



Vloerverwarming met warm water

Dimensionering

Christophe Delmotte, Ir
Labo Prestatiemetingen van Technische Installaties
WTCB – Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

15-06-2016 – blz. 1



Technologische Dienstverlening Duurzaam Bouwen en Duurzame Ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Prioritaire thema's:

- Energie en gebouwen
- Renovatie en onderhoud van muren en gevels
- Akoestisch comfort
- Toegankelijkheid van gebouwen
- Duurzaam materiaalgebruik
- Innovatieve prospectie
- Technology watch (in samenwerking met SIRRIIS)
- Duurzame houtbouw en (groen)daken

Missie:

- Rechtstreekse en multidisciplinaire technische ondersteuning
- Informatie en collectieve vorming
- Marktverkenning, informatieverbreiding en innovatiestimulering

Doelgroep:

Alle Brusselse ondernemingen actief in de bouwsector



In samenwerking met de
Confederatie Bouw Brussel Hoofdstad



Gesubsidieerd door het
Brussels Hoofdstedelijk Gewest
via InnovIRIS



INNOVIRIS
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST
VIA INNOVIRIS

Poincarélaan 79
1060 Brussel

info@btb.be
www.wtcb.be/gold-duurzaam bouwen

+32 (0)2 529 81 06
+32 (0)2 653 07 29

Cursusnota's maken geen deel uit van de officiële publicaties van het WTCB en mogen dus niet als referentie gebruikt worden. De (zelfs partiële) reproductie of vertaling van deze nota's is enkel toegelaten met de toestemming van het WTCB.



Stel dat iemand u een prijs vraagt voor de vloerverwarming van een woning

- Hoe gaat u te werk?
- Voldoende vermogen?
- Legafstand tussen de buizen?
- Watertemperatuur?



En indien
het om radiatoren gaat?

15-06-2016 – blz. 5

Radiatoren

type 22



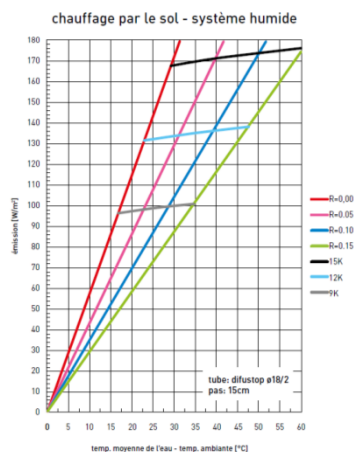
		hauteur						
longueur	watt	300	400	450	500	600	750	900
450	ΔT 50	474	601	661	718	824	968	1092
600	ΔT 50	632	802	881	957	1099	1290	1456
750	ΔT 50	790	1002	1101	1196	1374	1613	1820
900	ΔT 50	948	1202	1321	1436	1649	1935	2184
1050	ΔT 50	1106	1403	1541	1675	1924	2258	2548
1200	ΔT 50	1264	1603	1762	1914	2198	2580	2912
1350	ΔT 50	1422	1804	1982	2153	2473	2903	3276
1500	ΔT 50	1580	2004	2202	2393	2748	3225	3641
1650	ΔT 50	1737	2204	2422	2632	3023	3548	4005
1800	ΔT 50	1895	2405	2642	2871	3298	3870	4369
1950	ΔT 50	2053	2605	2863	3110	3572	4189	4733
2100	ΔT 50	2211	2806	3083	3350	3847	4515	5097
2250	ΔT 50	2369	3006	3303	3589	4122	4838	5461
2400	ΔT 50	2527	3206	3523	3828	4397	5160	5825
2550	ΔT 50	2685	3407	3743	4067	4672	5483	6189
2700	ΔT 50	2843	3607	3964	4307	4946	5805	6553
3000	ΔT 50	3159	4008	4404	4785	5496	6450	7281

Vrij eenvoudige keuze
dankzij de afgiftetabellen
van de fabrikanten

- Regime 75/65/20
 - $\sim$ 80/60/20
- Ander regime
 - Correctiefactoren
 - WTCB-Rapport 14

15-06-2016 – blz. 6

Vloerverwarming



Er zijn ook eenvoudig
te gebruiken gegevens
van fabrikanten
beschikbaar

15-06-2016 – blz. 7

Inhoud van de presentatie

Warmteafgifte

Dimensionering

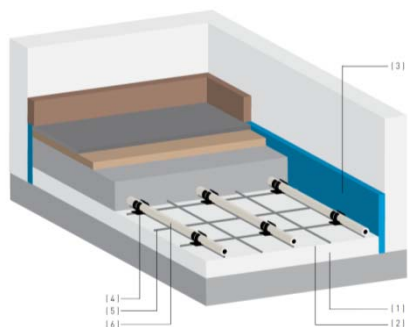
- Thermische belasting
- Keuze van het systeem
- Legafstand buizen
- Vertrek- /retourtemperatuur

Afgifte naar beneden

Waterdebiet

15-06-2016 – blz. 8

Vloerverwarming met warm water



Systeem bepaald door de fabrikant

- Keuze van de vloerbekleding (klant)
- Keuze van de legafstand van de buizen (hart op hart)
- Keuze van de watertemperatuur

15-06-2016 – blz. 9

Twee soorten zones



Leefruimte

- Ontworpen voor een « normaal » comfort

Randzone

- Ontworpen voor een hogere oppervlaktetemperatuur
- Maximale breedte van 1 m langs de buitenwanden
- Zorgt voor een hoger vermogen

15-06-2016 – blz. 10

Comfortcriteria

Comforttemperatuur in de ruimten

- Zoals voor de radiatoren
- Zie NBN EN 12831 ANB

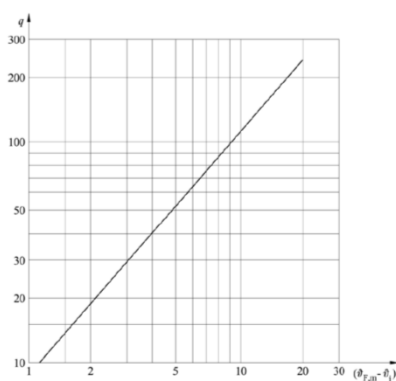
Oppervlaktetemperatuur van de vloer

- Leefruimte Delta T max. 9 K
- Randzone Delta T max. 15 K
- Randzone T max. 35°C

- Bekleding in hout T max. 29°C

15-06-2016 – blz.11

Theoretische warmteafgifte

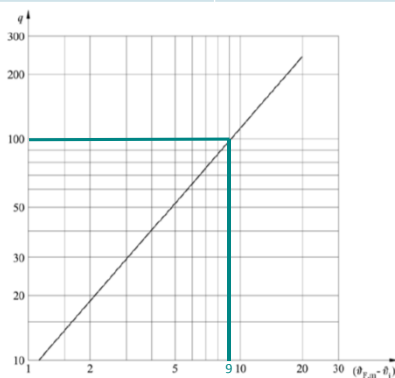


Oppervlaktewarmteafgifte
in W/m²

Gemiddeld
temperatuurverschil tussen
de oppervlaktetemperatuur
en de
omgevingstemperatuur
in K

15-06-2016 – blz.12

	Omgevingstemperatuur °C	Maximale oppervlakte temperatuur °C	Maximale oppervlakte warmteafgifte W/m²
Woonkamer	20	29	100
Badkamer	24	33	100
Randzone	20	35	175



