

Methode voor de berekening van de ontwerpwarmtebelasting

NBN EN 12831:2003

prNBN EN 12831 ANB

Christophe Delmotte, Ir
Laboratorium Prestatiemetingen Technische Installaties
WTCB - Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

Het cursusmateriaal maakt geen onderdeel uit van de officiële publicaties van het WTCB en mag dus niet als referentie gebruikt worden.

De gedeeltelijke, of gehele, verdeling of vertaling van deze documenten is enkel toegestaan met toestemming van het WTCB.

Europese norm en nationale bijlage

NBN EN 12831:2003

- Verwarmingssystemen in gebouwen – Methode voor de berekening van de ontwerpwarmtebelasting

prNBN EN 12831 ANB

- Nationale bijlage in publicatie fase
- Normatieve waarden te gebruiken in België voor de berekening

NBN B 62-003:1986

- Zal geschrapt worden op het moment van de publicatie van de nationale bijlage

Doelen van de norm

Berekening van de warmteverliezen

- Voor het gehele gebouw, voor de dimensionering van de warmtegenerator
- Vertrek per vertrek, voor de dimensionering van de verwarmingslichamen

Voor vertrekken waarvan de vertrekhoogte niet groter is dan 5 meter (andere gevallen in bijlage)

Volledige en vereenvoudigde methode

- De vereenvoudigde rekenmethode mag niet gebruikt worden

Rekenprocedure (vertrek per vertrek)

1. Basisbuitentemperatuur
Jaargemiddelde buitentemperatuur
2. Statuut van elke ruimte (verwarmd of onverwarmd)
en binnentemperatuur
3. Dimensionale en thermische karakteristieken
van alle gebouwelementen
4. Berekening van de warmteverliezen door transmissie
5. Berekening van de warmteverliezen door ventilatie
6. Berekening van de totale warmteverliezen
7. Berekening van het opwarmvermogen
8. Berekening van het totaal warmtevermogen

Rekenprocedure (gebouw)

1. Som van de warmteverliezen door transmissie
van alle verwarmde ruimten
2. Som van de warmteverliezen door ventilatie
van alle verwarmde ruimten
3. Som van de totale warmteverliezen
van alle verwarmde ruimten
4. Som van de opwarmvermogens
van alle verwarmde ruimten
5. Som van de totale warmteverliezen
en het totale opwarmvermogen

Invoergegevens

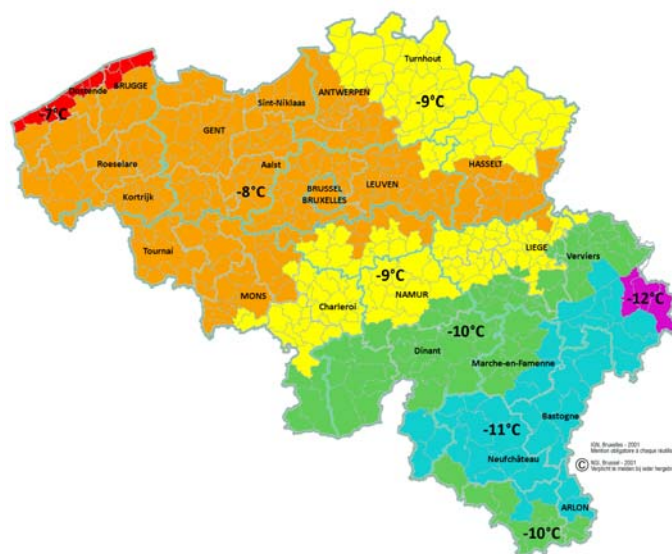
Basisbuitentemperatuur θ_e

Jaargemiddelde buitentemperatuur $\theta_{m,e}$

Tabel ND.1 - Basisbuitentemperatuur en jaargemiddelde buitentemperatuur

Post-code	Gemeente	θ_e °C	$\theta_{m,e}$ °C	Post-code	Gemeente	θ_e °C	$\theta_{m,e}$ °C
9300	Aalst	-8	10	3060	Bertem	-8	10
9880	Aalter	-8	10	6687	Bertogne	-11	10
3200	Aarschot	-8	10	6880	Bertrix	-11	10
2630	Aartselaar	-8	10	1547	Bever	-8	10
6250	Aiseau	-9	10	9120	Beveren-Waas	-8	10
3570	Alken	-8	10	4610	Beyne-Heusay	-10	10

