

Bouwknopen

2024



Programma

- Basisregels
- Oefening – S-peil punten sprokkelen...
- Staving
- Q&A

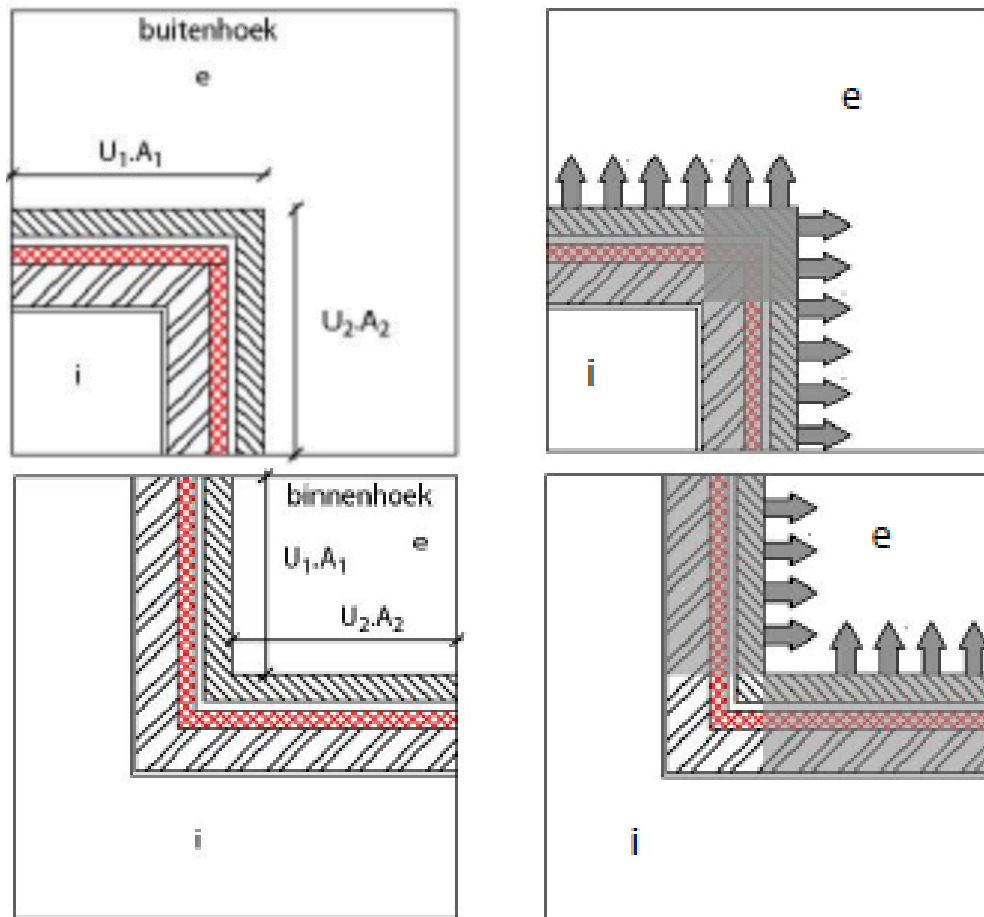
Programma

- **Basisregels**
- Oefening – S-peil punten sprokkelen...
- Staving
- Q&A

Basisregels

Bouwfysica – principe van een bouwknoop

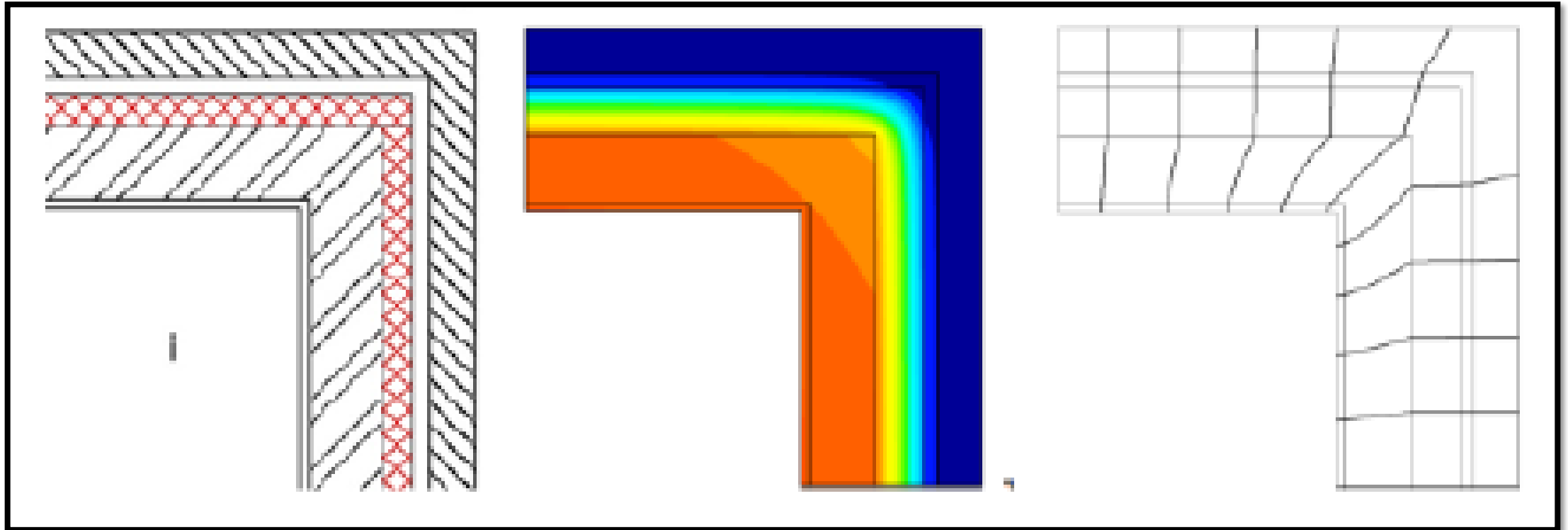
- Berekening transmissieverlies EPB = vereenvoudigd, op basis van buitenafmetingen



Basisregels

Bouwfysica – principe van een bouwknoop

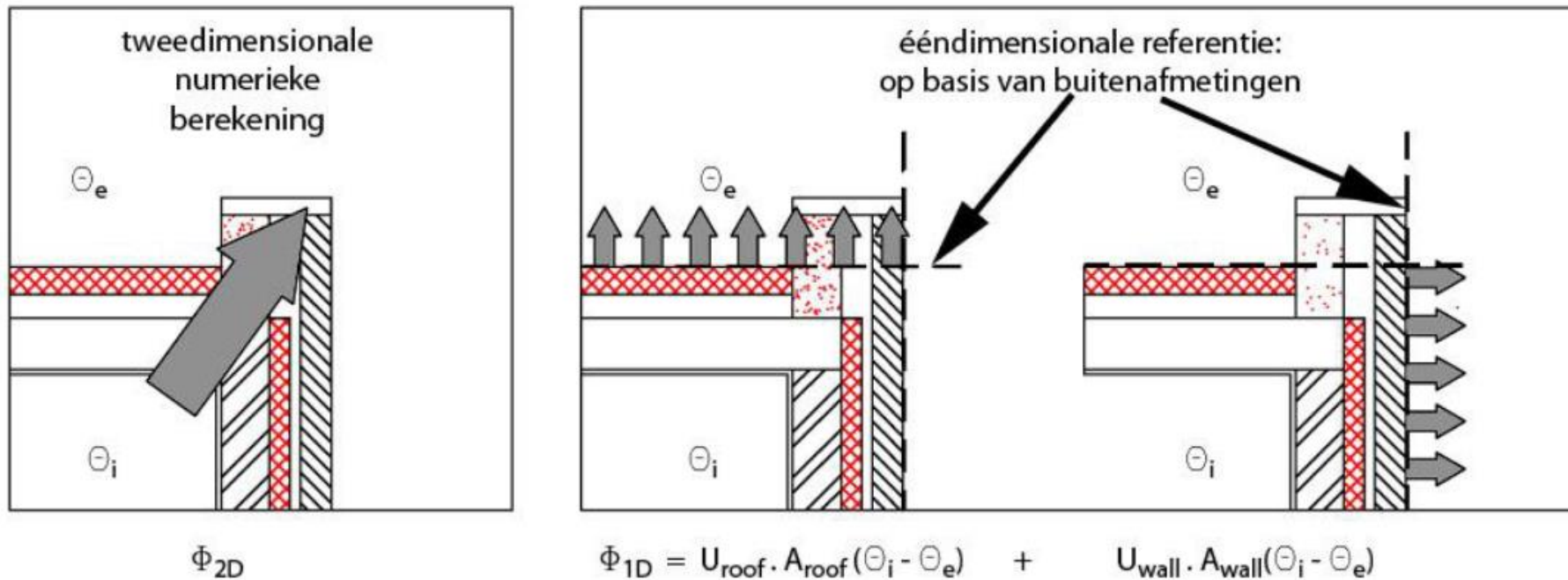
- Realistische(re) berekening = 2-dimensionaal