15-06-2016 – blz. 13

Reële warmteafgifte

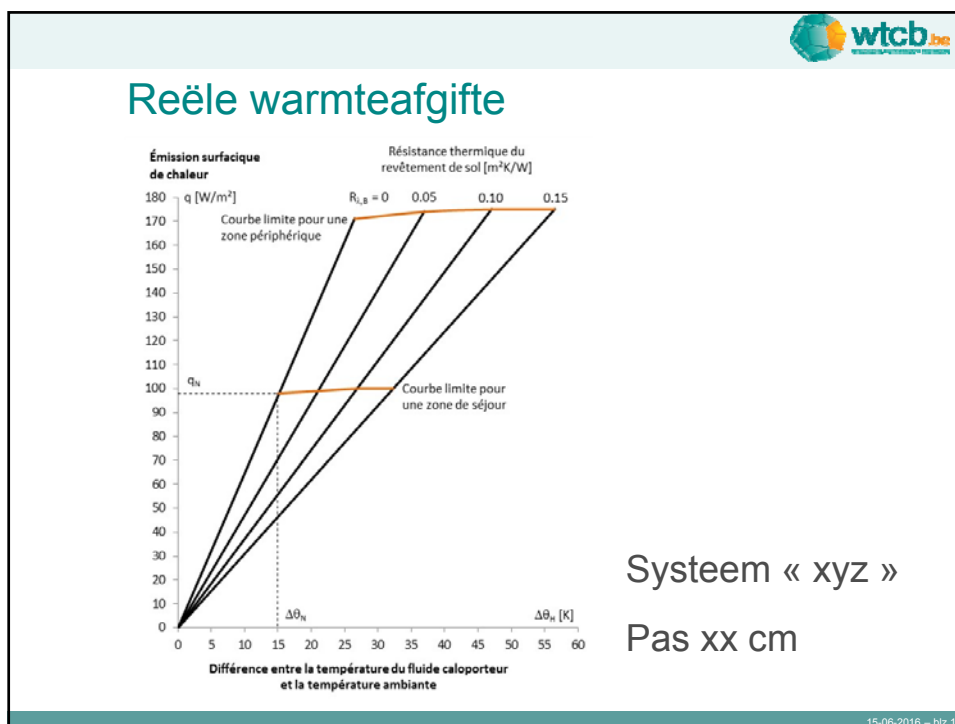
De oppervlaktetemperatuur is niet homogeen

- Tussenafstand buizen
- Afkoeling van het water in de buis

De fabrikant dient het vermogen van zijn systeem te berekenen of te meten

- In functie van de legafstand van de buizen
- In functie van de vloerbekleding
- In functie van de watertemperatuur

15-06-2016 – blz. 14





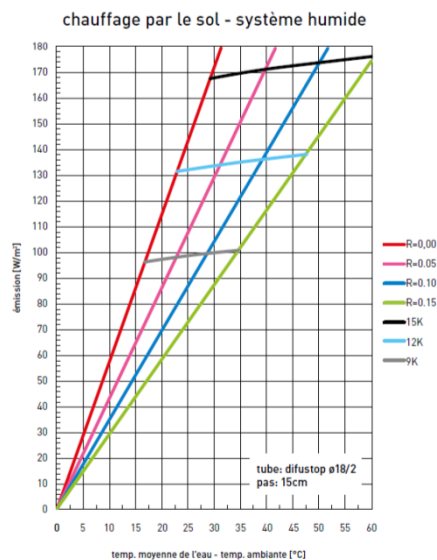
Indicatieve waarden

Vloerbekleding	Thermische weerstand* $R_{0,s}$ [(m² K)/W]	
Onbeklede vloer	0	
PVC, linoleum 2.5 mm	0,01	
Tegels in blauwe hardsteen op mortellaag	0,02	
Terracotta tegels op mortellaag	0,03	
Gelijmde terracotta tegels	0,01	
Parket	Naaldhout	Loofhout
8 à 10 mm	0,08	0,06
14 à 16 mm	0,12	0,09
18 à 22 mm	0,17	0,11
Voltapijt 5 mm	0,06	
6 à 8 mm	0,10	
10 à 12 mm	0,15	
Tapijt (zuivere wol) 10 à 12 mm	0,24	

* Deze weerstand bevat noch de overgangsweerstand aan de oppervlakte, noch de weerstand van de chape boven de buizen. (zie EN 1264-2 formule (29))

15-06-2016 – blz. 16

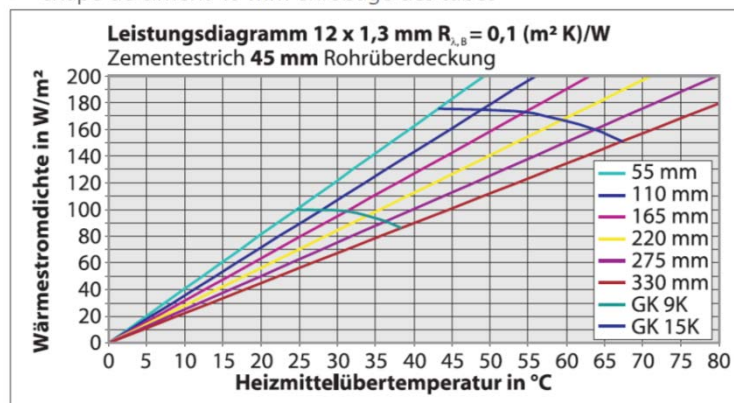
Reëel voorbeeld



15-06-2016 – blz.17

Reëel voorbeeld

- ▶ tube de chauffage PB 12
- ▶ $R_{\lambda B} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- ▶ chape de ciment 45 mm enrobage des tubes



15-06-2016 – blz.18



Inhoud van de presentatie

Warmteafgifte

Dimensionering

- Thermische belasting
- Keuze van het systeem
- Legafstand van de buizen
- Vertrek- /retourtemperatuur

Afgifte naar beneden

Waterdebiet

15-06-2016 – blz.19



Thermische belasting Φ_{HL} (W)

Berekening van de thermische belasting Φ_{HL}

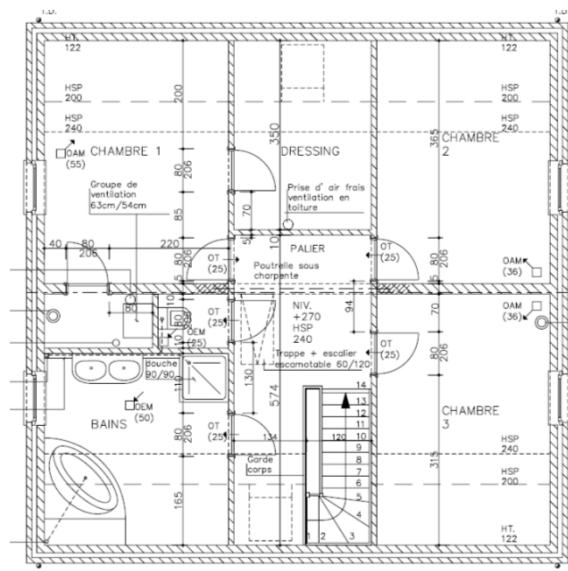
- Norm NBN EN 12831 + Belgische bijlage (ANB)
- Geen rekening houden met verliezen doorheen de verwarmde vloer
 - Dit wordt nadien en op een andere manier berekend

Opwarmingsvermogen

- Men mag hiermee geen rekening houden indien men instemt om continu te verwarmen bij heel koud weer