Basisbuitentemperatuur



Invoergegevens

Binnentemperatuur van elke ruimte $\theta_{int,i}$

Tabel ND.2 - Basisbinnentemperatuur

Type van gebouw of ruimte	$\theta_{int,i}$ °C
Vertrekken waar normaal geklede personen in rust zijn of een zeer lichte fysieke activiteit verrichten bv. living, keuken, bureau, klaslokaal, werkkamer, hotelkamer, cafetaria, restaurant, vergaderzaal, auditorium, commerciële ruimte, enz.	20
Vertrekken waar licht of niet geklede personen in rust zijn of een zeer lichte fysieke activiteit verrichten bv. badkamer, consultatieruimte, enz.	24
Slaapkamer	18
Vertrekken waar normaal geklede personen een lichte fysieke activiteit verrichten bv. atelier, winkelruimte, kerk, museum, galerij, enz.	16
Vertrekken waar licht geklede personen een intensieve fysieke activiteit uitoefenen bv. tanzaal, sportzaal, industriële ruimte, enz.	16
Vertrekken die slechts dienen als doorgang of kortstondig verblijf voor normaal geklede personen bv. gang, bergruimte, wasplaats, traphal, vestiaire, WC, enz.	16
Stookplaats	10
Vertrekken die men enkel vorstvrij wenst te houden bv. garage	5

Januari 2015 - Pagina 9

Invoergegevens

Gegevens betreffende het gebouw

- Binnenluchtvolume van elk vertrek
- Oppervlakte van elk gebouwelement
- Warmtedoorgangscoefficiënt van elk gebouwelement
- Lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van elke koudebrug
- Lengte van elke lineaire koudebrug