Basisregels

Bouwfysica – principe van een bouwknoop

- EPB-rekenmethode bouwknoopen = correctie van onder –of overschatting transmissieverlies



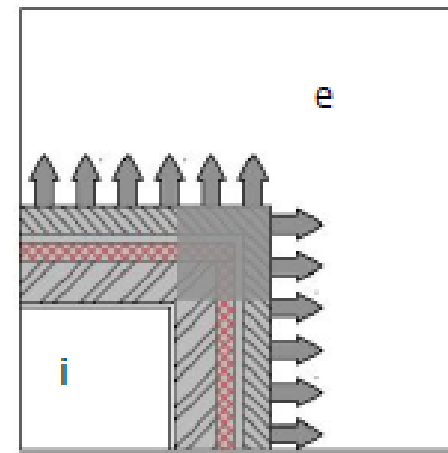
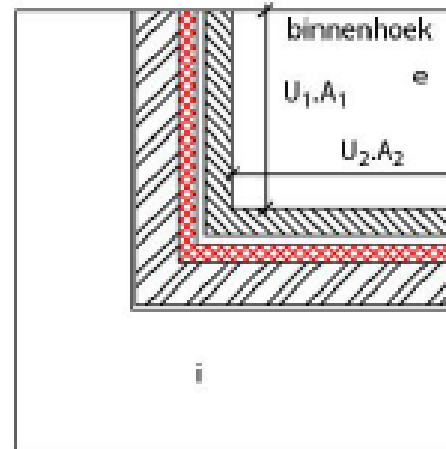
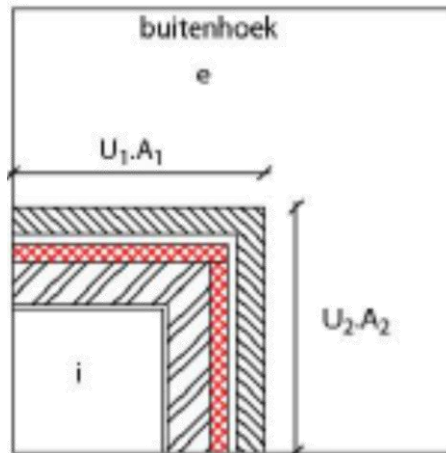
$$\psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$

Basisregels

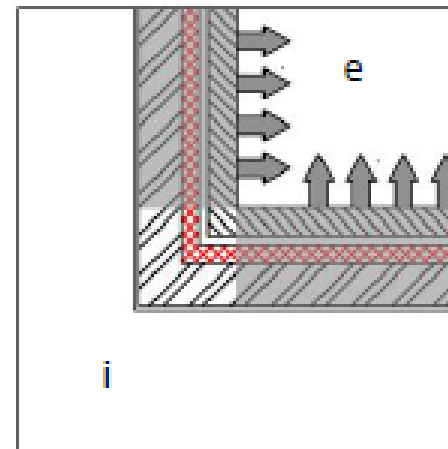
Bouwfysica – principe van een bouwknoop

- EPB-rekenmethode bouwknoopen = correctie van onder –of overschatting transmissieverlies

$$\psi_e = \frac{\Phi_{2D} - \Phi_{1D}}{L \cdot (\theta_i - \theta_e)} \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$



OVERSCHATTING
→ negatieve psi-waarde



ONDERSCHATTING
→ positieve psi-waarde

Basisregels

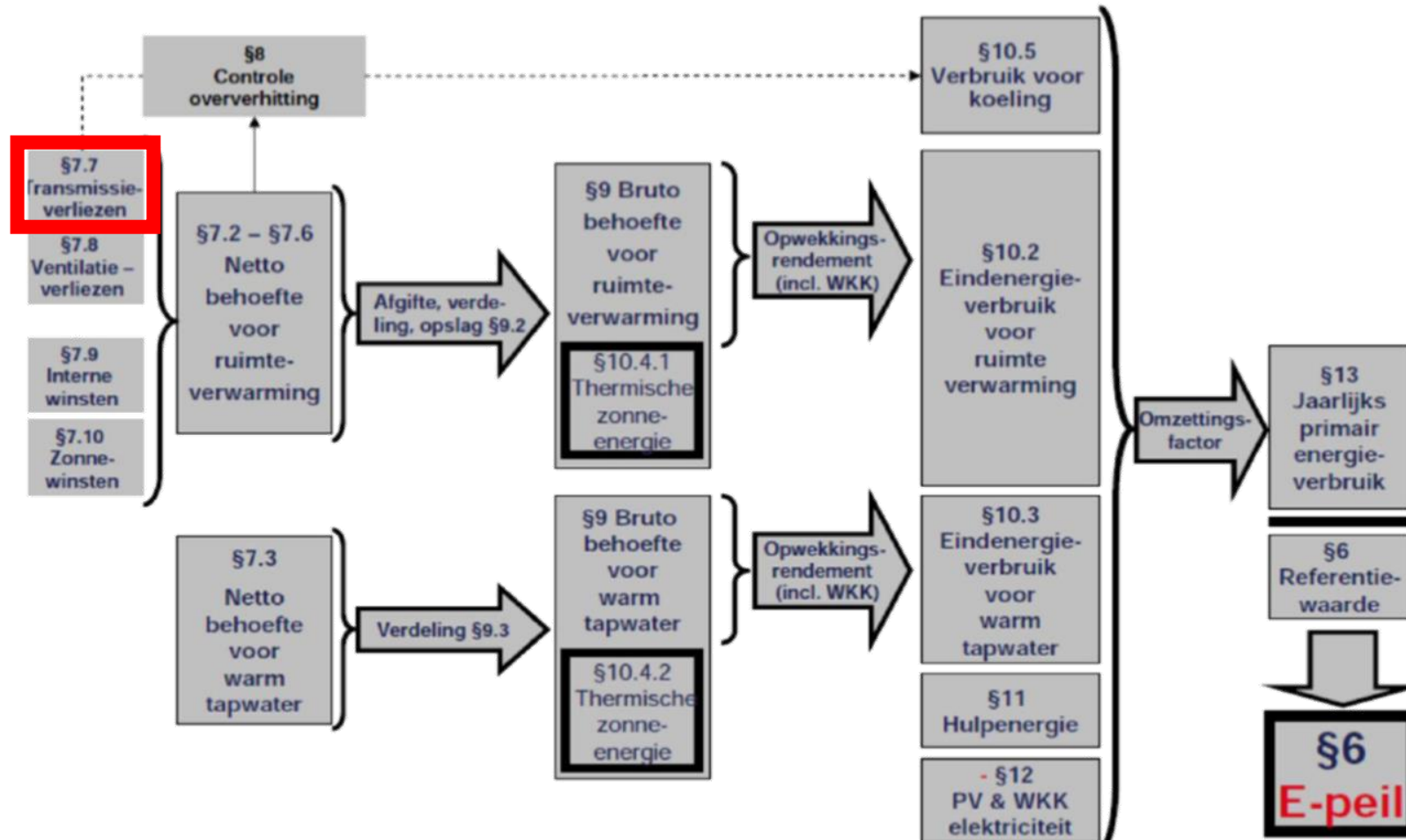
Bouwknopenmethodes



Basisregels

Bouwknopenmethodes – U-waarde-toeslag?

- E-peil



Basisregels

Bouwknopenmethodes – U-waarde-toeslag?

- S-peil

$$S - \text{peil} = \frac{S - \text{peilgerelateerde energiebehoefte voor verwarming en koeling}}{\text{Equivalentente boloppervlakte van de EPW} - \text{eenheid}}$$

Basisregels

Bouwknopenmethodes – U-waarde-toeslag?