15-06-2016 – blz.20

Toepassingsvoorbeeld



15-06-2016 – blz.23

Toepassingsvoorbeeld

Kamer	Oppervlakte verwarmde vloer A_F m^2	Nominale thermische belasting Φ_{HL} W	Oppervlakte Warmteafgifte q_{des} W/m^2
1 Keuken	14,4	1029	71,5
2 Woonkamer	34,4	2147	62,4
3 Bureau	11,3	854	75,6
4 Hall + WC	11,6	351	30,3
5 Wasplaats	12,1	541	44,9
6 Kamer 1	15,3	905	59,2
7 Dressing	8,9	512	57,5
8 Kamer 2	14,4	822	57,1
9 Kamer 3	14,9	875	58,7
10 Overloop	11,0	364	33,2
11 Badkamer	9,9	1047	105,8
12 WC verdieping	1,3	0	0
13 Berging	2,0	37	18,5

15-06-2016 – blz.24



Toepassingsvoorbeeld

Keuken

- Meubelen zonder onderplint om maximaal te profiteren van het vloeroppervlak

Badkamer

- Oppervlak onder de badkuip en de douche valt buiten het verwarmde oppervlak

Berging en toilet op de verdieping

- Heel lage belasting
- Geen verwarming

15-06-2016 – blz.25



Inhoud van de presentatie

Warmteafgifte

Dimensionering

- Thermische belasting
- Keuze van het systeem
- Legafstand van de buizen
- Vertrek- /retourtemperatuur

Afgifte naar beneden

Waterdebiet

15-06-2016 – blz.26



Keuze van het verwarmingssysteem

Selectie op basis van de hoogste waarde van de oppervlaktewarmteafgifte

- Uitgezonderd badkamers
- De maximumwaarde van de oppervlaktewarmteafgifte wordt genoteerd $q_{\max}$

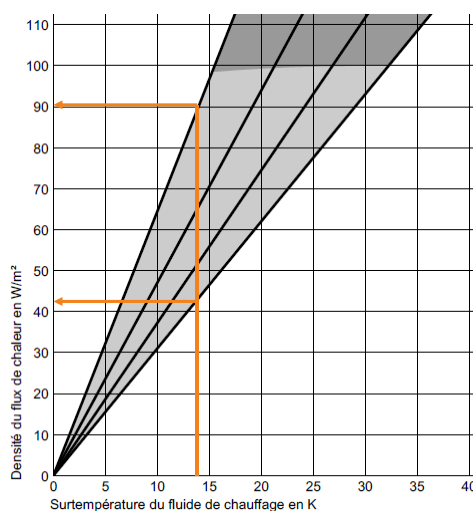
Over het algemeen gaat men ervan uit dat een vloerbekleding $R_{\lambda,B} = 0.10 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$:

- Zorgt voor een bepaalde reserve indien de klant bijvoorbeeld een parketvloer legt of tapijt met een behoorlijke dikte

15-06-2016 – blz.27

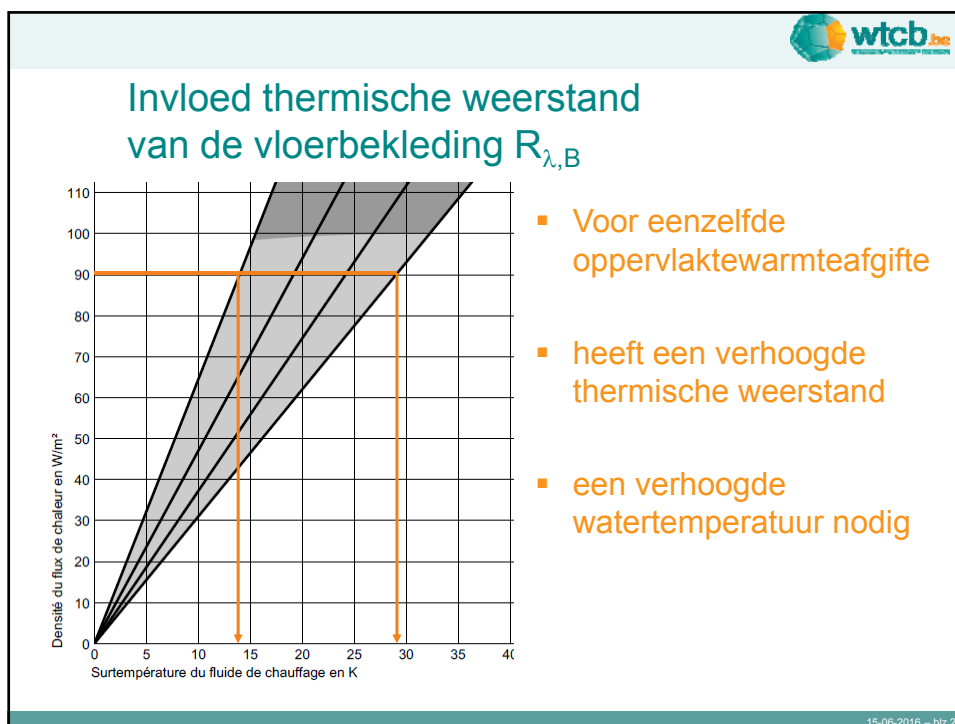


Invloed van de thermische weerstand van de vloerbekleding $R_{\lambda,B}$



- Bij eenzelfde watertemperatuur
- zorgt een hogere thermische weerstand
- voor een sterke daling van de afgifte

15-06-2016 – blz.28





Inhoud van de presentatie

- Warmteafgifte
 - Dimensionering
 - Thermische belasting
 - Keuze van het systeem
 - Legafstand van de buizen
 - Vertrek- /retourtemperatuur
- Afgifte naar beneden
- Waterdebiet

15-06-2016 – blz.30

Keuze van de legafstand (pas)

Varieert meestal tussen 5 en 20 cm

Kleine legafstand

- Hogere warmteafgifte
- Lagere watertemperatuur
- Grotere buislengte

Grote legafstand

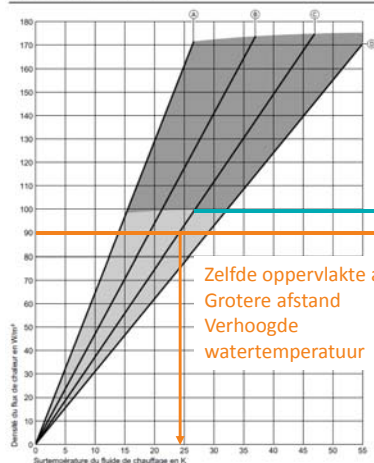
- Lagere warmteafgifte
- Hogere watertemperatuur
- Kleinere buislengte

15-06-2016 – blz.31

Invloed van de legafstand

9.2 Enrobage des tubes par la chape de 45 mm - distance de pose 100 mm

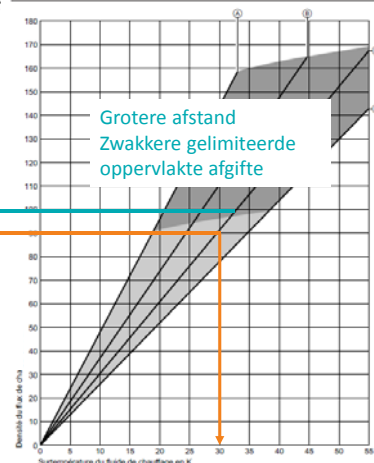
Tuyau de chauffage Vitotect 16 x 2 mm - Diagramme 3



- ① Revêtement de sol céramique, $R_{s0} = 0 \text{ m}^2/\text{KW}$ ② Revêtement de sol parquetmoquette, $R_{s0} = 0.10 \text{ m}^2/\text{KW}$
 ③ Revêtement de sol matériau synthétique, $R_{s0} = 0.05 \text{ m}^2/\text{KW}$ ④ Revêtement de sol moquette, $R_{s0} = 0.15 \text{ m}^2/\text{KW}$
- Zone avec température superficielle moyenne jusqu'à 29 °C (admissible pour une zone de séjour)
 ■ Zone avec température superficielle moyenne de +29 °C à 35 °C (admissible pour les zones limitrophes)