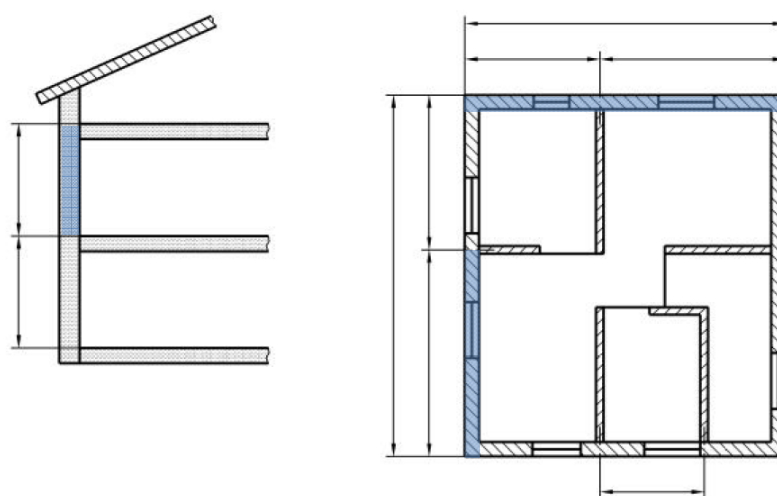
Januari 2015 - Pagina 10

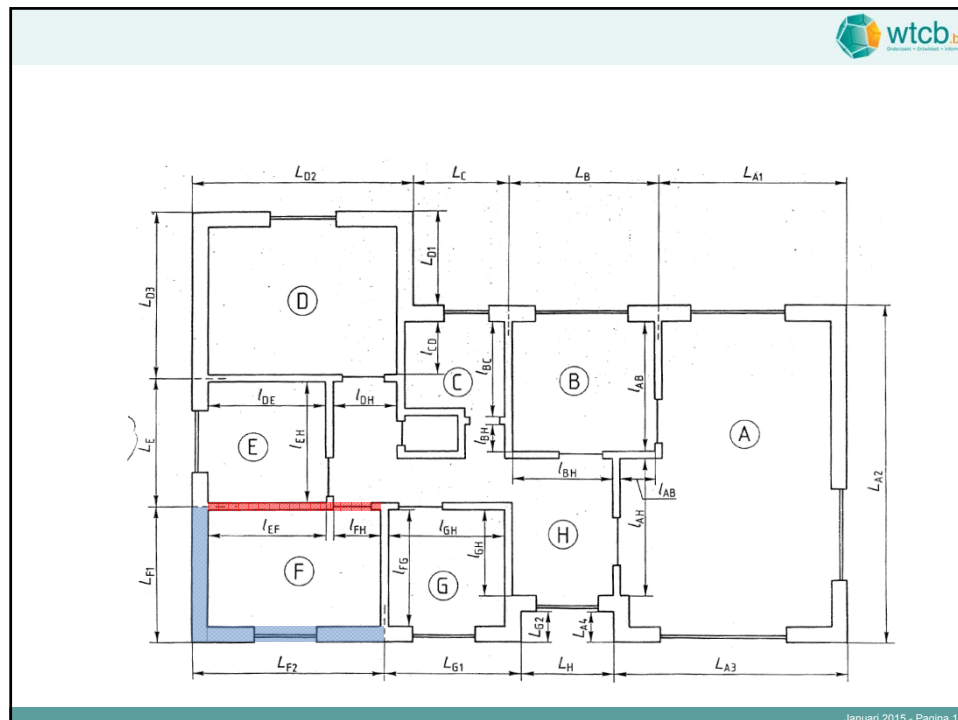
Bepalingen betreffende de afmetingen

Buitenwanden worden berekend op grond van de buitenafmetingen

- Voor twee naburige vertrekken, meting tot aan de hartlijn van de gemeenschappelijke wand
- Verticale afmetingen gemeten van vloeroppervlak tot vloeroppervlak
- Deuren en vensters gemeten op grond van de buitenafmetingen van de dagopeningen

Binnenwanden worden berekend op grond van de binnenafmetingen





Januari 2015 - Pagina 13

Invoergegevens

Gegevens met betrekking tot ventilatie

- V_{su} : toevoerluchtdebiet
- θ_{su} : temperatuur toevoerlucht
- V_{ex} : afvoerluchtdebiet
- n_{50} : infiltratievoud bij 50 Pa

Januari 2015 - Pagina 14

Totale warmteverliezen (vertrek i)

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$$

$\Phi_{T,i}$ = Warmteverliezen door transmissie

$\Phi_{V,i}$ = Warmteverliezen door ventilatie

Warmteverliezen door transmissie

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

H_T warmteoverdrachtscoëfficiënt
door transmissie

- Naar buiten doorheen de gebouwschil
- Naar buiten doorheen een onverwarmde ruimte
- Naar de grond
- Naar een aanpalende verwarmde ruimte verwarmd op een andere temperatuur

Directe transmissie naar buiten

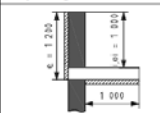
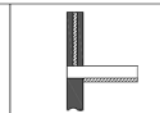
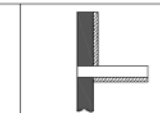
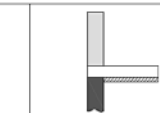

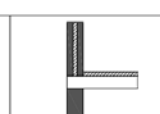
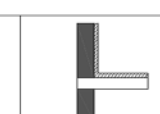
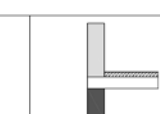
$$H_{T,ie} = \sum_k A_k U_k + \sum_l \Psi_l l_l$$

