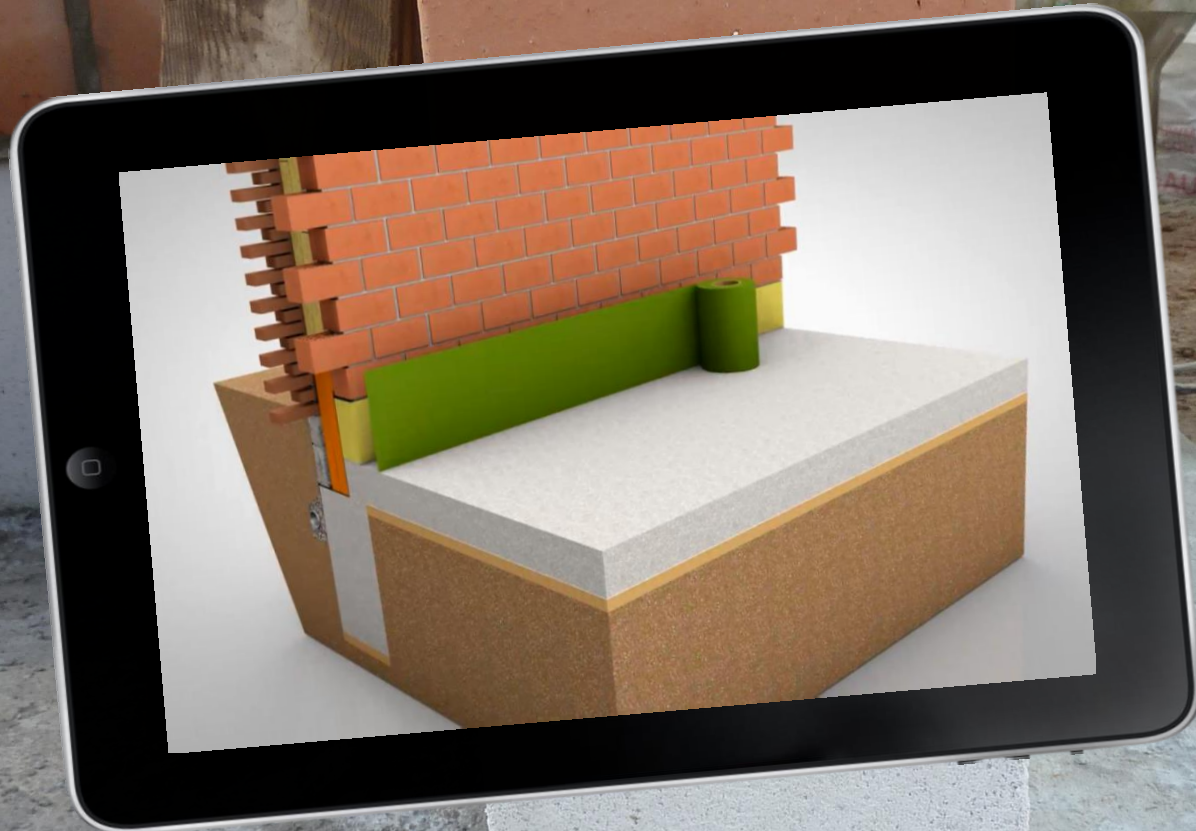


# Bouwknopen komen tot leven in 3D animaties



**BOUWUNIE: Infosessies voor aannemers**  
**November 2018**

**odino**  
CAMPUS DIRK MARTENS

# Op de werf...



# Aanbestedingsdossier

## Samenvattende meetstaat dakdichting

B1.1 14x58 K1.1 140/140/8

Dossiernummer 7876

Versie: 22/01/2018

### Resultaten

Resultaat	Waarde	Max. waarde	Boete
"INDICATIEF K-peil" woning: K	38	K max: 40	Boete € 0,00
"INDICATIEF E-peil" woning: E	49	E max: 50 (*)	Boete € 0,00
"Indicatieve Netto - energiebehoefte": [kWh/m <sup>2</sup> ]	50	Max: 70 kWh/m <sup>2</sup>	Boete € 0,00

(\*) Indien er hernieuwbare energie niet voldoende is, wordt het maximaal E-peil met 10% verhoogd, dus E max: 45  
 Bij deze berekening wordt uitgegaan dat aan de elsen van hernieuwbare energie zal worden voldaan. Zie voorgestelde hernieuwbare energie in deel Installaties verder in het verslag.

De bovenvermelde EPB resultaten werden berekend aan de hand van de hierna beschreven technische gegevens (materialen, diktes, installaties, ...). Wijzigingen mogen tijdens de uitvoering aangebracht worden mits het verbeteren zijn. De wijzigingen dienen ons steeds vooraf gemeld te worden.