9.4 Enrobage des tubes par la chape de 45 mm - distance de pose 200 mm

Tuyau de chauffage Vitotect 16 x 2 mm - Diagramme 4



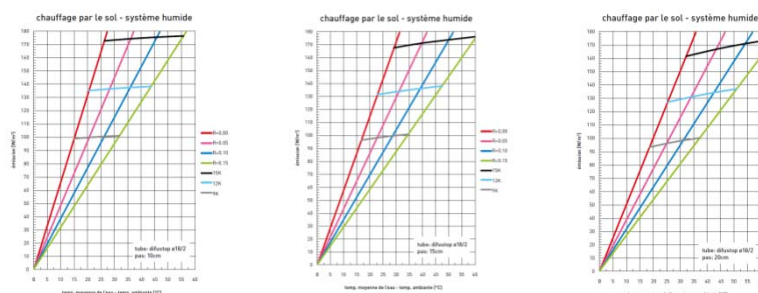
- ① Revêtement de sol céramique, $R_{s0} = 0 \text{ m}^2/\text{KW}$ ② Revêtement de sol parquetmoquette, $R_{s0} = 0.10 \text{ m}^2/\text{KW}$
 ③ Revêtement de sol matériau synthétique, $R_{s0} = 0.05 \text{ m}^2/\text{KW}$ ④ Revêtement de sol moquette, $R_{s0} = 0.15 \text{ m}^2/\text{KW}$
- Zone avec température superficielle moyenne jusqu'à 29 °C (admissible pour une zone de séjour)
 ■ Zone avec température superficielle moyenne de +29 °C à 35 °C (admissible pour les zones limitrophes)

15-06-2016 – blz.32

Toepassingsvoorbeeld

Keuze systeem uit het marktaanbod

- Legafstanden van 10, 15 en 20 cm beschikbaar



15-06-2016 – blz.33

Inhoud van de presentatie

Warmteafgifte

Dimensionering

- Thermische belasting
- Keuze van het systeem
- Legafstand van de buizen
- Vertrek- /retourtemperatuur

Afgifte naar beneden

Waterdebiet

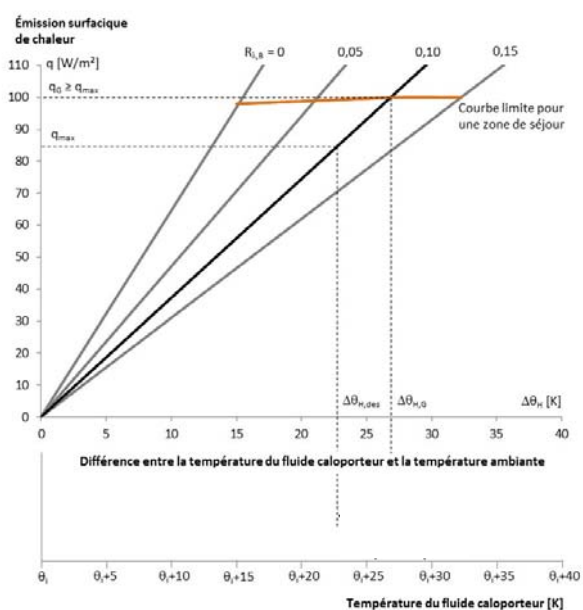
15-06-2016 – blz.34

Vertrektemperatuur van het water

Eerste fase

- Gemiddelde watertemperatuur voor de maximumwaarde van de oppervlaktewarmteafgifte $q_{\max}$
- Zie karakteristieke curve

15-06-2016 – blz.35



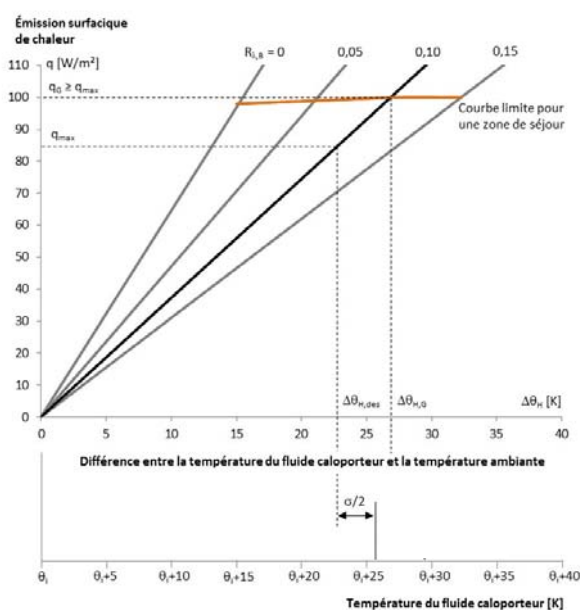
15-06-2016 – blz.36

Vertrektemperatuur van het water

Twede fase

- De waarde van de temperatuurdaling vastleggen tussen vertrek en retour (σ)
- Goede praktijk: 5 K
- De vertrekktemperatuur berekenen
 - Gemiddelde temperatuur + $\sigma/2$

15-06-2016 – blz.37



15-06-2016 – blz. 38



Vertrektemperatuur van het water

In realiteit is een gemiddeld rekenkundig temperatuursverschil niet echt correct

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{2} - \theta_i$$

Doch wel een logaritmisch verschil

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

15-06-2016 – blz.39



Vertrektemperatuur van het water

De volledige, correcte formule is:

$$\theta_{V,des} = \frac{\theta_i - (\sigma + \theta_i) \cdot \exp\left(\frac{\sigma}{\Delta\theta_{H,des}}\right)}{1 - \exp\left(\frac{\sigma}{\Delta\theta_{H,des}}\right)}$$

Indien $\sigma / \Delta\theta_H \leq 0,5$, kan volgende vereenvoudigde formule worden gebruikt

$$\theta_{V,des} = \Delta\theta_{H,des} + \theta_i + \frac{\sigma}{2}$$

15-06-2016 – blz.40

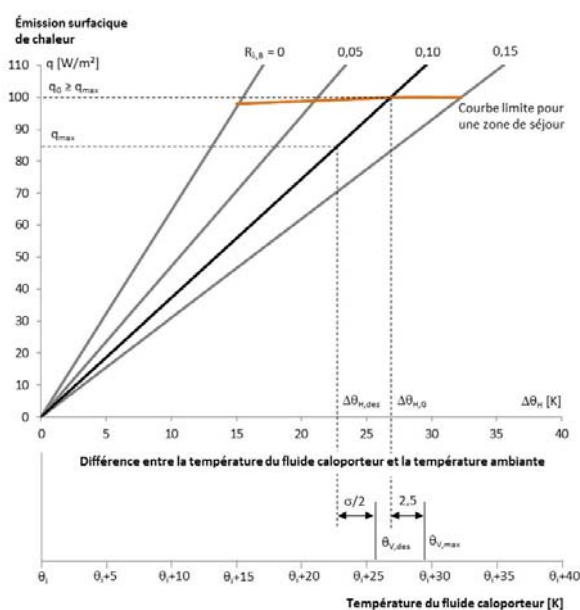


Vertrektemperatuur van het water

De maximumtemperatuur wordt vastgelegd door de grenscurve (zie volgende grafiek)

- In België gaat men volgens de goede praktijk niet hoger dan 45°C
- Volgens NBN EN 1264-4
 - 55°C bij een dekvloer op basis van cement of anhydriet (calciumsulfaat)
 - 45°C bij een asfaltvloer