- A_k : Oppervlakte (wand k)
 - U_k : Warmtedoorgangscoefficient (wand k)
 - Ψ_l : Lineaire warmtedoorgangscoefficient (koudebrug l)
 - l_l : Lengte (koudebrug l)
- Niet-lineaire koudebruggen worden bij deze berekening verwaarloosd

Lineaire koudebruggen

NBN EN ISO 14683:2008

Dimensions in mm, linear thermal transmittance in W/(m·K)

Wall	Lightweight wall (including lightweight masonry and timber frame walls)	Insulating layer	Slab/pillar	Window frame
Suspended ground floors				
 GF9 $\Psi_{se} = 0.75$ $\Psi_{sa} = 0.95$ $\Psi_{si} = 0.95$	 GF10 $\Psi_{se} = 0.65$ $\Psi_{sa} = 0.85$ $\Psi_{si} = 0.85$	 GF11 $\Psi_{se} = 0.55$ $\Psi_{sa} = 0.75$ $\Psi_{si} = 0.75$	 GF12 $\Psi_{se} = 0.50$ $\Psi_{sa} = 0.70$ $\Psi_{si} = 0.70$	
 GF13 $\Psi_{se} = 0.60$ $\Psi_{sa} = 0.80$ $\Psi_{si} = 0.80$	 GF14 $\Psi_{se} = 0.45$ $\Psi_{sa} = 0.65$ $\Psi_{si} = 0.65$	 GF15 $\Psi_{se} = -0.10$ $\Psi_{sa} = 0.10$ $\Psi_{si} = 0.10$	 GF16 $\Psi_{se} = 0.00$ $\Psi_{sa} = 0.20$ $\Psi_{si} = 0.20$	

Lineaire koudebruggen

Gecorrigeerde forfaitaire U_k waarde om koudebruggen in aanmerking te nemen

Tabel ND.3a - Correctiefactor ΔU_{lb} , voor verticale wanden

Aantal vloeren die de isolatie doorboren*	Aantal muren die de isolatie doorboren*	ΔU_{lb} voor verticale wanden W/(m ² ·K)	
		volume van de ruimte ≤ 100 m ³	volume van de ruimte > 100 m ³
0	0	0.05	0
	1	0.10	0
	2	0.15	0.05
1	0	0.20	0.10
	1	0.25	0.15
	2	0.30	0.20
2	0	0.25	0.15
	1	0.30	0.20
	2	0.35	0.25

* Zie Figuur ND.1.

Januari 2015 - Pagina 19

Warmteverliezen door transmissie

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

- Naar buiten doorheen de gebouwschil
- Naar buiten doorheen een onverwarmde ruimte
- Naar de grond
- Naar een aanpalende verwarmde ruimte verwarmd op een andere temperatuur

Januari 2015 - Pagina 20

Transmissie via een onverwarmde ruimte

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k U_k b_u + \sum_l \Psi_l l_l b_u$$

- b_u : reductiefactor die rekening houdt met het temperatuurverschil tussen de onverwarmde ruimte en de buitenomgeving
 - Waarden verzameld in tabelvorm

Reductiefactor

Tabel ND.4 - Temperatuurreductiefactor, b_u

Onverwarmde ruimte	b_u [-]
Vertrek	
zonder buitenmuur	0,2
met slechts één buitenmuur	0,4
met minstens twee buitenmuren en zonder buitendeur	0,5
met minstens twee buitenmuren en met buitendeur(en) (bv. inkom, garages)	0,6
met minstens drie buitenmuren (bv. buitenliggende trapzaal)	0,8
Ruimte uitgevend op de buitenomgeving (oppervlakte openingen/volume van de ruimte > 0,005 m ² /m ³)	1,0
Ruimte onder dak (buiten het beschermd volume)	
met geïsoleerd dak	0,7
met niet geïsoleerd dak en luchtdicht	0,9
met niet geïsoleerd dak en ondicht	1,0
Kelderruimte (> 70% van de oppervlakte van de buitenmuren in contact met de grond)	
zonder buitenvensters of buitendeuren	0,5
met buitenvensters of buitendeuren	0,8
Kruipruimte	0,8