### Lucht dichtheid

In deze EPB-berekening is rekening gehouden met een gemiddeld luchtdichtheidsresultaat. Onderstaande waarde dient aangegeven te worden door het uitvoeren van een blowerdoortest na het einde van de werken. Indien de luchtdichtheid niet wordt gemeten, dient men rekening te houden met een forfaitaire waarde van 12 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> in de EPB-aangifte. Hierdoor zal het E-peil en/of de netto-energiebehoefte stijgen en voldoen we niet meer aan de opgelegde normen.

Lekdebiet bij 50 Pa per eenheid van oppervlakte: **6 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>**

De luchtdichtheidsmeting moet uitgevoerd worden conform STS-P 71-3 Luchtdichtheid van gebouwen - luchtdichtheidsmeting. Dat houdt onder andere in dat de meting enkel mag uitgevoerd zijn door erkende luchtdichtheidsmeters.

De test moet beschikken over een conformiteitsverklaring. Deze verklaring bevat een identificatiecode van 20 tekens, om de geldigheid te kunnen valideren.

### Overzicht materialen

#### Isolatiematerialen

Locatie	Materialen	Dikte	U-waarde (W/m <sup>2</sup> K)	U - Max (W/m <sup>2</sup> K)
Gevels hout	afwerking: Houten afwerking op regelwerk			
	isolatie: PUR / PIR $\lambda=0,022$ W/mK	14 cm	0,14	0,24
Gevels beton	afwerking: Gevelpanelen in prefabbeton			
	isolatie: PUR / PIR $\lambda=0,022$ W/mK	14 cm	0,16	0,24
Muur aan grond	afwerking: Snelbouw 14cm $\lambda=0,32$ W/mK	14 cm		
	isolatie: XPS $\lambda=0,035$ W/mK	10 cm	0,21	0,24
Vloer op grond	afwerking: Snelbouw 14cm $\lambda=0,32$ W/mK	14 cm		
	isolatie: XPS $\lambda=0,035$ W/mK	10 cm	0,24	0,24
Vloer op grond op gelijkvloersniveau	afwerking: Gewapend beton			
	isolatie: Gespoten PUR $\lambda = 0,025$ W/mK	14 cm	0,15	0,24
	chape: cementchape	10 cm		
	afwerking: Vloertegels	1 cm		
Vloer op buiten	afwerking: Houten afwerking op regelwerk			
	isolatie: Kerestructuur met PUR / PIR $\lambda = 0,022$ W/mK	10 cm		
	afwerking: Gewapend beton			
	isolatie: Gespoten PUR $\lambda = 0,027$ W/mK	5 cm	0,22	0,24
Plat dak	afwerking: cementchape	9 cm		
	afwerking: Vloertegels	1 cm		
	afwerking: Gewapend beton			
hellingsbeton	afwerking: Hellingsbeton	5 cm	0,18	0,24
	isolatie: PUR / PIR $\lambda = 0,027$ W/mK	14 cm		

Alle gebruikte isolatiematerialen moeten beschikken over BENOR ATG keuring EN10F opgenomen zijn in de officiële EPB bouwproductendatabank welke terug te vinden is op [www.epbd.be](http://www.epbd.be)

Z	aantal	totaal artikel	ramingsprijs	prijs artikel	hoeveelh. aann.	eenheidsprijs
		142,43	9,00 EUR	1281,87 EUR	142,43	
		105,33	35,00 EUR	3686,55 EUR	105,33	
		38,55	40,00 EUR	1542,00 EUR	38,55	
		41,99	35,00 EUR	1469,65 EUR	41,99	
		3,00	40,00 EUR	120,00 EUR	3,00	
		4,17	40,00 EUR	166,80 EUR	4,17	
		9,07	20,00 EUR	181,40 EUR	9,07	
		1,00	50,00 EUR	50,00 EUR	1,00	
x1		1,00				
		1,00	60,00 EUR	60,00 EUR	1,00	
x1		1,00				
		2,00	70,00 EUR	140,00 EUR	2,00	
r2		2,00				
		1,00	100,00 EUR	100,00 EUR	1,00	

## SPOUWMUURISOLATIE

### spouwmuurisolatie - algemeen

#### hrijving

De "spouwmuurisolatie" omvat alle leveringen en werken voor het realiseren van de thermische isolaties voor gevelmetselwerk, het navullen van spouwmuren en akoestische en thermische isolaties in de woningscheidende wanden.

#### alen

Isolatiematerialen zijn weersbestendig, rotbestendig, niet onderhevig aan krimp en hebben een geringe steropname. Ze mogen geen voedingsbodem vormen of doen ontstaan voor ongedierte, bacteriën of himmels en tasten de andere bouwlementen niet aan. Beschadigde plaatdelen mogen niet verwerkt worden.