15-06-2016 – blz.41



15-06-2016 – blz.42



Retourtemperatuur van het water

Dit is de vertrektemperatuur verminderd met de temperatuurdaling

$$\theta_{R,des} = \theta_{V,des} - \sigma$$

15-06-2016 – blz.43



In de praktijk

Indien de waarde σ vastgesteld wordt op 5 K en indien $\Delta\theta_{H,des}$ hoger is dan 10°C (m.a.w., hetgeen meestal het geval is)

$$\theta_{V,des} = \Delta\theta_{H,des} + \theta_i + 2,5$$

$$\theta_{R,des} = \Delta\theta_{H,des} + \theta_i - 2,5$$

15-06-2016 – blz.44



In de praktijk

Om praktische redenen rondt men de vertrektemperatuur af

- $43,7\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 44\text{ }^{\circ}\text{C}$

En herberekent men dus

- De retourtemperatuur
 - Zie volledige formule zoals voor de andere circuits
- De temperatuurdaling

15-06-2016 – blz.45



Voor de andere zones

Vertrektemperatuur identiek aan die van de zone met $q_{\max}$

- Het water vertrekt uit dezelfde warmtegenerator (of uit dezelfde mengklep)
- In grote gebouwen zou men leidinggroepen kunnen voorzien met verschillende vertrektemperaturen

15-06-2016 – blz.46



Voor de andere zones

Men bewaart het zelfde verwarmingssysteem
maar de legafstand mag veranderd worden

Gezien $q_j < q_{\max}$

- Ofwel bewaart men de legafstand
en de temperatuurdaling wordt groter
- Als de daling te groot wordt
mag men een grotere legafstand uitkiezen

Men bepaalt de gemiddelde watertemperatuur
op de karakteristieke curve

15-06-2016 – blz.47



Voor de andere zones

Berekening van de retourtemperatuur

$$\theta_{R,j} = \theta_j + \left(2 \cdot \Delta\theta_{H,j}^{1/3} - (\theta_{V,des} - \theta_j)^{1/3} \right)^3$$

Berekening van de temperatuurdaling

$$\sigma = \theta_{V,des} - \theta_{R,j}$$

15-06-2016 – blz.48

Voor badkamers

Indien $q_j > q_{\max}$

- Of voor zones met een hogere omgevingstemperatuur dan de zone met $q_{\max}$
- Behoudt men ofwel dezelfde legafstand en is de temperatuurdaling kleiner
- Bij een heel kleine daling kan men een kleinere legafstand kiezen
- Indien men niet genoeg vermogen heeft

Een bijkomende radiator voorzien

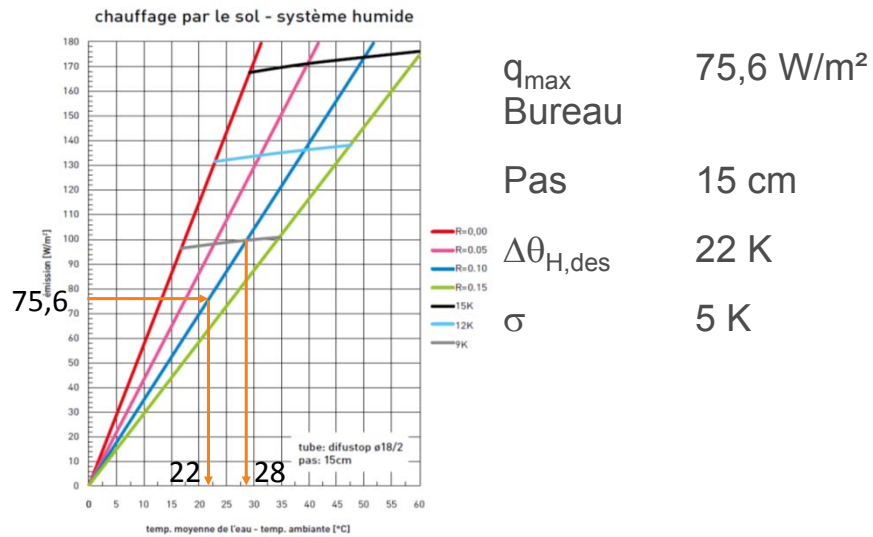
15-06-2016 – blz.49

Toepassingsvoorbeeld

	Kamer	Oppervlakte verwarmde vloer A_f m^2	Nominale thermische belasting Φ_{HL} W	Oppervlakte warmteafgifte q_{des} W/m^2
1	Keuken	14,4	1029	71,5
2	Woonkamer	34,4	2147	62,4
3	Bureau	11,3	854	75,6
4	Hall + WC gelijkvloers	11,6	351	30,3
5	Wasplaats	12,1	541	44,9
6	Kamer 1	15,3	905	59,2
7	Dressing	8,9	512	57,5
8	Kamer 2	14,4	822	57,1
9	Kamer 3	14,9	875	58,7
10	Overloop	11,0	364	33,2
11	Badkamer	9,9	1047	105,8
12	WC verdieping	1,3	0	0
13	Berging	2,0	37	18,5

15-06-2016 – blz.50

Toepassingsvoorbeeld



15-06-2016 – blz.51

Toepassingsvoorbeeld

Theoretische vertrektemperatuur

$$\theta_{V,des} = \frac{20 - (5 + 20) \cdot \exp\left(\frac{5}{22}\right)}{1 - \exp\left(\frac{5}{22}\right)} = 44,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Theoretische retourtemperatuur

$$\theta_{R,des} = 44,6 - 5 = 39,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

15-06-2016 – blz.52

Toepassingsvoorbeeld

Bureau

Vertrektemperatuur $44,6^{\circ}\text{C} \rightarrow 45^{\circ}\text{C}$

Retourtemperatuur

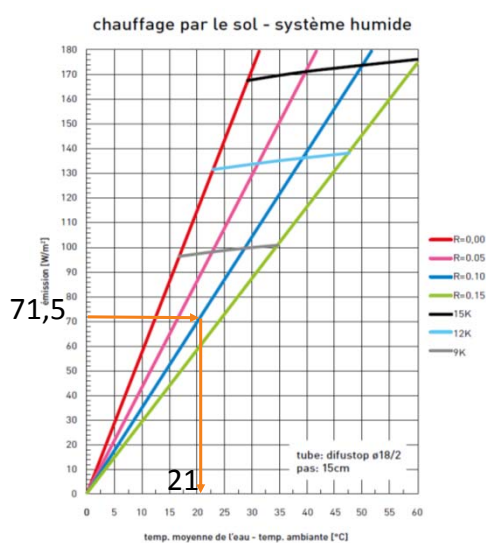
$$\theta_{R,j} = 20 + (2 \cdot 22^{1/3} - (45 - 20)^{1/3})^3 = 39,3^{\circ}\text{C}$$