Warmteverliezen door transmissie

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

- Naar buiten doorheen de gebouwschil
- Naar buiten doorheen een onverwarmde ruimte
- Naar de grond
- Naar een aanpalende verwarmde ruimte verwarmd op een andere temperatuur

Transmissie naar een verwarmde ruimte

$$H_{T,ij} = \sum_k A_k U_k f_{ij}$$

- f_{ij} : reductiefactor die rekening houdt met het temperatuurverschil tussen de naburige ruimte en de basisbuitentemperatuur

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{adjacent\ space}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

Temperatuur van aangrenzende ruimten

Tabel ND.5 - Temperatuur van aangrenzende verwarmde ruimten

Warmteuitwisseling tussen de verwarmde ruimte (i) en :	$\theta_{\text{adjacent space}}$ °C
Aanpalende ruimte binnen hetzelfde deel van het gebouw	$\theta_{\text{space adjacent}}$ moet gespecificeerd worden
Ruimte behorend tot een aanpalend deel van het gebouw	$(\theta_{m,e} + \theta_{int,i})/2$
Ruimte behorend tot een aanpalend gebouw	
- Bewoond gebouw	$\theta_{m,e}$
- Niet bewoond gebouw: Normaal geïsoleerd en weinig of niet verlucht	0
- Niet bewoond gebouw: Niet geïsoleerd of sterk verlucht	θ_e

NOOT $\theta_{m,e}$ is de jaargemiddelde buitentemperatuur.

Warmteverliezen door transmissie

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

- Naar buiten doorheen de gebouwschil
- Naar buiten doorheen een onverwarmde ruimte
- Naar de grond
- Naar een aanpalende verwarmde ruimte verwarmd op een andere temperatuur

Transmissie naar de grond

Gedetailleerde berekeningsmethode

Vereenvoudigde berekeningsmethode

- Koudebruggen komen niet in aanmerking

Transmissie naar de grond

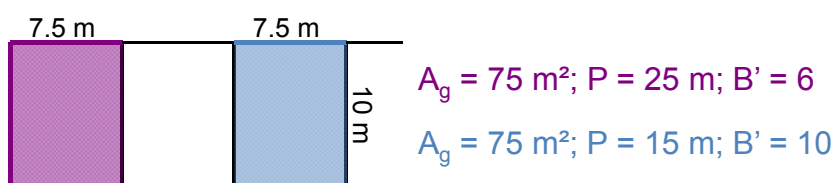
$$H_{T,ig} = 1,45 \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \left(\sum_k A_k U_{equiv,k} \right) 1,15$$

- A_k : Oppervlakte (wand k)
- $U_{equiv,k}$: Equivalente warmtedoorgangscoefficient (wand k)
 - Functie van de U_k waarde (wand k)
 - Functie van de karakteristieke vloerafmeting B'
 - Tabellen en grafieken voor de bepaling

Karakteristieke vloerafmeting

$$B' = 2 \frac{A_g}{P}$$

- A_g : Oppervlakte van de vloer (k) in contact met de grond
- P : Blootgestelde perimeter van de vloerplaat



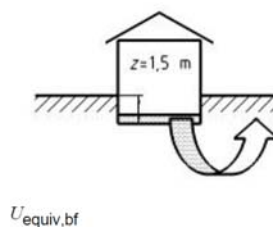
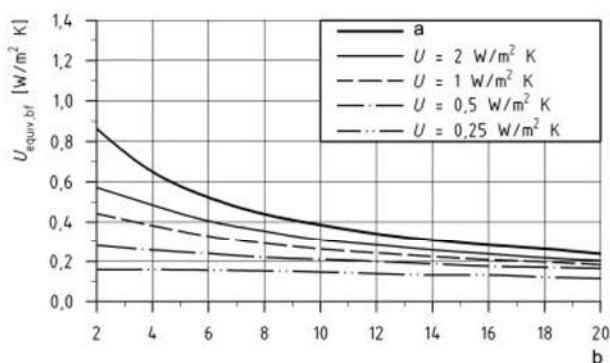
Karakteristieke vloerafmeting