Producten waarvan de hierna vermelde  $\lambda$ -waarde kan aangetoond worden met de gedeclareerde  $\lambda$ -waarde vermeld in de CE-marking, ATG/H of ETA, of met de rekenwaarde  $\lambda_{0i}$  vermeld in EPB-gegevensdatabank (EPBD) worden aanvaard. De  $\lambda$ -waarde moet geldig zijn voor de toegepaste plaat-laagdikte(s).

### spouwmuurisolatie buitenspouwblad - algemeen

#### hrijving

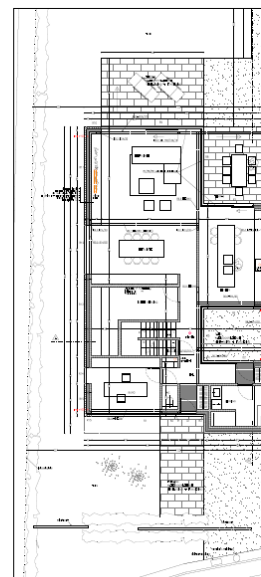
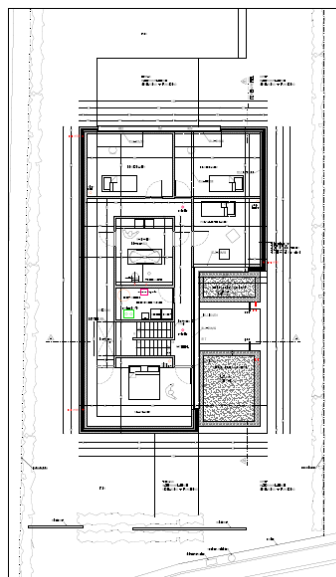
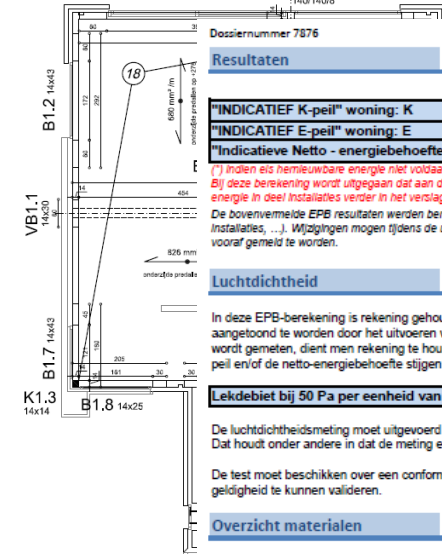
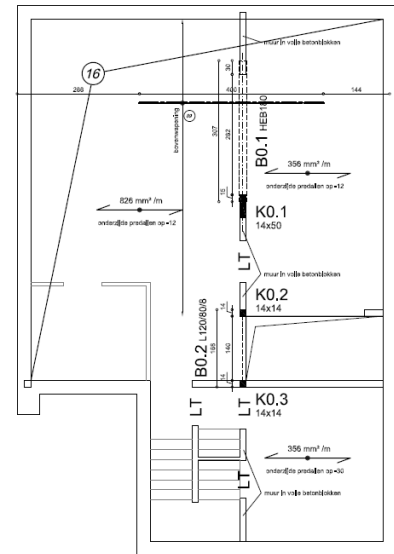
De volledige spouwvulling met stijve of halfstijve isolatieplaten. De spouwopvatting stemt overeen met de uitvoeringsmodaliteiten van het parement (zie algemene bepalingen in hoofdstuk 22 gevelmetselwerk).

De afwerking van de spouwvulling moet overeenstemmen met de volgende eisen:  
 - levering en de plaatsing van de eventuele bevestigingstoelbehooren;  
 - verzorgen van eventuele uitsparingen voor leidingen, doorvoeren, enz.

#### alen

afstandhouders (bij onvolledige spouwvulling) die op de spouwhaken bevestigd worden, zijn aangepast in het isolatiemateriaal. Een model wordt ter goedkeuring voorgelegd.  
 voorschrijven volgens tabel 2 van het Informatieblad van het Buitge "Geïsoleerde spouwmuren met metselwerk" zijn van toepassing en aan te vullen met de bepalingen van de specifieke ATG's en ETA's.  
 de hoogte van de spouwvulling, onder de waterkerende laag, moet een waterbestendig isolatiemateriaal zijn. XPS toegepast worden moet het isolatiemateriaal volledig ingesloten zitten tussen twee verdere lagen.

