\Psi$ -waarde op dezelfde wijze berekend te worden als voor een beglazing. In het tegengestelde geval mag  $\Psi_p$  gelijkgesteld worden aan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



## 10. Warmtedoorgangscoefficiënt 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 18.



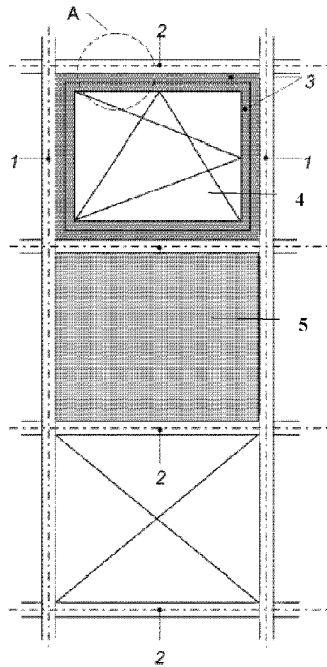
Figuur 18 – Module van een lichte gevel (gordijngevel)

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

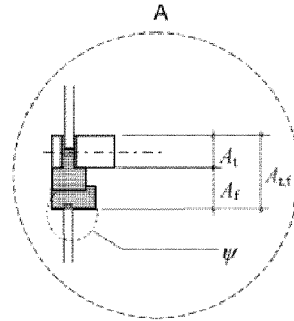
### 10.2 Constructieve eigenschappen van lichte gevels

#### 10.2.1 Samenstellende delen en randvoorwaarden

De samenstellende delen van een module van een lichte gevel zijn schematisch voorgesteld in Figuur 19.



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

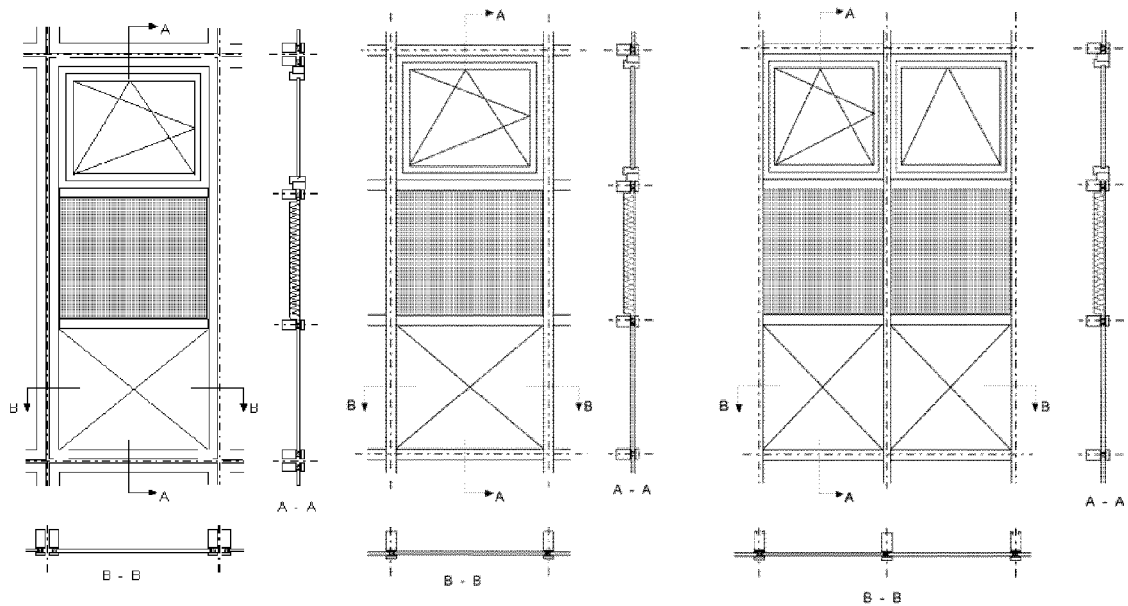


Doorsnede A

- $A_t$  (m<sup>2</sup>) : geprojecteerde oppervlakte van de horizontale raamstijl
- $A_f$  (m<sup>2</sup>) : geprojecteerde oppervlakte van het profiel

**Figuur 19 – Samenstellende delen van een gordijngevel**

De afbakening van de scheidslijnen tussen verschillende modules van een lichte gevel hangt af van het soort of type van lichte gevel, zoals voorgesteld in Figuur 20.