B' wordt theoretisch berekend voor het gebouw als geheel

Voor een vertrek-per-vertrek berekening volgt men de volgende regels

- Voor vertrekken zonder buitenwanden, wordt B' berekend voor het gebouw als geheel
- Voor vertrekken met een goed geïsoleerde vloer ($U_{\text{floor}} < 0.5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), wordt B' berekend voor het gebouw als geheel
- Voor de andere vertrekken, wordt B' berekend op basis van de afmetingen van het vertrek

Transmissie naar de grond (vloer)

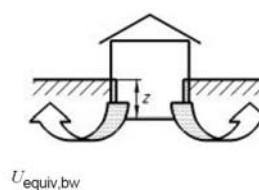
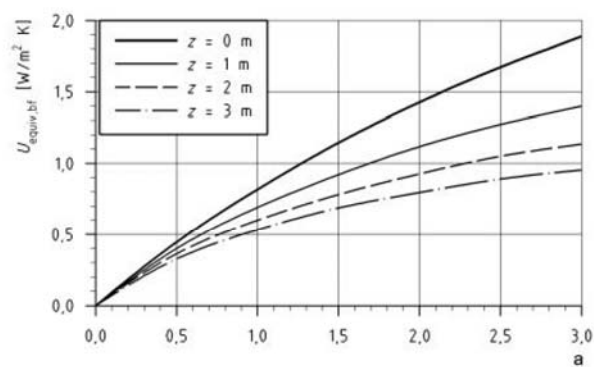


Legende :

a : betonvloerplaat (zonder isolatie)


b : B'-waarde [m]

Transmissie naar de grond (wand)

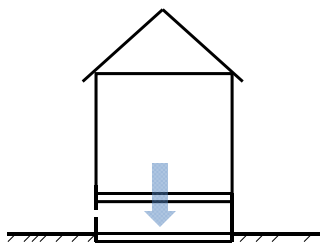


Legende :

a : U_{wal} -waarde van muren [W/m²K]




Vloer boven kelder of kruipruimte



Berekening van de warmteverliezen doorheen de vloer boven een onverwarmde ruimte

- $H_{T,iue}$

Januari 2015 - Pagina 33



Totale warmteverliezen (vertrek i))

$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$

$\Phi_{T,i}$ = Warmteverliezen door transmissie

$\Phi_{V,i}$ = Warmteverliezen door ventilatie

Januari 2015 - Pagina 34

Warmteverliezen door ventilatie

$$\Phi_{T,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$$

$H_{V,i}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt
door ventilatie

$$H_{v,i} = \rho c_p \dot{V}_i = 0,34 \dot{V}_i$$

- \dot{V}_i : luchtdebiet van de verwarmde ruimte
- ρ : luchtdichtheid
- c_p : specifieke warmtecapaciteit van de lucht

Zonder ventilatiesysteem

Een forfaitaire luchtdebiet wordt beschouwd

$$\dot{V}_i = \max (\dot{V}_{\text{min},i}, \dot{V}_{\text{inf},i})$$

- $\dot{V}_{\text{min},i}$ Basis luchtdebiet
- $\dot{V}_{\text{inf},i}$ Luchtdebiet door infiltratie
- Lucht op buitentemperatuur

Basis ventilatie (« hygiënisch »)

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} V_i$$

- V_i binnenvolume van de verwarmde ruimte

Tabel ND.6 - Minimum ventilatievoud met buitenlucht, n_{min}

Type van vertrek	n_{min} h^{-1}
Residentieel gebouw(deel)	0.75
Niet-residentieel gebouw(deel)	1