- H_t = warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (doorheen de bouwknopen)

Uittreksel transmissiereferentiedocument – hoofdstuk 12

12 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie in gebouwen³

12.1 Totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie

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

$$\text{Eq. 33} \quad H_T = H_D + H_g + H_U \quad \text{W/K}$$

met:

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

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

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

Basisregels

Bouwknopenmethodes – U-waarde-toeslag?

- H_t = warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (doorheen de bouwknopen)

Uittreksel transmissiereferentiedocument – hoofdstuk 13

13 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie direct naar de buitenomgeving (H_D)

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

$$\text{Eq. 34} \quad H_D = H_D^{\text{constructies}} + H_D^{\text{junctions}} = \sum_i U_i \cdot A_i + H_D^{\text{junctions}} \quad \text{W/K}$$

met:

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

A_i de oppervlakte van scheidingsconstructie i , in m^2 , bepaald met buitenafmetingen;

U_i de U-waarde van scheidingsconstructie i , in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

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

Basisregels

Bouwknopenmethodes – U-waarde-toeslag?

- H_t = warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (doorheen de bouwknopen)

Uittreksel transmissiereferentiedocument – hoofdstuk 14

14 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via aangrenzende onverwarmde ruimten (H_U)

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

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

met:

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

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

Basisregels

Bouwknopenmethodes – U-waarde-toeslag?

- H_t = warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (doorheen de bouwknopen)

Uittreksel transmissiereferentiedocument – hoofdstuk 15

15 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de grond (H_g) en via onverwarmde kelders en kruipruimten

15.1 Algemeen

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de grond en via onverwarmde kelders en kruipruimten doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak en de bouwknopen (H_g) is bepaald door:

$$\text{Eq. 41} \quad H_g = H_g^{\text{constructions}} + H_g^{\text{junctions}} \quad \text{W/K}$$

met:

$H_g^{\text{constructions}}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak in contact met de grond en met onverwarmde kelders en kruipruimten, in W/K;

$H_g^{\text{junctions}}$ warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen in contact met de grond en met onverwarmde kelders en kruipruimten, in W/K (zie § 16).

Basisregels

Bouwknopenmethodes – U-waarde-toeslag?

- H_t = warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie (doorheen de bouwknopen)

Uittreksel transmissiereferentiedocument – hoofdstuk 16

16 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen ($H_T^{\text{junctions}}$)

De warmteoverdrachtscoëfficiënten door transmissie doorheen de bouwknopen ($H_D^{\text{junctions}}$, $H_G^{\text{junctions}}$ en $H_U^{\text{junctions}}$) worden gebundeld in $H_T^{\text{junctions}}$:

$$\text{Eq. 47} \quad H_T^{\text{junctions}} = H_D^{\text{junctions}} + H_G^{\text{junctions}} + H_U^{\text{junctions}} \quad \text{W/K}$$

Dit betekent dat de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie H_T ook kan geformuleerd worden als:

$$\begin{aligned} \text{Eq. 48} \quad H_T &= \left(H_D^{\text{constructi\~{e}s}} + H_G^{\text{constructi\~{e}s}} + H_U^{\text{constructi\~{e}s}} \right) + H_T^{\text{junctions}} \\ &= H_T^{\text{constructi\~{e}s}} + H_T^{\text{junctions}} \end{aligned} \quad \text{W/K}$$

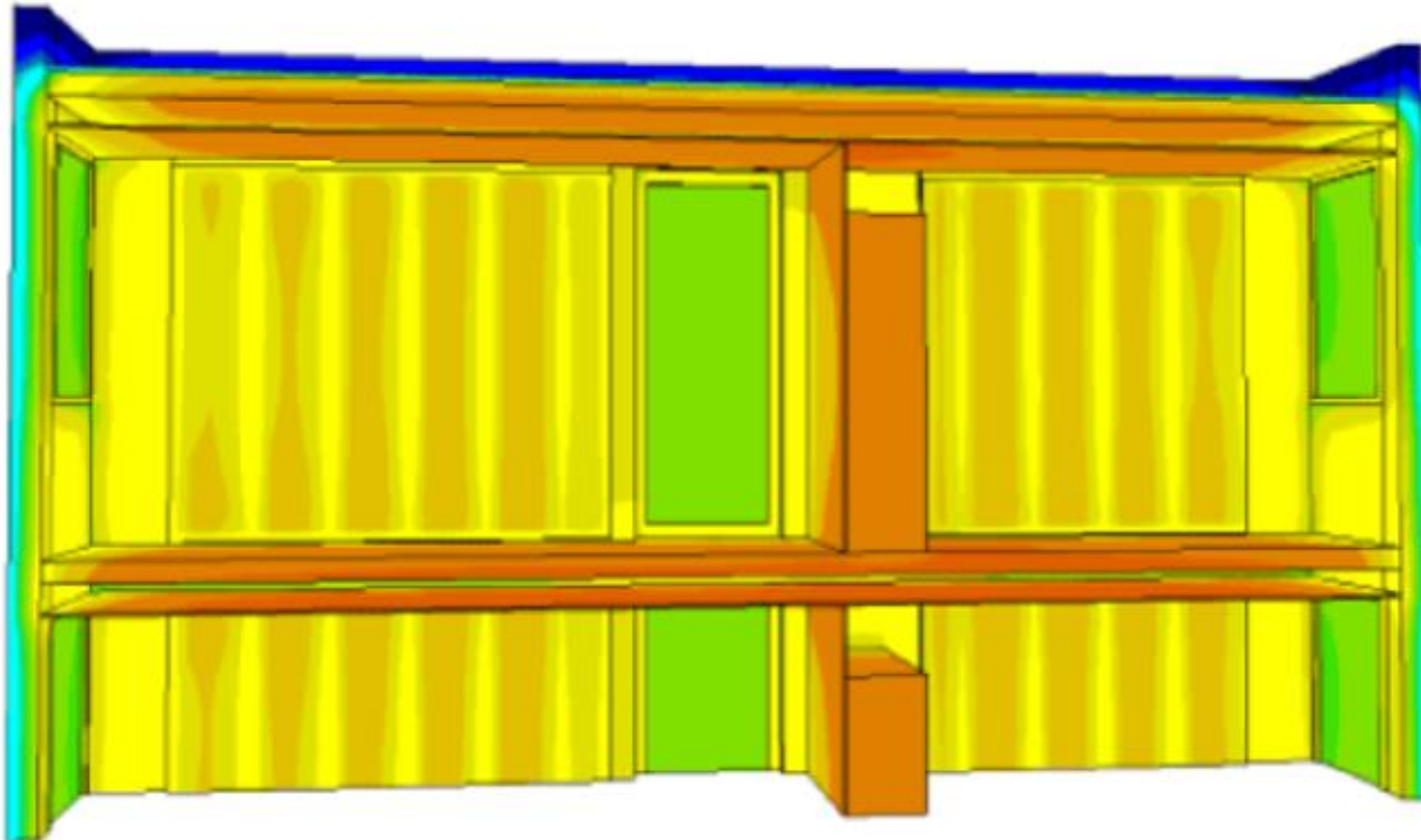
De term $H_T^{\text{junctions}}$ dient bepaald te worden volgens bijlage VIII bij het Energiebesluit.

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE A (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

3.1 OPTIE A: Gedetailleerde methode

3.1.1 Numerieke berekening op **het niveau van het gebouw**



Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE A (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

3.1 OPTIE A: Gedetailleerde methode

3.1.1 Numerieke berekening op **het niveau van het gebouw**

Als de driedimensionale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie H_T^{3D} wordt rechtstreeks berekend op basis van een gevalideerde numerieke berekening van het gebouw of een deel van het gebouw, waarbij de invloed van alle bouwknopen inbegrepen is, dan wordt $H_T^{junctions}$ als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 1} \quad H_T^{junctions} = H_T^{3D} - (H_D^{constructions} + H_G^{constructions} + H_U^{constructions}) \quad (\text{W/K})$$

met:

H_T^{3D} de driedimensionale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie, in W/K;

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

$H_G^{constructions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak in contact met de grond en onverwarmde kelders en kruipruimten, in W/K;

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

$H_D^{constructions}$, $H_G^{constructions}$ en $H_U^{constructions}$ worden bepaald volgens nadere specificaties van de minister.