Type 1

Type 2

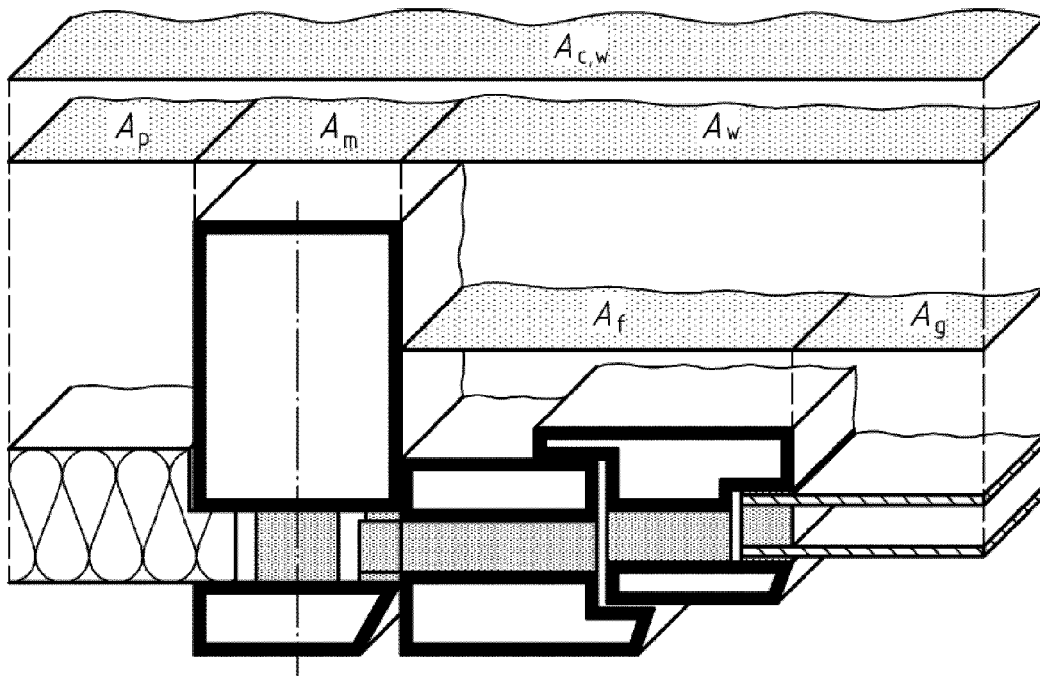
Type 1 & 2 gecombineerd

**Figuur 20 – Afbakening van de oppervlaktes van modules in een lichte gevel**

### 10.2.2 Definitie van oppervlaktes en perimeter

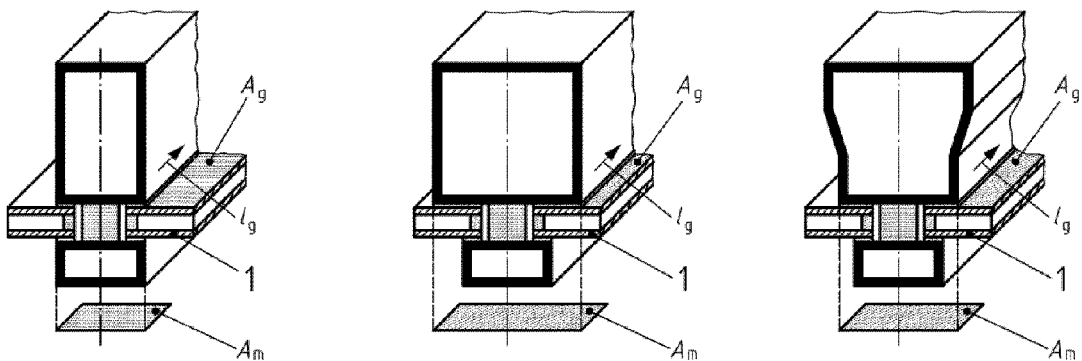
Voor elke module van een lichte gevel worden de in rekening te brengen oppervlaktes van alle samenstellende delen (beglazing, vleugel, vast kader, paneel, horizontale en verticale raamstijlen) bepaald als de geprojecteerde oppervlaktes, zoals schematisch weergegeven in Figuur 21. Deze oppervlaktes kunnen 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 21 – Illustratie van geprojecteerde en ontwikkelde oppervlaktes bij lichte gevels

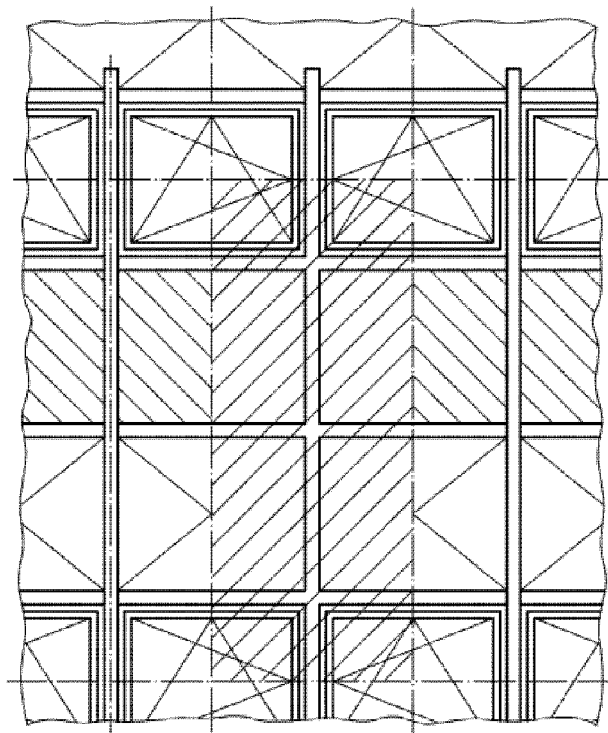
Indien de perimeter van een beglazing,  $l_g$ , of van een vulpaneel,  $l_p$ , verschillend is aan de binnenzijde en de buitenzijde, wordt de perimeter gedefinieerd als de grenslijn tussen de oppervlaktes (zie hierboven) van het glas en van het profiel (zie figuur 22).