Temperatuurdaling

$$\sigma = 45 - 39,3 = 5,7^{\circ}\text{C}$$

15-06-2016 – blz.53

Toepassingsvoorbeeld



q 71,5 W/m²

Keuken

Pas 15 cm

$\Delta\theta_H$ 21 K

15-06-2016 – blz.54



Toepassingsvoorbeeld

Keuken

Vertrektemperatuur 45°C

Retourtemperatuur

$$\theta_{R,j} = 20 + (2 \cdot 21^{1/3} - (45 - 20)^{1/3})^3 = 37,5 \text{ °C}$$

Temperatuurdaling

$$\sigma = 45 - 37,5 = 7,5 \text{ °C}$$

15-06-2016 – blz.55



Toepassingsvoorbeeld

Kamer	Warmte afgifte q_{des} W/m ²	buislengte T_A m	temperatuurverschil water - lucht Δq_H °C	Kamertempe- ratuur q_i °C	Temperatuur daling σ °C	Vertrektemp- eratuur $q_{v,des}$ °C	Retourtempe- ratuur $q_{R,des}$ °C
Bureau	75,6	0,15	22	20	5,7	45	39,3
Keuken	71,5	0,15	21	20	7,5	45	37,5
woonkamer	62,4	0,15	18	20	13	45	32,4
Hall + WC gelijkvloers	30,3	0,20	9,5	16	27	45	17,6
Wasplaats	44,9	0,20	14,5	16	23	45	21,9
Kamer 1	59,2	0,15	17	18	17	45	27,8
Dressing	57,5	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Kamer 2	57,1	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Kamer 3	58,7	0,15	17	18	17	45	27,8
Overloop	33,2	0,20	10,5	16	27	45	18,2
Badkamer	105,8	0,10	27	24	-13	45	58,0

15-06-2016 – blz.56

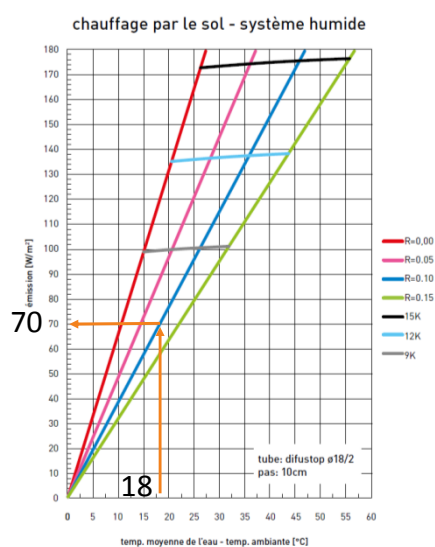
Toepassingsvoorbeeld

Maximale afgifte voor de badkamer?

- Gemiddelde watertemperatuur voor het bureau
- De temperatuur van de badkamer aftrekken
- Deze waarde naar de karakteristieke curve overbrengen
 - $\Delta\theta_H = (22 + 20) - 24 = 18^\circ\text{C} \rightarrow 70 \text{ W/m}^2$
 - $70 \text{ W/m}^2 \times 9,9 \text{ m}^2 = 693 \text{ W}$
- Radiator: $1047 - 693 = 354 \text{ W}$

15-06-2016 – blz.57

Toepassingsvoorbeeld



15-06-2016 – blz.58

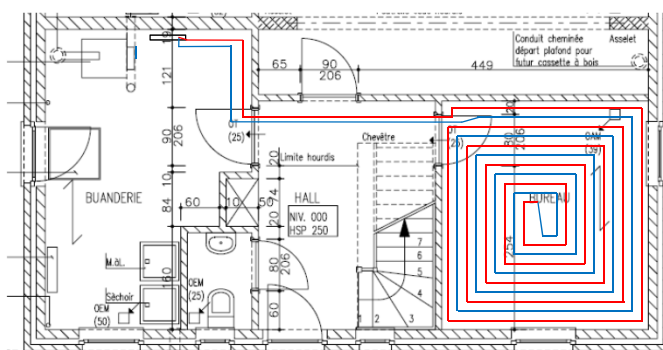
Toepassingsvoorbeeld

Kamer	Warmte afgifte q_{des} W/m ²	buislengte T_A m	temperatuurverschil water - lucht Δq_K °C	Kamertempe ratuur q_i °C	Temperatuur daling σ °C	Vertrektemp eratuur $q_{v,des}$ °C	Retourtempe ratuur $q_{R,des}$ °C
Bureau	75,6	0,15	22	20	5,7	45	39,3
Keuken	71,5	0,15	21	20	7,5	45	37,5
Woonkamer	62,4	0,15	18	20	13	45	32,4
Hall + WC gelijkvloers	30,3	0,20	9,5	16	27	45	17,6
Wasplaats	44,9	0,20	14,5	16	23	45	21,9
Kamer 1	59,2	0,15	17	18	17	45	27,8
Dressing	57,5	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Kamer 2	57,1	0,15	16,5	18	18	45	27,2
Kamer 3	58,7	0,15	17	18	17	45	27,8
Overloop	33,2	0,20	10,5	16	27	45	18,2
Badkamer	70	0,10	18	24	5,7	45	39,3

15-06-2016 – blz.59

Lengte van de lussen

Verwarmde oppervlak gedeeld
door de legafstand van de leiding



$$L_R = \frac{A}{T} + L_0$$

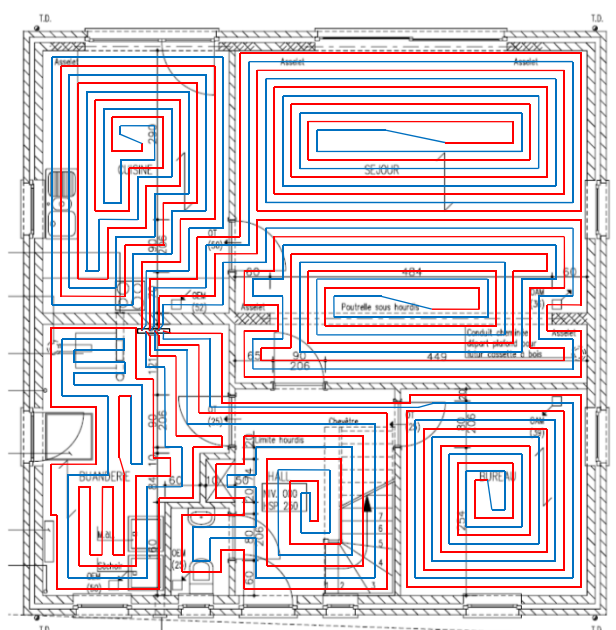
$$L_R = \frac{11,3}{0,15} + 11 = 86 \text{ m}$$