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE A (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

3.1 OPTIE A: Gedetailleerde methode

3.1.2 Numerieke berekening op **het niveau van de bouwknopen**

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie, rekening houdend met alle bouwknopen, $H_T^{\text{junctions}}$, wordt bepaald als:

$$\text{Eq. 2} \quad H_T^{\text{junctions}} = \sum_k \frac{l_k \cdot b_k \cdot \Psi_{e,k}}{n_k} + \sum_1 \frac{b_1 \cdot \chi_{e,1}}{n_1} \quad (\text{W/K})$$

met:

l_k de totale lengte van de lineaire bouwknop, bepaald met buitenafmetingen, in m;

$\Psi_{e,k}$ de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt, hetzij berekend aan de hand van een gevalideerde numerieke berekening, hetzij gelijk gesteld aan de waarde bij ontstentenis uit Tabel [2], in W/(m.K).

$\chi_{e,1}$ de puntwarmtedoorgangscoefficiënt, hetzij berekend aan de hand van een gevalideerde numerieke berekening, hetzij gelijk gesteld aan de waarde bij ontstentenis uit

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE B (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

3.2 OPTIE B: Methode van de "EPB-aanvaarde" bouwknopen

Hiertoe worden alle bouwknopen van het gebouw opgedeeld in "EPB-aanvaarde" bouwknopen en "niet-EPB-aanvaarde" bouwknopen (beiden gedefinieerd in § 4).

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de bouwknopen, $H_T^{\text{junctions}}$, wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 3} \quad H_T^{\text{junctions}} = \max(0 ; H_{T,1}^{\text{junctions}} + H_{T,2}^{\text{junctions}}) \quad (\text{W/K})$$

met:

$H_{T,1}^{\text{junctions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de "EPB-aanvaarde" bouwknopen, in W/K;

$H_{T,2}^{\text{junctions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie via de "niet-EPB-aanvaarde" bouwknopen en via de "EPB-aanvaarde" bouwknopen waarvan men de Ψ_e ($\leq \Psi_{e,lim}$) kent en waarvan men de betere prestaties wenst in rekening te brengen, in W/K.

$H_{T,1}^{\text{junctions}}$ is enkel van toepassing op de "EPB-aanvaarde" bouwknopen en is gedefinieerd als:

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE B (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

Eq. 4 $H_T^{\text{junctions}} = \Delta U_B \cdot \sum_i b_i \cdot A_i$ (W/K)

met:

Eq. 5 Als $C \leq 1$: $\Delta U_B = \Delta B / 100$
Als $1 < C < 4$: $\Delta U_B = \Delta B \cdot (C + 2) / 300$
Als $4 \leq C$: $\Delta U_B = \Delta B / 50$ W / (m² · K)

met:

A_i de oppervlakte van scheidingsconstructie i van het verliesoppervlak van **de desbetreffende energiesector**, bepaald met buitenafmetingen, in m²;

b_i de temperatuurreductiefactor, bepaald volgens nadere specificaties van de minister, (-);

C de volumecompactheid van **de EPB-eenheid**, in m;

ΔB = 3, (-).

Voor de berekening van $H_{T,1}^{\text{junctions}}$ dient gesommeerd te worden over alle scheidingsconstructies i van het verliesoppervlak van **de desbetreffende energiesector**.

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE B (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

- ① De formules van de U-waardetoeslag zijn exact gelijk aan de formules die voor 1 januari 2018 gebruikt werden voor de K-peiltoeslag. Een belangrijk verschil is echter dat de U-waardetoeslag vanaf 1 januari 2018 uitgedrukt is in functie van de compactheid van de EPB-eenheid, en niet meer in functie van de compactheid van het K-peilvolume. Een hoekappartement zal daardoor een lagere U-waardetoeslag hebben dan een ingesloten appartement. Hoewel dit als onrechtvaardig kan ervaren worden ('compactheid wordt afgestraft?'), is dit toch een correcte weergave van de werkelijkheid:
- Bij meer compacte typologieën is de totale lengte aan bouwknopen per m² verliesoppervlak typisch hoger (bv. een vrije gevel van een ingesloten appartement kent in verhouding meer raamaansluitingen, balkonaansluitingen, ...).
 - Compacte typologieën kennen minder buitenhoeken die door hun negatieve Ψ_e -waarden de positieve Ψ_e -waarden van andere hoeken deels kunnen compenseren.

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE B (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

$H_{T,2}^{\text{junctions}}$ is verplicht van toepassing op de "niet-EPB-aanvaarde" bouwknopen en is optioneel van toepassing voor die lineaire "EPB-aanvaarde" bouwknopen waarvan men de $\Psi_{e,k}$ ($\leq \Psi_{e,k,\text{lim}}$) kent en waarvan men de betere prestaties wenst in rekening te brengen. In beide gevallen geldt:

$$\text{Eq. 6} \quad H_{T,2}^{\text{junctions}} = \sum_k \frac{l_k \cdot b_k \cdot (\Psi_{e,k} - \Psi_{e,k,\text{lim}})}{n_k} + \sum_1 \frac{b_1 \cdot \chi_{e,1}}{n_1} \quad (\text{W/K})$$

met:

l_k de totale lengte van de lineaire bouwknop, bepaald met buitenafmetingen, in m;

$\Psi_{e,k,\text{lim}}$ de grenswaarde van een overeenkomstig type lineaire bouwknop volgens Tabel [1], in W/(m.K);

$\Psi_{e,k}$ de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt, hetzij berekend a.d.h.v. een gevalideerde numerieke berekening, hetzij gelijk gesteld aan de waarde bij ontstentenis uit Tabel [2], in W/(m.K);

$\chi_{e,1}$ de puntwarmtedoorgangscoefficiënt, hetzij berekend a.d.h.v. een gevalideerde numerieke berekening, hetzij gelijk gesteld aan de waarde bij ontstentenis uit

Voor de berekening van $H_{T,2}^{\text{junctions}}$ dient verplicht gesommeerd te worden over alle "niet-EPB-aanvaarde" bouwknopen en kan er optioneel gesommeerd worden over die lineaire "EPB-aanvaarde" bouwknopen waarvan men de $\Psi_{e,k}$ ($\leq \Psi_{e,k,\text{lim}}$) kent en waarvan men de betere prestaties wenst in rekening te brengen.

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE A / B (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

Voor elke lineaire bouwknop k kunnen varianten gedefinieerd worden waarvan is aangetoond m.b.v. gevalideerde numerieke berekeningen dat elke variant steeds een Ψ_e -waarde heeft lager dan of gelijk aan een bepaalde $\Psi_{e,max}$ -waarde. Alle varianten moeten identiek zijn aan de originele bouwknop k , behalve op die vlakken die zijn gespecificeerd en toegelaten in de criteria van het geldigheidsgebied. Deze criteria dienen duidelijk omschreven te zijn en bevatten minimaal:

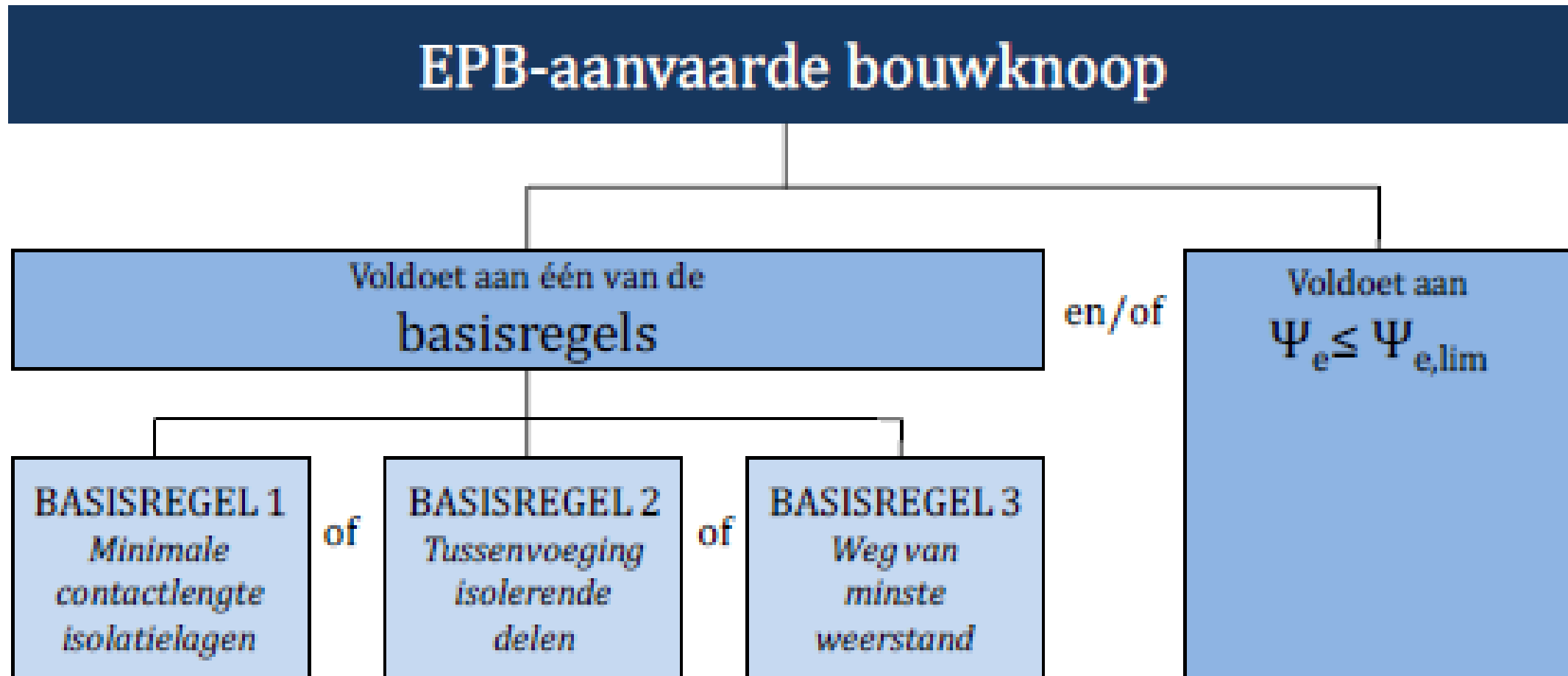
- de geometrische opbouw van de bouwknop;
- de minimale en maximale waarde van de warmtegeleidingscoëfficiënt van alle toegepaste materialen;
- de minimale en maximale diktes van de materiaallagen;
- de minimale en maximale U-waarden van de bouwdelen waarbinnen de waarden van de varianten moeten vallen.

Wordt een variant van deze bouwknop toegepast die voldoet aan de criteria van het geldigheidsgebied, dan kan deze $\Psi_{e,max}$ -waarde worden toegepast als zijnde de berekende $\Psi_{e,k}$ -waarde van de variant.

Hetzelfde geldt voor elke puntbouwknop n en zijn $\chi_{e,1}$ -waarde.

Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE B



Basisregels

Bouwknopenmethodes – METHODE C (bron: Bijlage VIII – Bouwknopen)

3.3 OPTIE C: Forfaitaire toeslag

Indien noch de gedetailleerde methode noch de methode van de "EPB-aanvaarde" bouwknopen gevolgd wordt, wordt $H_T^{\text{junctions}}$ als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 7} \quad H_T^{\text{junctions}} = \Delta U_C \cdot \sum_i b_i \cdot A_i \quad (\text{W/K})$$

met:

$$\begin{aligned} \text{Eq. 8} \quad & \text{Als } C \leq 1 : \quad \Delta U_C = \Delta C / 100 \\ & \text{Als } 1 < C < 4 : \Delta U_C = \Delta C \cdot (C+2) / 300 \\ & \text{Als } 4 \leq C : \quad \Delta U_C = \Delta C / 50 \end{aligned} \quad \text{W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$$

met:

A_i	de oppervlakte van scheidingsconstructie i van het verliesoppervlak van de desbetreffende energiesector , bepaald met buitenafmetingen, in m^2 ;
b_i	de temperatuurreductiefactor, bepaald volgens nadere specificaties van de minister, (-);
C	de volumecompactheid van de EPB-eenheid , in m;
ΔC	= 10, (-).

Indien de invloed van bouwknopen op forfaitaire manier ingerekend wordt volgens deze optie C, dient $H_T^{\text{junctions}}$ buiten beschouwing gelaten te worden bij koelbehoefteberekeningen en de evaluatie van het oververhittingsrisico.

Basisregels

Psi-waardes – bij ontstentenis

Type doorverbinding	Waarde bij ontstentenis in W/mK	Voorbeeld
bouwknoop zonder thermische onderbreking met lineaire doorverbindingen in metaal of gewapend beton	$0.90 + \Psi_{e,lim}$	<ul style="list-style-type: none">• betonlatei die tot tegen het buitenspouwblad is doorgestort• doorlopende vloerplaat op verdieping als balkon zonder thermische onderbreking• metalen profiel dat over de gehele lengte het binnenspouwblad met het buitenspouwblad verbindt
bouwknoop met thermische onderbreking met puntsgewijze doorverbindingen in metaal	$0.40 + \Psi_{e,lim}$	balkonophanging met een geprefabriceerd wapeningssysteem dat puntsgewijs een isolatiemateriaal doorbreekt
andere	$0.15 + \Psi_{e,lim}$	metselwerklaag tussen vloer- en spouwisolatie

Basisregels

Psi-waardes – bij ontstentenis

	$\Psi_{e,lim}$
1. Buitenhoeken (1) (2) :	
• 2 muren	-0,10 W/(m,K)
• andere buitenhoeken	0,00 W/(m,K)
2. Binnenhoeken (3)	0,15 W/(m,K)
3. Venster- en deuraansluitingen	0,10 W/(m,K)
4. Funderingsaanzetten	0,05 W/(m,K)
5. Balkons, luifels	0,10 W/(m,K)
6. Aansluitingen van een scheidingsconstructie binnen eenzelfde EPB-eenheid of tussen 2 verschillende EPB-eenheden op een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak	0,05 W/(m,K)
7. Alle lineaire bouwknopen die niet onder 1 t.e.m. vallen	0,00 W/(m,K)
(1) Met uitzondering van funderingsaanzetten.	
(2) Voor een buitenhoek moet de hoek α - gemeten tussen de twee buitenoppervlakken van de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak - voldoen aan: $180^\circ < \alpha < 360^\circ$.	
(3) Voor een binnenhoek moet de hoek α - gemeten tussen de twee buitenoppervlakken van de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak - voldoen aan: $0^\circ < \alpha < 180^\circ$.	

Basisregels

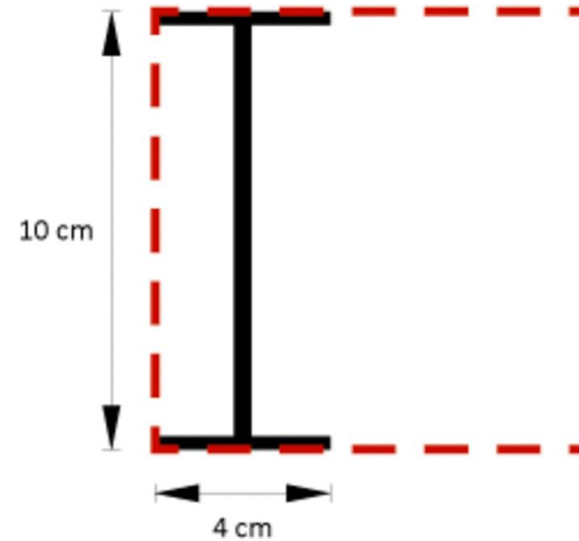
Chi-waardes – bij ontstentenis

Type doorverbinding	Waarde bij ontstentenis in W/mK	Voorbeeld
onderbreking van de isolatielaag door metalen elementen (z = zijde van het omschreven vierkant, in m)	$4.7 * z + 0.03$	<ul style="list-style-type: none">• stalen I-profiel die de isolatielaag van de gevel doorboort• ophangpunten voor metselwerkdragers
onderbreking van de isolatielaag door andere materialen dan metaal (A = sectie van de onderbreking, in m ²)	$3.8 * A + 0.10$	betonnen kolom die de isolatielaag doorboort