Figuur 22 – Illustratie van glasoppervlakte en perimeter (1: glas)

### 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 geveldel kunnen ofwel nauwkeurig bepaald zijn via metingen of numerieke berekeningen, ofwel vereenvoudigd gekozen worden uit tabelwaarden of grafieken.



**Figuur 23 – 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 kunnen belangrijke koudebruggen ontstaan die de totale warmteoverdracht in belangrijke mate kunnen doen toenemen. Bij de modellering van de modules dienen daarom de snijvlakken en de randvoorwaarden zorgvuldig gekozen te worden. In Figuur 23 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 Nauwkeurige bepaling van de $U_{cw}$ -waarde van een module van een lichte gevel

#### 10.3.1 Principe van de nauwkeurige numerieke rekenmethode

De nauwkeurige bepaling van de  $U_{cw}$ -waarde gebeurt:

- ofwel door proeven volgens NBN EN ISO 12567-1;
- ofwel 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 (koudebruggen) 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 NBN EN 673, NBN EN 674 of NBN EN 675;
- de U-waarde van het centrale deel van de ondoorschijnende panelen ( $U_p$ ) 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.

NOTA De nauwkeurige bepalingsmethode kan zonder beperking gebruikt worden voor alle types van lichte gevels.

### 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 (koudebruggen). Deze extra verliezen worden bepaald:

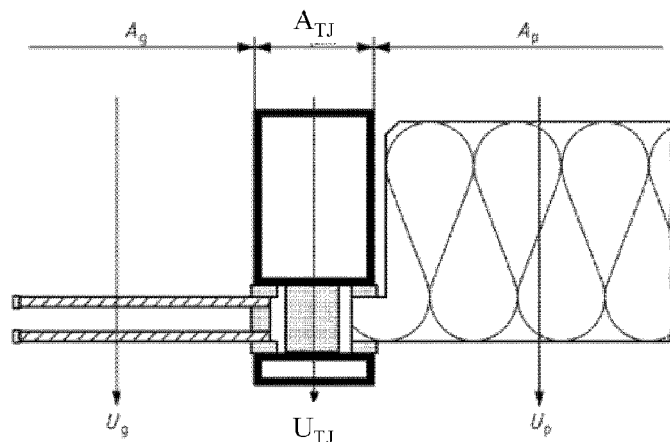
- ofwel op basis van proeven volgens NBN EN ISO 12567-1;
- ofwel op basis van 2D- en/of 3D-numerieke berekeningen volgens NBN EN ISO 10077-2 en/of NBN EN ISO 10211.

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

- ofwel wordt het verbindingselement tussen beglazing en vulpaneel als een apart gevelement 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 koudebrug beschouwd (met eigen lengte en eigen  $\Psi$ -waarde); in dat geval wordt een  $\Psi_{TJ}$  bepaald volgens de rekenwijze uit 10.3.2.3.

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

#### 10.3.2.2 Bepaling van $U_{TJ}$ (verbinding beschouwd als gevelement met eigen oppervlakte)



Figuur 24 – Verbinding beschouwd als gevelement met eigen oppervlakte

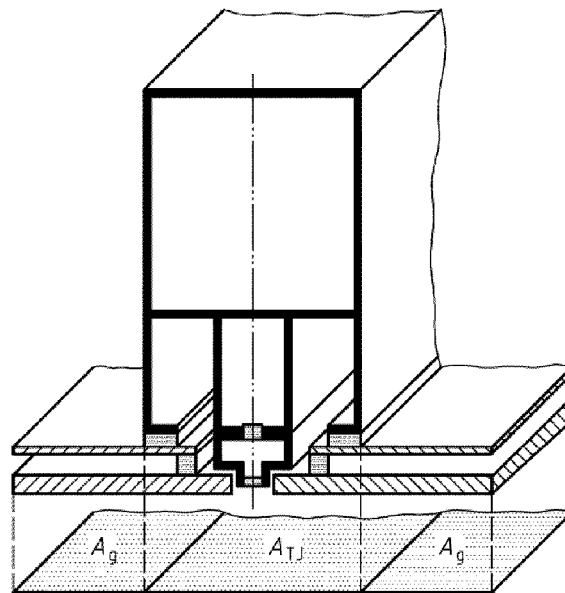
In dit geval geldt het rekenmodel van Figuur 24. Voor beglazing en vulpaneel zijn zowel de oppervlakten ( $A_g$  en  $A_p$ ) als de centrale U-waarden ( $U_g$  en  $U_p$ ) gekend. De verbinding tussen beglazing en paneel wordt als gevelement beschouwd met een gekende eigen geprojecteerde oppervlakte ( $A_{TJ}$ ) en een onbekende (te zoeken) eigen U-waarde ( $U_{TJ}$ ). Op basis van de totale warmteoverdrachtsstroom ( $\Phi_{tot}$ ) doorheen het volledige model (numeriek berekend) volgt  $U_{TJ}$  uit:

$$U_{TJ} = \frac{\Phi_{tot} - ((U_g \cdot A_g + U_p \cdot A_p) \cdot \Delta T)}{A_{TJ} \cdot \Delta T} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (23)$$

waarin:  $\Delta T$  [K] : temperatuurverschil tussen de binnen- en de buitenomgeving.