15-06-2016 – blz.60

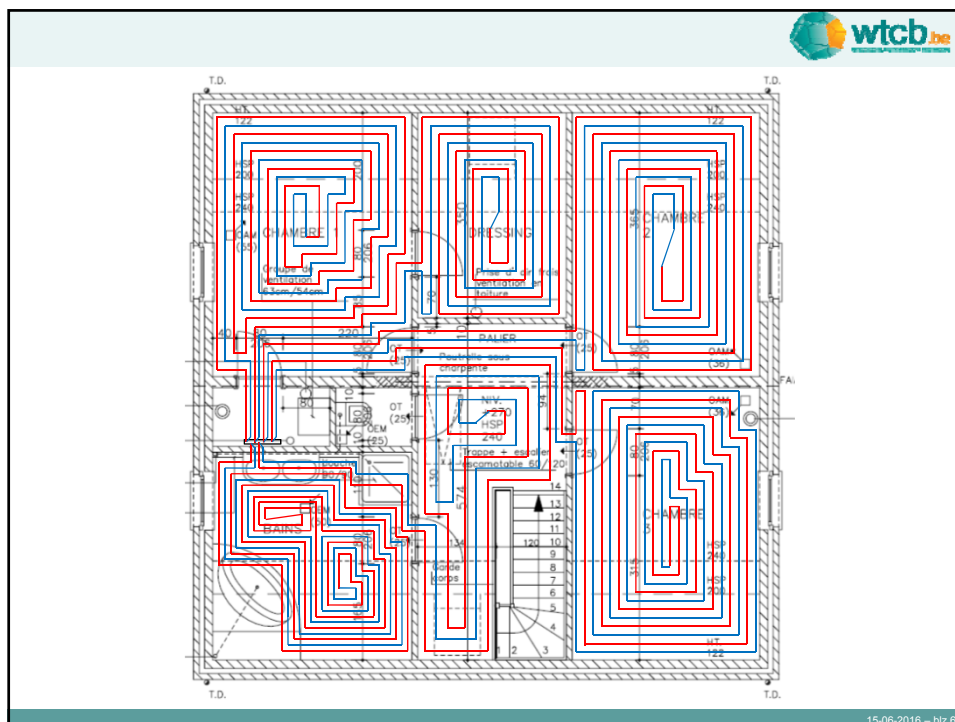
Toepassingsvoorbeeld

kamer	Oppervlakte verwarmde vloer A_v m ²	Legafstand van de buis T_A m	Lengte van de buis (heen/ terug) tussen de verwarmde zone en de collector L_0 m	Totale lengte van de buis L_R m
Bureau	11,3	0,15	11	86
Keuken	14,4	0,15	0	96
Woonkamer	17,2	0,15	6	121
Woonkamer	17,2	0,15	5	120
Hall + WC gelijkvloers	11,6	0,20	5	63
Wasplaats	12,1	0,20	0	64
Kamer 1	15,3	0,15	2	104
Dressing	8,9	0,15	12	71
Kamer 2	14,4	0,15	12	108
Kamer 3	14,9	0,15	17	116
Overloop	11,0	0,20	8	63
Badkamer	9,9	0,10	0	99

15-06-2016 – blz.61



15-06-2016 – blz.62



Randzone

Als de ontwerpwaarde voor de specifieke warmteafgifte groter is dan de waarde van de grenscurve van het vloerverwarmingssysteem voor een woonzone (q_G)

- een randzone voorzien
- bijkomende verwarmingslichamen voorzien



Verdeling van de zones

Randzone

- maximale breedte
van 1,0 m langs de buitenwanden
- Berekening van de oppervlakte op deze basis
- Kleinere pas dan deze voor de woonzone

Oppervlakte van de woonzone

$$A_A = A_F - A_R$$

15-06-2016 – blz.65



Verdeling van de zones

Verdeling van de warmteafgifte tussen
de randzone (R) en de woonzone (A)

$$A_R q_R + A_A q_A \geq A_F q_{des}$$

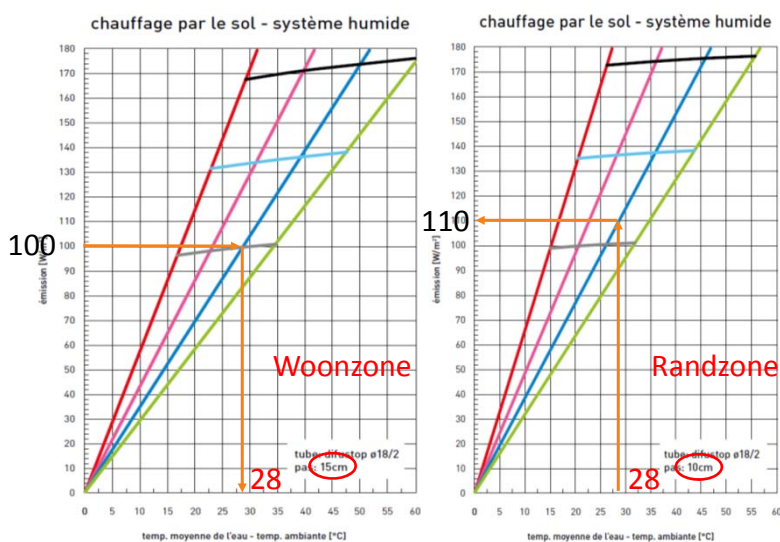
Aangezien de woonzone alleen onvoldoende is,
wordt ze tot het maximum gedimensioneerd (q_G)

- Zonder de maximale watertemperatuur
te overschrijden

$$q_R \geq \frac{A_F q_{des} - A_A q_G}{A_R}$$

15-06-2016 – blz.66

Afgifte van de randzone



15-06-2016 - blz.67

Afgifte van de randzone

Afgifte beperkt door

- de watertemperatuur
- de warmteweerstand van de vloerbedekking

In de praktijk lijkt het onwaarschijnlijk de maximale afgifte van 175 W/m² te bereiken

15-06-2016 - blz.68



Inhoud van de presentatie

Warmteafgifte

Dimensionering

- Thermische belasting
- Keuze van het systeem
- Legafstand van de buis
- Vertrek- /retourtemperatuur

Afgifte naar beneden

Waterdebiet

15-06-2016 – blz.69



Oppervlaktewarmteafgifte naar beneden

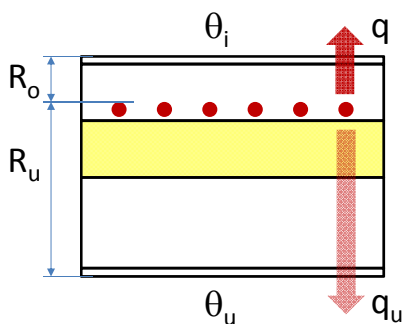
Deze bepaling zorgt ervoor dat men de berekening van de thermische belasting voor de dimensionering van de warmtegenerator kan vervolledigen

15-06-2016 – blz.70

Oppervlaktewarmteafgifte naar beneden

De warmwaterleidingen
zitten in het vloercomplex

De gebruikelijke berekening volgens
de NBN EN 12831 is niet van toepassing



$$q_u = \frac{1}{R_u} (R_o \cdot q + \theta_i - \theta_u)$$

15-06-2016 – blz.71

q_u = de warmteafgifte naar beneden [W/m²];

q = oppervlaktewarmteafgifte van het
vloerverwarmingssysteem (naar boven) [W/m²];

R_o = bovenste partiële thermische weerstand van een
verwarmde vloer [m².K/W];

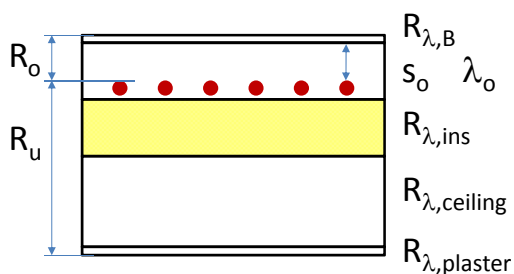
R_u = onderste partiële thermische weerstand van een
verwarmde vloer [m².K/W];

θ_i = nominale omgevingstemperatuur [°C];

θ_u = omgevingstemperatuur van de ruimte onder deze met
vloerverwarming [°C].

15-06-2016 – blz.72

Thermische weerstand van de vloer



$$R_o = 0,0093 + R_{\lambda,B} + \frac{s_o}{\lambda_o}$$

$$R_u = R_{\lambda,ins} + R_{\lambda,ceiling} + R_{\lambda,plaster} + 0,17$$

15-06-2016 – blz.73

$1/\alpha$ = de overgangswarmteweerstand aan het oppervlak van de verwarmde vloer ;= 0,0093 [m²·K/W]

$R_{\lambda,B}$ = de warmteweerstand van de vloerbekleding [m²·K/W]

s_o = de dikte van de laag (tegel, parket) boven de leiding [m]

λ_o = de warmtegeleiding van de laag (tegel, parket) boven de leiding [W/(m·K)]

$R_{\lambda,ins}$ = de warmteweerstand van de thermische isolatie [m²·K/W]

$R_{\lambda,ceiling}$ = de warmteweerstand van de plafondstructuur onder de isolatielaag [m²·K/W]

$R_{\lambda,plaster}$ = de warmteweerstand van gips (bepleistering) [m²·K/W]

$R_{\alpha,ceiling}$ = de overgangswarmteweerstand aan het plafond van de ruimte die zich onder de ruimte met vloerverwarming bevindt = 0,17 [m²·K/W].