Basisregels

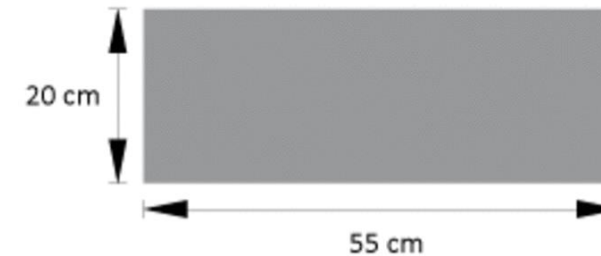
Chi-waardes – bij ontstentenis

Type doorverbinding	Waarde bij ontstentenis in W/mK
onderbreking van de isolatielaag door metalen elementen (z = zijde van het omschreven vierkant, in m)	$4.7 * z + 0.03$
onderbreking van de isolatielaag door andere materialen dan metaal (A = sectie van de onderbreking, in m ²)	$3.8 * A + 0.10$



omschreven vierkant met zijde = 0,10 m

$$x = 4,70 * 0,10 + 0,03 = 0,50 \text{ W/K}$$



totale oppervlakte doorboring
 $A = 0,20 * 0,55 = 0,11 \text{ m}^2$

$$x = 3,80 * 0,11 + 0,10 = 0,52 \text{ W/K}$$

Programma

- Basisregels
- **Oefening – S-peil punten sprokkelen...**
- Staving
- Q&A

Oefening – S-peil punten sprokkelen

Kan je een S-peil punt sprokkelen via bouwknop-optimalisatie?

Zijn psi-waardes lager dan de limiet-waarde haalbaar?

	$\Psi_{e,lim}$
1. Buitenhoeken (1) (2) : • 2 muren • andere buitenhoeken	-0,10 W/(m,K) 0,00 W/(m,K)
2. Binnenhoeken (3)	0,15 W/(m,K)
3. Venster- en deuraansluitingen	0,10 W/(m,K)
4. Funderingsaanzetten	0,05 W/(m,K)
5. Balkons, luifels	0,10 W/(m,K)
6. Aansluitingen van een scheidingsconstructie binnen eenzelfde EPB-eenheid of tussen 2 verschillende EPB-eenheden op een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak	0,05 W/(m,K)
7. Alle lineaire bouwknopen die niet onder 1 t.e.m. vallen	0,00 W/(m,K)



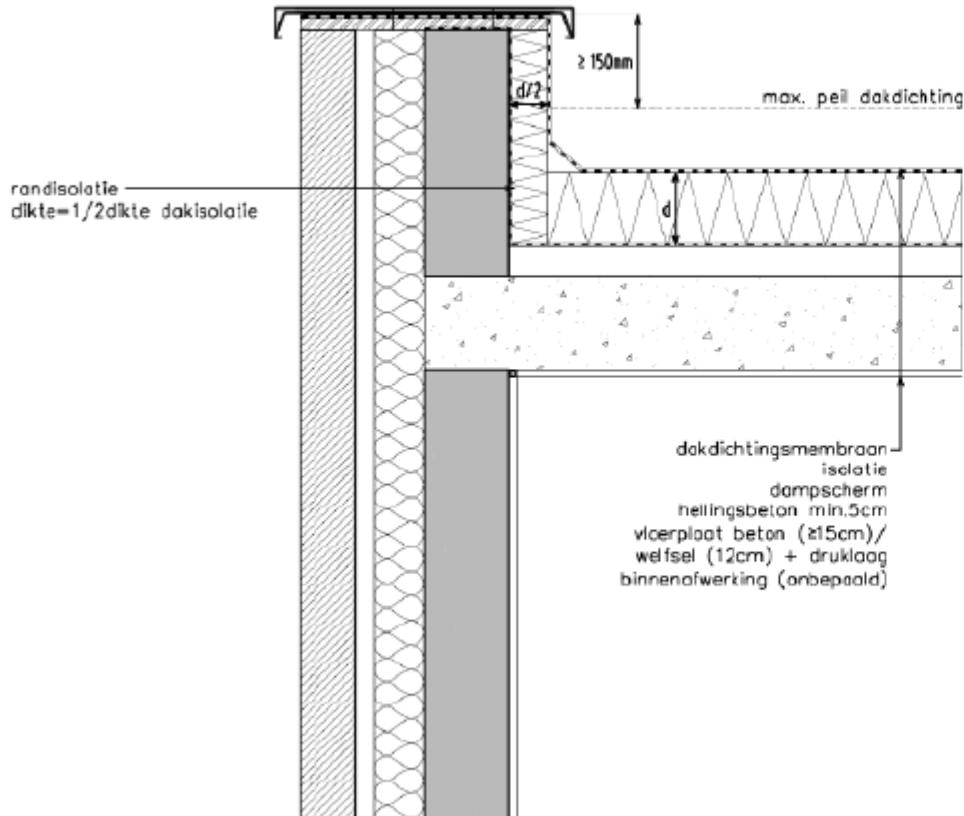
Dv mm	Dw mm	λ_v W/mK	λ_w W/mK	Ψ_{lim} W/mK	Ψ_e W/mK
80	80	0,027 < λ <0,035	0,027 < λ <0,035	-0,1	-0,13 Kan een voordeel als men de waarde inrekenet
120	120	0,027 < λ <0,035	0,027 < λ <0,035	-0,1	-0,1 Zelfde als psi limiet
160	160	0,02< λ <0,027	0,05	-0,1	-0,07 Voldoet niet aan Ψ_{lim} maar is wel EPB aanvaard:

Oefening – S-peil punten sprokkelen

Kan je een S-peil punt sprokkelen via bouwknop-optimalisatie?

Zijn psi-waardes lager dan de limiet-waarde haalbaar?

	$\Psi_{e,lim}$
1. Buitenhoeken (1) (2) :	
• 2 muren	-0,10 W/(m,K)
• andere buitenhoeken	0,00 W/(m,K)
2. Binnenhoeken (3)	0,15 W/(m,K)
3. Venster- en deuraansluitingen	0,10 W/(m,K)
4. Funderingsaanzetten	0,05 W/(m,K)
5. Balkons, luifels	0,10 W/(m,K)
6. Aansluitingen van een scheidingsconstructie binnen eenzelfde EPB-eenheid of tussen 2 verschillende EPB-eenheden op een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak	0,05 W/(m,K)
7. Alle lineaire bouwknopen die niet onder 1 t.e.m. vallen	0,00 W/(m,K)



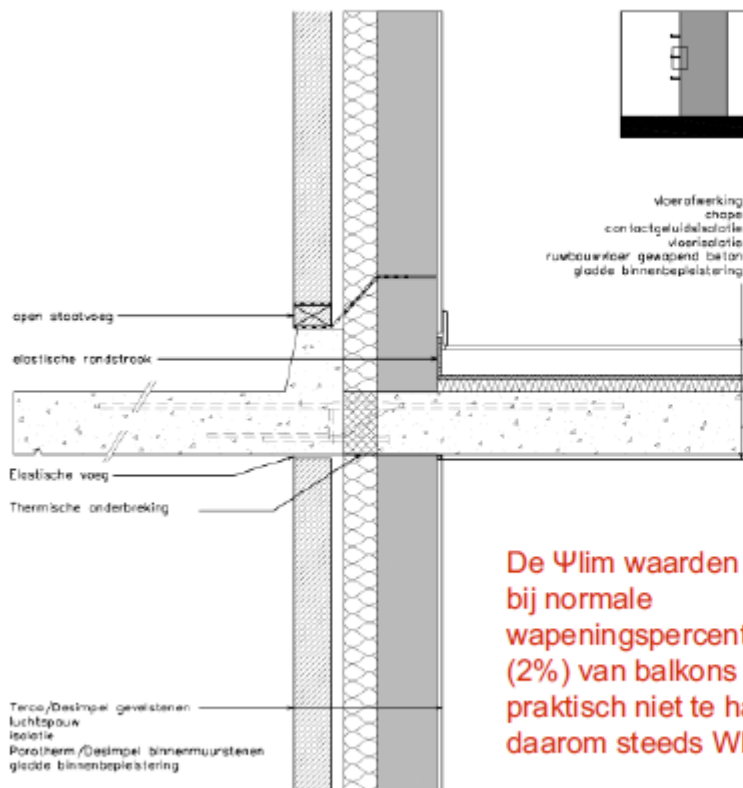
Dv mm	Dw mm	λ_v W/mK	λ_w W/mK	Ψ_{lim} W/mK	Ψ_e W/mK	WOB W/mK
80	80	0,027 < λ <0, 035	0,027 < λ <0, 035	0,00	-0,01	0,15
120	120	0,027 < λ <0, 035	0,027 < λ <0, 035	0,00	0,00	0,15
160	160	0,02< λ <0,0 27	0,05	0,00	0,04 Toch gebrui ken?	0,15

Oefening – S-peil punten sprokkelen

Kan je een S-peil punt sprokkelen via bouwknop-optimalisatie?