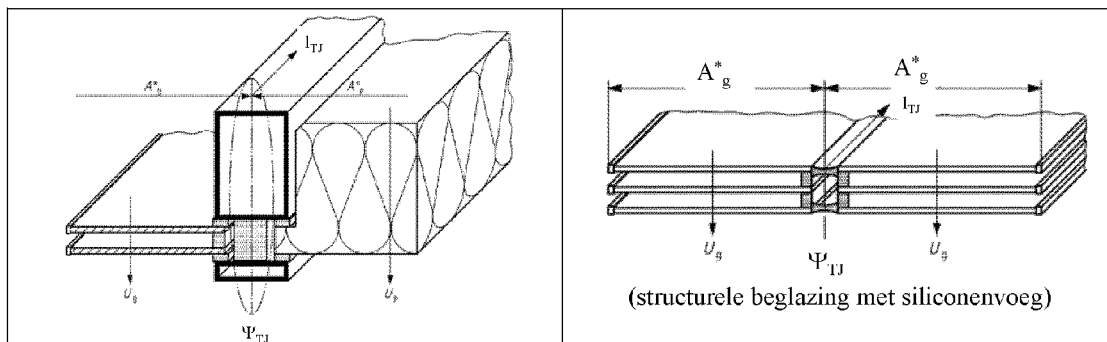
NOTA 1  $U_{TJ}$  bepaalt de warmtestroom door de verbinding met inbegrip van alle randeffecten (interactie tussen profiel en beglazing of vulpaneel) van het beschouwde model. Deze  $U_{TJ}$ -waarde is dus niet vergelijkbaar met  $U_f$  (profiel), die enkel de warmtestroom door het verbindingsprofiel 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 25.



Figuur 25 – Bepaling van  $A_{TJ}$  bij structurele beglazing

### 10.3.2 Bepaling van $\Psi_{TJ}$ (verbinding beschouwd als lineaire koudebrug)



Figuur 26 – Verbindingen beschouwd als lineaire koudebrug

In dit geval geldt het rekenmodel van Figuur 26. 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 koudebrug 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  $\Psi$ -waarde ( $\Psi_{TJ}$ ). Op basis van de totale numeriek berekende warmteoverdrachtsstroom ( $\Phi_{tot}$ ) wordt  $\Psi_{TJ}$  als volgt berekend:

$$\Psi_{TJ} = \frac{\Phi_{tot} - ((U_g \cdot A_g^* + U_p \cdot A_p^*) \cdot \Delta T)}{l_{TJ} \cdot \Delta T} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (24)$$

### 10.3.3 Bepaling van $U_{cw}$

$U_{cw}$  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:

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_{TJ} \cdot U_{TJ}}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_{TJ}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (25)$$

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

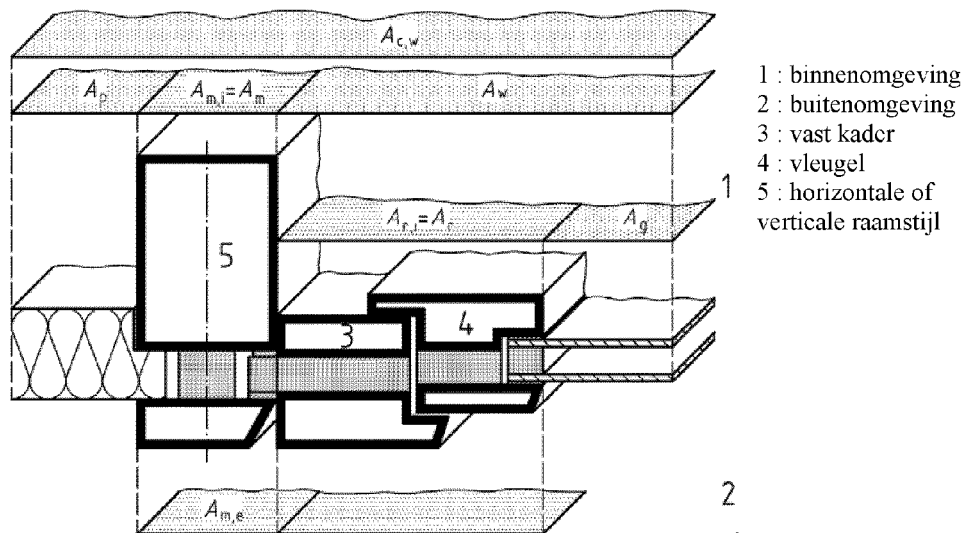
$$U_{cw} = \frac{\sum A_g^* \cdot U_g + \sum A_p^* \cdot U_p + \sum l_{TJ} \cdot \Psi_{TJ}}{A_{cw}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (26)$$

## 10.4 Bepaling van de $U_{cw}$ -waarde (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 als koudebruggen zijn toegevoegd, d.w.z. begroot door het product van een lengte en een lineaire warmteovergangscoefficiënt ( $\Psi$ -waarde).