15-06-2016 – blz.74



Toepassingsvoorbeeld

	Aard	Dikte s m	Thermische geleiding l W/(m·K)	Thermische weerstand R m²·K/W
$1/\alpha$	Oppervlakte verwarmde vloer			0,0093
$R_{i,b}$	Vloerbekleding			0,10
$R_{i,o}$	Chape boven de buizen	0,045	1,3	0,03
R_o	Bovenste partiële thermische weerstand			0,144
$R_{i,ins}$	Isolerende onderlaag	0,08	0,05	1,60
$R_{i,ceiling}$	Egalisatie chape	0,05	1,3	0,04
$R_{i,ceiling}$	Geprefabriceerde ruwe vloer	0,12		0,11
$R_{\alpha,ceiling}$	Oppervlakte plafond			0,17
R_u	Onderste partiële thermische weerstand			1,99

15-06-2016 – blz.75



Toepassingsvoorbeeld

Bureau

$$q_u = \frac{1}{1,99} (0,144 \cdot 75,6 + 20 - (-8)) = 19,5 \text{ w/m}^2$$

15-06-2016 – blz.76

Toepassingsvoorbeeld

Kamer	Oppervlakte A_f m^2	Oppervlakte afgifte q W/m^2	Omgevings temperatuur q_i $^{\circ}C$	Bovenste partiele weerstand R_o $m^2 \cdot K/W$	Temperatuur onder de kamer q_u $^{\circ}C$	Onderste partiele weerstand R_u $m^2 \cdot K/W$	Oppervlakte afgifte naar onder q_u W/m^2
Bureau	11,3	75,6	20	0,14	-8	1,99	19,5
keuken	14,4	71,5	20	0,14	-8	1,99	19,2
Woonkamer	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6
Woonkamer	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6
Hall + WC	11,6	30,3	16	0,14	-8	1,99	14,2
Wasplaats	12,1	44,9	16	0,14	-8	1,99	15,3
Kamer 1	15,3	59,2	18	0,14	20	1,99	3,3
Dressing	8,9	57,5	18	0,14	20	1,99	3,2
Kamer 2	14,4	57,1	18	0,14	20	1,99	3,1
Kamer 3	14,9	58,7	18	0,14	20	1,99	3,2
Overloop	11,0	33,2	16	0,14	16	1,99	2,4
Badkamer	9,9	70,0	24	0,14	16	1,99	9,5

15-06-2016 – blz.77

Inhoud van de presentatie

Warmteafgifte

Dimensionering

- Thermische belasting
- Keuze van het systeem
- Legafstand van de buizen
- Vertrek- /retourtemperatuur

Afgifte naar beneden

Waterdebiet

15-06-2016 – blz.78



Bepaling van het waterdebiet

Totaal thermisch vermogen
van een vloerverwarmingssysteem

- Bovenste oppervlaktewarmteafgifte q
- Onderste oppervlaktewarmteafgifte q_u

Waterdebiet m_H van een verwarmingskring

$$m_H = \frac{A_F}{\sigma \cdot c_w} (q + q_u)$$

15-06-2016 – blz.79



m_H = het waterdebiet [kg/s]

A_F = het oppervlak van de verwarmingszone
(oppervlak van de vloerverwarming) [m²]

σ = de temperatuurdaling van het
warmtetransporterend fluïdum [K]

c_w = de warmtecapaciteit van het water = 4190
[J/(kg·K)];

q = de oppervlaktewarmteafgifte van het
vloerverwarmingssysteem (naar boven) [W/m²];

q_u = de oppervlaktewarmteafgifte naar beneden
[W/m²];

15-06-2016 – blz.80

Toepassingsvoorbeeld

Bureau

$$m_H = \frac{11,3}{5,7 \cdot 4190} (75,6 + 19,5) = 0,045 \text{ kg/s}$$

15-06-2016 – blz.81

Toepassingsvoorbeeld

Kamer	Oppervlakte A_v m^2	Oppervlakte afgifte q W/m^2	Omgevingstemperatuur t_a $^{\circ}C$	Bovenste partiële weerstand R_o $m^2 \cdot K/W$	Temperatuur onder de kamer q_u $^{\circ}C$	Onderste partiële weerstand R_u $m^2 \cdot K/W$	Oppervlakte afgifte naar onder q_u W/m^2	Waterdebiet m_w kg/s
Bureau	11,3	75,6	20	0,14	-8	1,99	19,5	0.045
Keuken	14,4	71,5	20	0,14	-8	1,99	19,2	0.041
Woonkamer	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6	0.026
Woonkamer	17,2	62,4	20	0,14	-8	1,99	18,6	0.026
Hall + WC	11,6	30,3	16	0,14	-8	1,99	14,2	0.004
Wasplaats	12,1	44,9	16	0,14	-8	1,99	15,3	0.007
Kamer 1	15,3	59,2	18	0,14	20	1,99	3,3	0.013
Dressing	8,9	57,5	18	0,14	20	1,99	3,2	0.007
Kamer 2	14,4	57,1	18	0,14	20	1,99	3,1	0.012
Kamer 3	14,9	58,7	18	0,14	20	1,99	3,2	0.013
Overloop	11,0	33,2	16	0,14	16	1,99	2,4	0.003
Badkamer	9,9	70,0	24	0,14	16	1,99	9,5	0.040

15-06-2016 – blz.82

Toepassingsvoorbeeld

Kamer	Oppervlakte A_r m^2	Oppervlakte afgifte q W/m^2	oppervlakte afgifte naar onder q_u W/m^2	Vermogen W
Bureau	11,3	75,6	19,5	1075
Keuken	14,4	71,5	19,2	1306
Woonkamer	17,2	62,4	18,6	1393
Woonkamer	17,2	62,4	18,6	1393
Hall + WC	11,6	30,3	14,2	516
Wasplaats	12,1	44,9	15,3	726
Kamer 1	15,3	59,2	3,3	955
Dressing	8,9	57,5	3,2	540
Kamer 2	14,4	57,1	3,1	867
Kamer 3	14,9	58,7	3,2	923
Overloop	11,0	33,2	2,4	390
Badkamer	9,9	70,0	9,5	787
				10871

Toevoegen van radiator in badkamer!

15-06-2016 – blz.83

NBN - Public Enquiry Portal



Laat uw standpunt
aangaande de normen
gelden

Neem deel
aan openbaar onderzoek

- Toegang tot projectnormen
- Mogelijkheid om opmerkingen te geven

▪ <http://pe.nbn.be/>

15-06-2016 – blz.84



The screenshot displays the WTCB website layout. At the top right is the WTCB logo. The main navigation bar includes 'Informatie en ondersteuning' and 'Onlinezoek, samenwerking en discussie'. Below this, there are three columns of links: 'Onderwerpen' (Publicatie en algemene aanpak, Overname, Brand en veiligheid, etc.), 'Informatie online' (WTCB-Publicaties en Normen, etc.), and 'Thema's' (Duurzaam bouwen en innovatie, etc.). A central banner features a filmstrip graphic and the text 'Ontdek de rijkdom van de WTCB-website in een video'. Below the banner, there are sections for 'Ik zoek informatie online', 'Ik heb persoonlijk advies nodig', and 'Agenda'. The bottom of the page contains contact information for 'Het WTCB', 'WTCB-Mail', and 'WTCB-Contact'.

Christophe Delmotte
02 655 77 11

www.wtcb.be
www.normen.be

15-06-2016 – blz.85