Zijn psi-waardes lager dan de limiet-waarde haalbaar?

	$\Psi_{e,lim}$
1. Buitenhoeken (1) (2) :	
• 2 muren	-0,10 W/(m,K)
• andere buitenhoeken	0,00 W/(m,K)
2. Binnenhoeken (3)	0,15 W/(m,K)
3. Venster- en deuraansluitingen	0,10 W/(m,K)
4. Funderingsaanzetten	0,05 W/(m,K)
5. Balkons, luifels	0,10 W/(m,K)
6. Aansluitingen van een scheidingsconstructie binnen eenzelfde EPB-eenheid of tussen 2 verschillende EPB-eenheden op een scheidingsconstructie van het verliesoppervlak	0,05 W/(m,K)
7. Alle lineaire bouwknopen die niet onder 1 t.e.m. vallen	0,00 W/(m,K)



De Ψ_{lim} waarden zijn bij normale wapeningspercentages (2%) van balkons praktisch niet te halen, daarom steeds WBO

Dv mm	Dw mm	λ_v W/mK	λ_w W/mK	Ψ_{lim} W/mK	Ψ_e W/mK	WOB W/mK
80	80	0,027 < λ <0, 035	0,027 < λ <0, 035	0,1	0,5	0,5
120	120	0,027 < λ <0, 035	0,027 < λ <0, 035	0,1	0,5	0,5
160	160	0,02< λ <0,0 27	0,05	0,1	0,5	0,5

Oefening – S-peil punten sprokkelen

Wat heeft impact op de psi-waarde bij ontstentenis?

- Formules WBO Psi-waarde afhankelijk van type onderbreking:
 - 0,9 + $\Psi_{e,lim}$ -waarde
 - 0,4+ $\Psi_{e,lim}$ -waarde
 - 0,15+ $\Psi_{e,lim}$ -waarde
- Formules warmteoverdrachtscoëfficiënt:

$$H_{T,2}^{junctions} = \sum_k \frac{l_k \cdot b_k \cdot (\Psi_{e,k} - \Psi_{e,k,lim})}{n_k}$$

- Besluit

- Indien je kiest voor WBO: enkel keuze type onderbreking heeft impact op resultaat.
- Indien je de Ψ_e -waarde zou kennen, dan moet ze best lager zijn dan de WBO - $\Psi_{e,lim}$ om enig voordeel te behalen

Type doorverbinding	Waarde bij ontstentenis in W/mK
bouwknoop zonder thermische onderbreking met lineaire doorverbindingen in metaal of gewapend beton	0.90 + $\Psi_{e,lim}$
bouwknoop met thermische onderbreking met puntsgewijze doorverbindingen in metaal	0.40 + $\Psi_{e,lim}$
andere	0.15 + $\Psi_{e,lim}$

Oefening – S-peil punten sprokkelen

Kan je een S-peil punt sprokkelen via bouwknop-optimalisatie?

VOORBEELDCASE:

- Nieuwbouwappartement – S26 (S-peil = 25,096) – E17 (E-peil : 16,085)
 - ‘standaard’ bouwknopen zijn ingevoerd

S-peil	26	E-peil	17
S-peil gerelateerde netto-energiebehoefte	7.032,46 kWh	Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik	15.244,97 MJ
Oppervlakte A_{bol}	280,22 m ²	Referentiewaarde	94.779,94 MJ
Verliesoppervlakte	309,86 m ²	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies	77,15 W/K
Vormefficiëntie EPB-eenheid	0,90	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen	10,61 W/K
		Totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie	87,76 W/K

- Simulatie ‘aanvaarde’ bouwknopen – S25 (S-peil = 24,99) – E17 (E-peil : 16,029)
 - Bijvoorbeeld 12 meter (4 hoeken van elk 3 meter) buitenhoeken tussen 2 muren – $\Psi_e = -0,14\text{W/mK}$

S-peil	25	E-peil	17
S-peil gerelateerde netto-energiebehoefte	7.004,77 kWh	Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik	15.192,77 MJ
Oppervlakte A_{bol}	280,22 m ²	Referentiewaarde	94.779,94 MJ
Verliesoppervlakte	309,86 m ²	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies	77,15 W/K
Vormefficiëntie EPB-eenheid	0,90	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen	10,13 W/K
		Totale warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie	87,28 W/K

Oefening – S-peil punten sprokkelen

Kan je een S-peil punt sprokkelen via bouwknop-optimalisatie?

Probeer onderstaande waardes van buitenhoeken eens zelf uit op een eigen project:

- Muur - Plat dak: $-0,04\text{W/mK}$
- Funderingsaanzet: $-0,15\text{W/mK}$
- Buitenhoek: $-0,11\text{W/mK}$
- Geveldrager (puntbouwknop): $0,10\text{W/K}$ per verankering

Programma

- Basisregels
- Oefening – S-peil punten sprokkelen...
- **Staving**
- Q&A

Staving bouwknopen

VEKA schreef (nieuwsbrief 2011):

“De architect waakt over het naleven van de wettelijke en reglementaire bepalingen die van toepassing zijn op de hem toevertrouwde opdracht.” (bron: art. 17 reglement van beroepsplichten).

Deontologisch gezien, moet de architect:

- koudebruggen vermijden / zoveel mogelijk EPB-aanvaarde bouwknopen ontwerpen
- er op toezien dat de aannemer de detaillering van de bouwknopen uitvoert volgens het concept van de ontwerper.
- samen met de aannemer verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van de EPB-aanvaarde bouwknopen zoals die opgenomen zijn in de uitvoeringsdocumenten.

(bron: VEA nieuwsbrief 2011 – zie lesmateriaal)

Staving bouwknopen

VEKA schreef (nieuwsbrief 2011):

De verslaggever is decretaal verantwoordelijk voor de **waarheidsgetrouwe rapportering** in de EPB-aangifte. Als bij een controle wordt vastgesteld dat er méér niet-EPB-aanvaarde bouwknopen zijn dan in de EPB-aangifte staan vermeld, is dat een fout van de verslaggever.

Op grond van artikel 13.4.7 van het Energiedecreet kan hij/zij daarvoor worden gesanctioneerd. De verslaggever **kan dan eventueel trachten verhaal uit te oefenen op de architect** als het een uitvoerings- of een ontwerpfout betreft of als de architect geen gegevens over de niet-aanvaarde bouwknop doorgaf aan de verslaggever.

De architect moet ten overstaan van de verslaggever over stavingsdocumenten beschikken (uitvoeringsdetails in combinatie met berekeningen en foto's ...), welke aantonen dat de bouwknop voldoet aan de regels voor een EPB-aanvaarde bouwknop. De verslaggever kan dan bewijs leveren bij de uitgevoerde controle.

(bron: VEA nieuwsbrief 2011 – zie lesmateriaal)

Staving bouwknopen

VEKA schreef (mei 2013):

Welke stavingstukken moeten door de architect voor bouwknopen aangeleverd worden?

Er zijn **geen stavingstukken nodig** om aan te tonen dat een bouwknop **niet-EPB aanvaard** is.

De regelgeving legt niet vast met welke stavingdocumenten of onder welke vorm het EPB-aanvaard zijn van een bouwknop moet worden aangetoond. De **verslaggever heeft dus vrijheid** om te bepalen op welke manier hij zijn rapportering onderbouwt.