### 10.4.2 Algemene bepaling van $U_{cw}$



Figuur 27 - Opsplitsing van de module in deelcomponenten met eigen oppervlakte en U-waarde

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

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_r U_r + \sum A_{m(f)} U_{m(f)} + \sum l_g \cdot \Psi_{f,g} + \sum l_p \cdot \Psi_{f,p} + \sum l_{m(t),g} \cdot \Psi_{m(t),g} + \sum l_{m(t),f} \cdot \Psi_{m(t),f}}{A_{cw}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (27)$$

waarin:

- $U_g, U_p$  [W/m<sup>2</sup>K] : warmtedoorgangscoefficiënten van resp. beglazing en ondoorschijnende vulpanelen, bepaald volgens 10.4.3;
- $U_r, U_m, U_t$  [W/m<sup>2</sup>K] : warmtedoorgangscoefficiënten van resp. de profielen en de verticale en horizontale raamstijlen, bepaald volgens 10.4.4;
- $A_g, A_p, A_r, A_m, A_t$  [m<sup>2</sup>] : de geprojecteerde oppervlaktes van resp. beglazingen, ondoorschijnende panelen, profielen en de verticale en horizontale raamstijlen, bepaald volgens 10.2.2;
- $A_{cw}$  [m<sup>2</sup>] : de totale oppervlakte van de module van de lichte gevel, bepaald als de som van de samenstellende delen van de module  $A_{cw} = A_g + A_p + A_r + A_m + A_t$ ;
- $\Psi_{t,g}, \Psi_{t,p}$  [W/mK] : de lineaire warmtedoorgangscoefficiënten ten gevolge van de onderlinge randeffecten (lineaire koudebruggen) tussen beglazingen en profielen en tussen panelen en profielen, bepaald volgens 10.4.5;
- $\Psi_{m,f}, \Psi_{t,f}$  [W/mK] : de lineaire warmtedoorgangscoefficiënten ten gevolge van de randeffecten (lineaire koudebruggen) tussen de profielen (vast kader) en de horizontale en/of verticale raamstijlen, bepaald volgens 10.4.5;
- $\Psi_{m,g}, \Psi_{t,g}$  [W/mK] : de lineaire warmtedoorgangscoefficiënten ten gevolge van de randeffecten (lineaire koudebruggen) tussen de beglazingen en de horizontale en/of verticale raamstijlen, bepaald volgens 10.4.5;
- $l_g, l_p, l_{m,f}, l_{t,f}, l_{m,g}, l_{t,g}$  [m] : de omtrekken van de corresponderende lineaire koudebruggen van de onderlinge aansluitingen van beglazingen, vulpanelen, profielen en horizontale en verticale raamstijlen.

### 10.4.3 U-waarde van beglazing en vulpaneel

#### 10.4.3.1 Beglazing

Zie 9.1.



### 10.4.3.2 Vulpaneel

Zie 9.3.

### 10.4.4 U-waarde van profielen en raamstijlen

De warmtedoorgangscoefficiënt van de profielen ( $U_f$ ) wordt bepaald volgens de principes van 9.2.

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

- o proefondervindelijke bepaling overeenkomstig NBN EN 12412-2;
- o 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. De punt-koudebruggen ( $\chi$ -waarden) die door deze verbindingen veroorzaakt worden kunnen nauwkeurig berekend worden door een numerieke 3D-koudebrugberekening volgens NBN EN ISO 10211 of 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 Bijlage 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 ( $U_{m0}$  of  $U_{t0}$ , numeriek berekend volgens NBN EN ISO 10077-2, zonder inrekening van het effect van schroeven) te vermeerderen met een correctieterm  $\Delta U$ :

$$U_{m(t)} = U_{m(t)0} + \Delta U \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (28)$$

In het geval van roestvrij stalen schroeven is een waarde bij ontstentenis voor deze correctieterm  $\Delta U$  gegeven in Tabel 5, mits voldaan is aan de vermelde voorwaarden.

Diameter roestvrij stalen verbinding (schroef)	Onderlinge afstand tussen de verbindingen	$\Delta U$ (W/m <sup>2</sup> K)
≤ 6 mm	200 – 300 mm	0,3

Tabel 5 -  $\Delta U$ -waarden voor horizontale en verticale raamstijlen

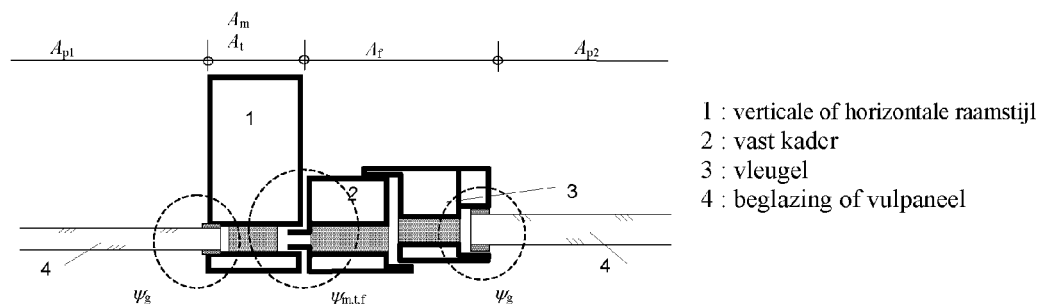
### 10.4.5 Lineaire warmtedoorgangscoefficienten (beglazingen, profielen en raamstijlen)