Luchtinfiltratie

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 V_i n_{50} e_i \varepsilon_i = 2 V_i 6 \cdot 0,1 \cdot 1 = 1,2 V_i$$

- V_i binnenvolume van de verwarmde ruimte

Tabel ND.7 - Infiltratievoud voor het gehele gebouw, n_{50}

Gebouw	n_{50} h^{-1}		
	Graad van luchtdichtheid van de gebouwschil (kwaliteit van de vensterdichtingen)		
	hoog (vensterdichtingen van hoge kwaliteit)	gemiddeld (dubbele beglazing, gewone dichtingen)	laag (enkele beglazing, zonder dichtingen)
individuele woning	6	6	6
andere woningen of gebouwen	6	6	6

Met ventilatiesysteem

Men houdt rekening met de karakteristieken van het systeem

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \sum \dot{V}_{su,i,j} f_{v,i,j} + \dot{V}_{mech,inf,i}$$

- $\dot{V}_{inf,i}$ Luchtdebiet door infiltratie
- $\dot{V}_{su,i,j}$ Luchttoevoerdebiet
- $f_{v,i,j}$ Temperatuurreductiefactor
- $\dot{V}_{mech,inf,i}$ Overschot aan luchtafvoerdebiet

Luchttoevoerdebiet

Men houdt rekening met elk toevoerrooster in het vertrek

- Natuurlijke toevoer
- Mechanische toevoer
- Doorstroomopening

en van de luchttemperatuur $\theta_{su,j}$

$$f_{v,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,j}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

Overschot aan luchtafvoerdebiet

Op het gebouw niveau,
wanneer de luchtafvoer groter is
dan de luchttoevoer,
zal het verschil gerealiseerd worden door
infiltratie

Het verschil wordt forfaitair verdeeld in alle
vertrekken in verhouding met hun volume

$$\dot{V}_{mech,inf,i} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}; 0) \frac{V_i}{\sum V_i}$$

Te beschouwen luchtdebiet

Voor elk vertrek, moet het luchtdebiet
groter zijn dan het basis ventilatie luchtdebiet

$$\dot{V}_{inf,i} + \sum \dot{V}_{su,i,j} + \dot{V}_{mech,inf,i} \geq \dot{V}_{min,i}$$

Anders moet het verschil toegevoegd worden
aan V_i

$$\dot{V}_i = \sum \dot{V}_{su,i,j} \cdot f_{v,i,j} + \dot{V}_{min,i} - \sum \dot{V}_{su,i,j}$$



Te beschouwen luchtdebiet

Als de verschillende debieten onbekend zijn dan worden de ventilatieverliezen berekend in de veronderstelling dat er geen ventilatiesysteem aanwezig is

Januari 2015 - Pagina 43



Opwarmvermogen

Als men de vetrekken laat afkoelen (s 'nachts of tijdens het weekend bv.) zal soms een bijkomend vermogen nodig zijn om ze op te warmen binnen een redelijke tijdsduur

Dit opwarmvermogen hangt af van

- de warmtecapaciteit van de bouwelementen
- de opwarmtijd
- de temperatuurdaling

Januari 2015 - Pagina 44

Opwarmvermogen

Het opwarmvermogen kan nauwkeurig berekend worden op basis van dynamische rekenprocedures

- Niet beschreven in de norm

De norm stelt een vereenvoudigde rekenmethode voor

Voorwaarden (vereenvoudigde methode)

Residentiële gebouwen

- Periode van onderbreking ≤ 8 uur
- De thermische massa van het gebouw is niet licht (zoals houtskeletbouw)

Niet residentiële gebouwen

- Periode van onderbreking ≤ 48 uur (weekend)
- Bezettingsperiode tijdens werkdagen ≥ 8 uur
- Binnentemperatuur (bij ontwerp) ligt tussen 20 en 22°C