Het **ontbreken van stavingstukken** [...] leidt op zich **niet tot een sanctie**. Het is wel mogelijk dat voor die bepaalde bouwknop met de waarde bij ontstentenis gerekend wordt, in de plaats van met de gerapporteerde waarde. Als door dergelijke aanpassingen het K-peil en/of E-peil stijgt, kan dit wel tot een administratieve boete leiden.

(bron: FAQ's Bouwknopen – zie ook lesmateriaal)

Staving bouwknopen

VEKA schreef (mei 2013):

Welke stavingstukken moeten door de architect voor bouwknopen aangeleverd worden?

De verslaggever, de architect en de aangifteplichtige spreken **in onderling overleg** af welke optie het meest aangewezen is voor het project en welke gegevens nodig zijn om volgens de gekozen optie te kunnen rekenen. Voor het aanleveren van bewijsmaterialen moeten er **duidelijke onderlinge afspraken** gemaakt worden, ook wat betreft de bouwknopen.

De samenwerking tussen architect, aangifteplichtige en verslaggever is een vertrouwensrelatie.

Zoals eerder gezegd behoren bouwtechnische details tot de sfeer van het copyright. Contractueel zorgt u er best voor dat, indien nodig, u kunt verhalen op degene die u foutieve informatie verschaft. Zoniet, gebruikt u best de voorziene waarden bij ontstentenis. Over de wijze waarop u de correctheid van uw bronnen wenst te garanderen, zijn verschillende juridische mogelijkheden. Die vallen buiten de energieprestatieregelgeving. U bevraagt zich hiervoor best bij een jurist.

(bron: FAQ's Bouwknopen – zie ook lesmateriaal)

Programma

- Basisregels
- Oefening – S-peil punten sprokkelen...
- Staving
- Q&A

Q&A – wist je dat?

- Waar ligt de grens tussen een lineaire en een puntbouwknoop?

Er zijn **geen specifieke afmetingen** vastgelegd in de regelgeving om de term 'puntvormig' te bepalen.

'Lineair' betekent dat, in het geval de bouwknoop in twee richtingen verschillende afmetingen heeft, er steeds één zijde aanzienlijk langer is dan de andere. Het spreekt voor zich dat een bouwknoop met afmeting 0,40 m x 0,39 m niet als een lineaire bouwknoop, maar als een puntbouwknoop beschouwd wordt.

Een betonnen kolom met sectie 0,40 m x 0,14 m die de isolatielaag van een geïsoleerde vloer op een onverwarmde kelder doorbreekt, mag beschouwd worden als een lineaire bouwknoop. Het is ook toegestaan om dergelijke bouwknoop als puntbouwknoop te beschouwen. Het effect van de puntbouwknoop bij gebruik van de waarde bij ontstentenis is een strengere beoordeling, omdat in dat geval de sectie van de bouwknoop moet worden ingevoerd.

Als verslaggever dient u hier pragmatisch en op verstandige en verantwoorde wijze mee om te gaan.

Q&A – wist je dat?

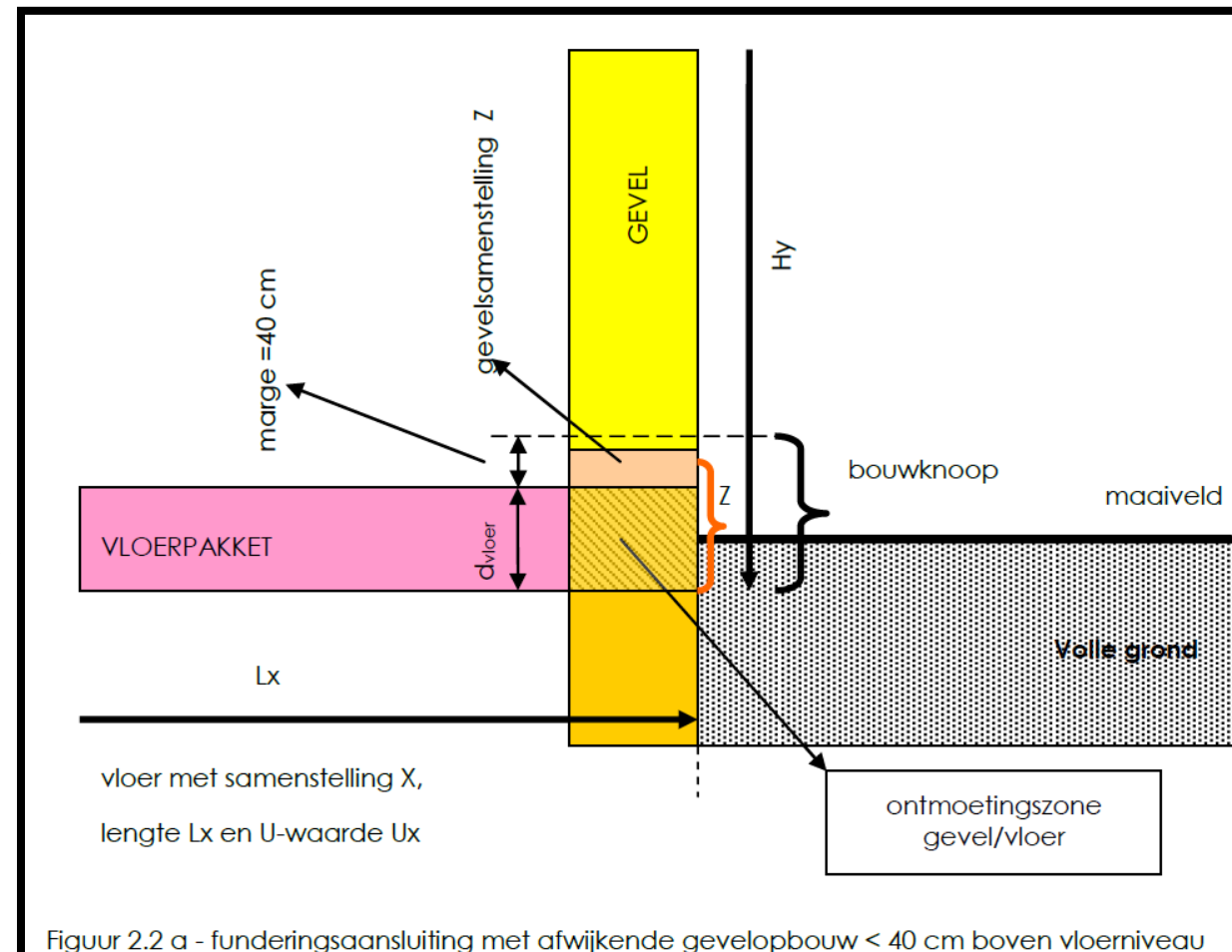
Wanneer is een afwijkende gevelopbouw (bijvoorbeeld arduinplint of funderingsaanzet) een afzonderlijk schildeel of wanneer maakt het deel uit van de bouwknoop, bij een funderingsaansluiting?

Als de afwijkende opbouw (Z) van de aansluiting binnen de afmetingen van de vloer- en muurdikte PLUS een marge van 40 cm blijft, moet het niet als apart schildeel worden ingegeven. In dat geval wordt het effect van het wijzigen van de isolatiedikte ingerekend in de bouwknoop.

Overschrijdt de afwijkende opbouw de vloerdikte PLUS de marge van 40 cm, dan **moet** dat deel als een apart schildeel worden ingegeven.

Opgelet: daardoor ontstaat een nieuwe bouwknoop B (aansluiting gevel Y en geveldeel Z)

(bron: VEA FAQ Bouwknopen – zie lesmateriaal)



Figuur 2.2 a - funderingsaansluiting met afwijkende gevelopbouw < 40 cm boven vloerniveau

Q&A – wist je dat?

Welke bouwknopen zijn ‘de meest voorkomende’ in een basiswoning?

- lateien / geveldragers / L-ijzers / luifels / terrassen / paramentdragers breedte > 1.4m (let op, ook overkragingen en metselwerk boven houten gevelbekleding)
- onderkant aansluiting deuren en onderkant ramen tot op de grond
- omtrek garagepoort
- funderingsaanzet deuren en onderkant ramen tot op de grond
- funderingsaanzet t.h.v. kolom
- betonnen trappen boven kelder
- omtrek veluxen?
- rolluiken (venster/deur, andere)

Q&A

- Heb jij een concreet voorbeeld van een bouwknoop?
- Hoe zorg jij voor staving van de bouwknoten?
- ...?