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

- o een numerieke berekening volgens NBN EN ISO 10077-2 (nauwkeurige berekening);
- o de waarden bij ontstentenis vermeld in Tabellen E.2 en 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 28, kan geëvalueerd worden door specifieke lineaire warmtedoorgangscoefficienten ( $\psi_{m,f}$  en  $\psi_{t,f}$  of  $\psi_{m,g}$  en  $\psi_{t,g}$ ). Deze waarde kan bepaald worden, uitgaande van:

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



**Figuur 28 – Aansluiting van een module van lichte gevel op een verticale of horizontale raamstijl**

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

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

$$U_{cw,tot} = \frac{\sum (U_{cw,i} \cdot A_{cw,i})}{\sum A_{cw,i}} \quad [W/m^2K] \quad (29)$$

met:

- $U_{cw,i}$  : U-waarden van de verschillende modules ( $W/m^2K$ )
- $A_{cw,i}$  : oppervlakten van de verschillende modules ( $m^2$ )

## 11. Warmtedoorgangscoefficiënt van andere doorschijnende wanden

### 11.1 Glasbouwsteenwanden

#### 11.1.1 Algemene procedure

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

De warmtedoorgangscoefficiënt 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 EN 1051-2.

Er mag ook steeds gerekend worden met de waarde bij ontstentenis die gelijk is aan  $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 12. Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie in gebouwen<sup>3</sup>

### 12.1 Totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie

De totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie ( $H_T$ ), is bepaald door :

$$H_T = H_D + H_g + H_U \quad [\text{W/K}] \quad (30)$$

met:

- $H_D$  [W/K] : de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de gebouwschil en direct naar de buitenomgeving, bepaald volgens 13;
- $H_g$  [W/K] : de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de grond en via onverwarmde kelders en kruipruimten in contact met de grond, bepaald volgens 15;
- $H_U$  [W/K] : de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via aangrenzende onverwarmde ruimten, bepaald volgens 14.

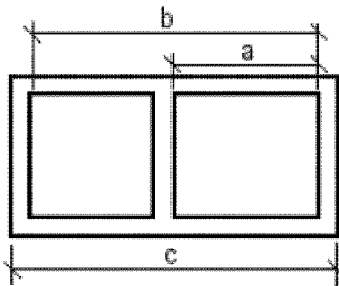
### 12.2 Algemene conventies

#### 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



Legende:

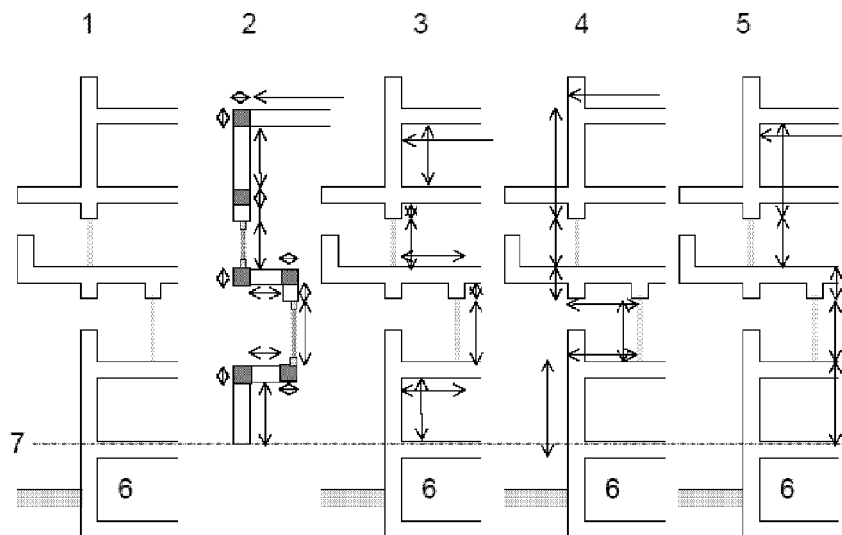
- a Binnenafmeting
- b Volledige binnenafmeting
- c Buitenafmeting

Figuur 29 – Systemen van oppervlakteberekening

Voor de berekening van de oppervlakten van de schil-elementen 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 uit Figuur 29 en geïllustreerd in Figuur 30), 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.

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

<sup>3</sup> Onder “gebouw” wordt eveneens verstaan “deel van een gebouw” indien de berekening hierop van toepassing is.



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

Figuur 30 – Systemen van afmetingen

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

De oppervlakten van alle scheidingsconstructies binnen een beschermd volume of tussen 2 beschermde volumes worden bepaald op basis van binnenafmetingen (afmeting a in figuur 29).