Opwarmvermogen

$$\Phi_{RH,i} = A_i f_{RH}$$

- A_i Vloeroppervlakte van de verwarmde ruimte
- f_{RH} Opwarmfactor

Tabel ND.10b - Opwarmfactor, f_{RH} , voor residentiële gebouwen, maximale duur van nachtverlaging: 8h

Opstart-tijd h	f_{RH} W/m ²		
	Voorziene daling van de binnentemperatuur tijdens de verlaging (*)		
	2 K	3 K	4 K
1	21	34	48
2	15	25	35
3	12	20	29
4	10	18	26

(*) In goed geïsoleerde en luchtdichte gebouwen, is een daling van de binnentemperatuur tijdens de verlaging groter dan 2 à 3 K weinig waarschijnlijk. De daling hangt af van de klimaatomstandigheden en van de thermische inertie van het gebouw.

Januari 2015 - Pagina 47

Nodige verwarmingsvermogen (ruimte)

Voor het bepalen van het vermogen van de in een ruimte te installeren radiatoren wordt de som gemaakt van de volgende elementen

- Warmteverliezen door transmissie
- Warmteverliezen door ventilatie
- Opwarmvermogen

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$$

Januari 2015 - Pagina 48

Nodige verwarmingsvermogen (gebouw)

Voor het bepalen van het vermogen van de in een gebouw te installeren ketel wordt de som gemaakt van de volgende elementen voor alle verwarmde ruimten

- Warmteverliezen door transmissie
- Warmteverliezen door ventilatie
- Opwarmvermogen

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i^*} + \sum \Phi_{RH,i}$$

Nodige verwarmingsvermogen (gebouw)

Gewijzigde som van de warmteverliezen door ventilatie

- Enkelvoudige infiltratie in de ruimten

$$\dot{V}_{inf,i} = V_i n_{50} e_i \varepsilon_i = V_i 6 \cdot 0,1 \cdot 1 = 0,6 V_i$$

- Warmteoverdracht binnenin het gebouw niet meegeteld
 - In ieder geval komen toevoer en afvoer in evenwicht

The screenshot displays the WTCB website interface. At the top right is the WTCB logo with the text 'WTCB.be' and 'Normen • Contact • Support'. Below the logo are two main navigation tabs: 'Informatie en ondersteuning' (selected) and 'Onderzoek, ontwikkeling en innovatie'. The 'Informatie en ondersteuning' tab contains several sections: 'Bouwsoorten' with sub-links for 'Technische en algemene beschrijvingen', 'Overzichten', 'Staan en vallen', 'Prijzen, kosten en afschrijvingen', 'Materialen en transport', and 'Onderhoud en onderhoud'; 'Technische zaken' with sub-links for 'Toelichting op de normen', 'Toelichting op de normen', 'Toelichting op de normen', and 'Toelichting op de normen'; and 'Thema's' with sub-links for 'Duurzame bouw en bouwen', 'Energieprestaties', 'Milieubelasting', and 'Beter, kostbaar en ICT'. Below these are three main content blocks: 'Ik zoek informatie online' with links for 'WTCB-Publicaties en Normen', 'Algemeen-Aankopen', 'Risicobebod', 'Technische details', 'Video', 'Bouwproducten', and 'Bouwsoftware'; 'Ik heb persoonlijk advies nodig' with a photo of a woman on a headset and links for 'Technische bijstand', 'Preventie', 'Normen', and 'Beoordeling ICT'; and 'Agenda' with a list of dates and events. At the bottom are three contact options: 'Het WTCB' (with sub-links for 'Vereniging en afdelingen', 'Technische Comité', 'Voorzitter', 'Vastleggen en contactgegevens', and 'Medische bepalingen'), 'WTCB-Mail' (with an email input field), and 'WTCB-Contact' (with sub-links for 'Laatste nieuws' and 'Alle informatie').

Christophe Delmotte

02 655 77 11

www.normen.be