#### 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 naar de buitenomgeving ( $H_D$ ), kan ingerekend worden op één van de volgende manieren naar keuze:

- 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 koudebruggen inbegrepen zijn. In dit geval geldt:

$$H_D = H_D^{3D} \quad [\text{W/K}] \quad (31)$$

- De tweedimensionale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie ( $H_D^{2D}$ ) kan volgens de richtlijnen van NBN EN ISO 10211 berekend worden, waarbij de koudebruggen ingerekend worden m.b.v. de lineaire  $\psi$ -waarden en/of punt- $\chi$ -waarden. In dit geval geldt:

$$H_D = H_D^{2D} = \sum_{i=1}^n U_i \cdot A_i + \sum_{k=1}^m l_k \cdot \Psi_k + \sum_{l=1}^r \chi_l \quad [\text{W/K}] \quad (32)$$

met:

- $A_i$  [ $\text{m}^2$ ]: oppervlakte van bouwelement  $i$  van de gebouwschil, bepaald met buitenafmetingen;
- $U_i$  [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ]:  $U$ -waarde van bouwelement  $i$  van de gebouwschil;
- $l_k$  [ $\text{m}$ ]: lengte van de aanwezige lineaire koudebrug  $k$ , bepaald met buitenafmetingen;
- $\Psi_k$  [ $\text{W}/\text{mK}$ ]: lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van de lineaire koudebrug  $k$ ;
- $\chi_l$  [ $\text{W}/\text{K}$ ]: punt-warmtedoorgangscoefficiënt van de punt koudebrug  $l$ .

Hierbij dient gesommeerd te worden over alle schildelen  $i$ . Ook dient er gesommeerd te worden over alle lijnkoudebruggen  $k$  en alle puntkoudebruggen  $l$  die aanwezig zijn in het deel van het verliesoppervlak waarvoor  $H_D$  berekend wordt, in zoverre ze nog niet bij de bepaling van de  $U_i$ -waarde van de constructieonderdelen ingerekend werden.

Voor de behandeling van koudebruggen wordt verwezen naar artikel 5 en bijlage IV van het EPB-besluit.

## 14. Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via aangrenzende onverwarmde ruimten ( $H_U$ )

De rekenmethode in deze paragraaf is van toepassing op bovengrondse ruimten. Voor kruipkelders en onverwarmde kelders wordt verwezen naar hoofdstuk 15.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via aangrenzende onverwarmde ruimten  $H_U$  (bedoeld zijn hier de ruimten waarvan de dikte van de luchtlaag groter is dan 0,3 m), 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.

Deze worden bepaald volgens:

$$H_U = H_{iu} \cdot b \quad [\text{W/K}] \quad (33)$$

met:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [-] \quad (34)$$

- $H_{iu}$  [W/K] : de directe warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie tussen de verwarmde en de aangrenzende onverwarmde ruimte, berekend volgens:

$$H_{iu} = H_{T,iu} + H_{V,iu} \quad [\text{W/K}] \quad (35)$$

Waarin :  $H_{T,iu}$  [W/K] : warmteoverdracht door transmissie  
 $H_{V,iu}$  [W/K] : warmteoverdracht door ventilatie, berekend volgens:

$$H_{V,iu} = \rho \cdot c \cdot V_{iu} \quad [\text{W/K}] \quad (36)$$

Waarin:  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] : de dichtheid van lucht;  
 $c$  [Wh/kg.K] : de soortelijke warmtecapaciteit van lucht;  
 $V_{iu}$  [m<sup>3</sup>/h] : het luchtdebiet door ventilatie tussen de verwarmde ruimte en de aangrenzende onverwarmde ruimte. In het kader van de energieprestatieregeling wordt dit debiet bij conventie gelijk gesteld aan nul.

- $H_{ue}$  [W/K] : de warmtetransmissiecoëfficiënt tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving, berekend volgens:

$$H_{ue} = H_{T,ue} + H_{V,ue} \quad [\text{W/K}] \quad (37)$$

met:  $H_{T,ue}$  [W/K] : warmteoverdracht door transmissie  
 $H_{V,ue}$  [W/K] : warmteoverdracht door ventilatie, berekend volgens:

$$H_{V,ue} = \rho \cdot c \cdot V_{ue} \quad [\text{W/K}] \quad (38)$$

Het ventilatiedebiet tussen de aangrenzende onverwarmde ruimte en de buitenomgeving wordt berekend volgens:

$$V_{ue} = n_{ue} \cdot V_u \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (39)$$

met:

- $V_u$  [m<sup>3</sup>] : het volume van de aangrenzende onverwarmde ruimte;
- $n_{ue}$  [h<sup>-1</sup>] : het conventionele ventilatievoud van de aangrenzende onverwarmde ruimte, te bepalen voor het best overeenkomende geval uit tabel 6.

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

**Tabel 6 – Conventioneel ventilatievoud tussen aangrenzende onverwarmde ruimte en buitenomgeving**

- NOTA 1        Het product ( $\rho.c$ ) wordt conventioneel gelijk genomen aan :  $\rho.c = 0,34 \text{ Wh/m}^3.K$   
NOTA 2        De warmteoverdracht door de grond is niet begrepen in  $H_{iu}$  of  $H_{ue}$  en wordt apart berekend in de term  $H_g$  van uitdrukking (30).

Voor de evaluatie van de  $U_{max}$ -eis volgens bijlage III van het EPB-besluit wordt de gecombineerde waarde  $b.U_i$  beschouwd, waarbij voor  $b$  de waarde bij winteromstandigheden wordt genomen.



## 15. Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de grond ( $H_g$ )

### 15.1 Algemeen

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. Deze worden in bijlage F beschreven. In aanvulling daarop worden in 15.2 een aantal vereenvoudigde methoden beschreven.

### 15.2 Vereenvoudigde rekenmethodes van de grondverliezen

#### 15.2.1 Vloeren in direct contact met de grond

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via de grond ( $H_g$ ), kunnen voor vloeren in direct contact met de grond (vloeren op volle grond, keldervloeren) vereenvoudigd bepaald worden door:

$$H_g = \sum_{i=1}^n U_{eq,f,i} \cdot A_i \cdot a_i \quad [\text{W/K}] \quad (40)$$

waarin:

- $U_{eq,f,i}$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de equivalente U-waarde van vloerdeel  $i$  bepaald volgens:

$$U_{eq,f,i} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_{f,i}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (41)$$

met:  $R_{si}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: de warmteovergangsweerstand aan het binnenoppervlak (= 0,17)  
 $\sum R_{f,i}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]: de totale warmteweerstand van alle bouwlagen van vloerdeel  $i$  berekend volgens hoofdstuk 6 (van binnenoppervlak tot het contactoppervlak met de grond, dus zonder overgangsweerstanden)

- $A_i$  [ $\text{m}^2$ ]: de oppervlakte van vloerdeel  $i$  (bepaald met buitenafmetingen);
- $a_i$  [-]: temperatuurreductiefactor voor vloerdeel  $i$  bepaald door:

$$a_i = \frac{1}{U_{eq,f,i} + 1} \quad [-] \quad (42)$$

Bij de berekening van  $H_g$  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  $U_{max}$ -cis volgens bijlage III van het EPB-besluit wordt de gecombineerde waarde  $a_i \cdot U_{eq,f,i}$  beschouwd.

#### 15.2.2 Bouwelementen in contact met onverwarmde kruipruimten en kelders (vloeren, muren, deuren, ...)

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie naar de buitenomgeving via de onverwarmde kruipruimten en kelders ( $H_g$ ), kunnen voor vloeren die zich boven deze ruimten bevinden, vereenvoudigd bepaald worden m.b.v. een temperatuurreductiefactor ( $b_{t,i}$ ):

$$H_g = \sum_{i=1}^n U_{eq,f,i} \cdot A_i \cdot b_{t,i} \quad [\text{W/K}] \quad (43)$$

waarin:

- $U_{eq,f,i}$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]: de equivalente U-waarde van vloerdeel  $i$  bepaald volgens:

$$U_{eq,f,i} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_{f,i} + R_{se}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (44)$$

met:  $R_{si}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ] : de warmteovergangswaarde aan het binnenoppervlak (= 0,17)  
 $\sum R_{f,i}$  [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ] : de totale warmteovergangswaarde van alle bouwlagen van vloerdeel i berekend volgens hoofdstuk 6 (van het binnenoppervlak tot het contactoppervlak met de kruipruimte of de kelder, dus zonder overgangswaarden)

- $A_i$  [ $\text{m}^2$ ] : de oppervlakte van vloerdeel i (bepaald met buitenafmetingen);
- $b_{U,i}$  [-] : de temperatuurreductiefactor van vloerdeel i zoals bepaald in Tabel 7.

<b>Onverwarmde kelder of kruipruimte</b>	<b><math>b_U</math> (-)</b>
<b>Kelderruimte (minstens 70% van de buitenwanden in contact met de grond)</b>	
zonder buitenvenster of buitendeur	0,5
met buitenvenster of buitendeur	0,8
<b>Kruipruimten <sup>(1)</sup></b>	
sterk geventileerd ( $n_{ve} \geq 1 \text{ h}^{-1}$ )	1,0
niet of zwak geventileerd ( $n_{ve} < 1 \text{ h}^{-1}$ )	0,8
<b>(1)</b> conventionele waarden van het ventilatievoud ( $n_{ve}$ ) volgens Tabel 6	

**Tabel 7 – Waarden bij ontstentenis van de temperatuurreductiefactor  $b_U$**

Voor de evaluatie van de  $U_{max}$ -eis volgens bijlage III van het EPB-besluit wordt de gecombineerde waarde  $b_{U,i} \cdot U_{eq,f,i}$  beschouwd.

### 15.2.3 Ingegraven muren

De vereenvoudigde methode volgt de procedure voor 'Keldermuren' in bijlage F.2.4, waarbij als vereenvoudiging bij conventie mag worden aangenomen dat  $R_f = 1 \text{ m}^2\text{K/W}$ .