## Uitvoering



# EPB-precalculatie

- ✓ Omvat (verwachte) prestaties (EPB)
- ✓ In het beste geval: overgenomen door architect in plannen, bestek & meetstaat



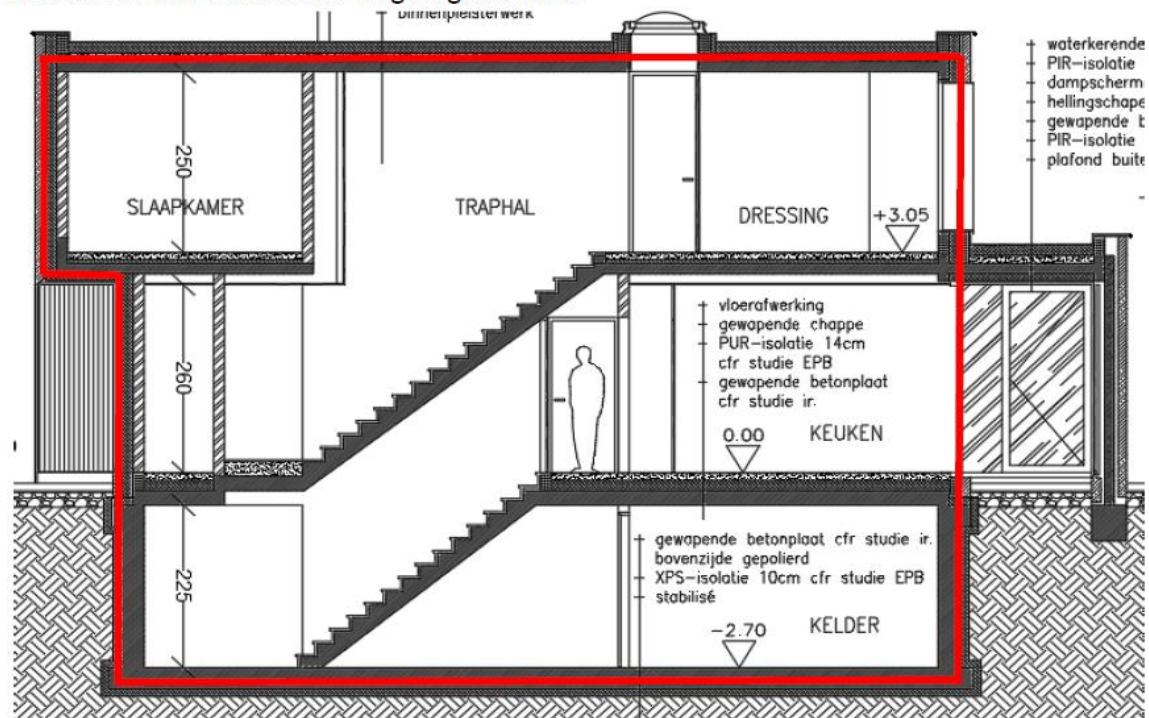
Niet altijd!  
Of fouten

**→ Zelf controleren!**

# EPB-precalculatie

## ✓ Beschermd volume

In deze studie werd het beschermd volume als volgt afgebakend:



afbakening beschermd volume

# EPB-precalculatie

✓ Thermische eisen:  $U_{\max}$  ( $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

Vloer op grond op gelijkvloersniveau	vloerplaat:	Gewapend beton		0,15	0,24
	isolatie:	Gespoten PUR $\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$	14 cm		
	chape:	cementchape	10 cm		
	afwerking:	Vloertegels	1 cm		

➔ Wijziging pas na akkoord van EPB-verslaggever!

# EPB-precalculatie

## ✓ Luchtdichtheid: ook in ruwbouwfase

Lekdebiet bij 50 Pa per eenheid van oppervlakte:	6 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
--	-----------------------------------

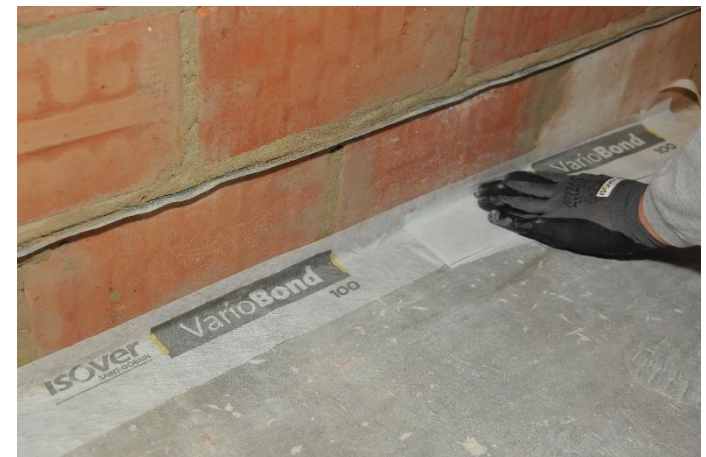
De luchtdichtheidsmeting moet uitgevoerd worden conform STS-P 71-3 'Luchtdichtheid van gebouwen - luchtdichtheidsmeting'. Dat houdt onder andere in dat de meting enkel mag uitgevoerd zijn door erkende luchtdichtheidsmeters.



Bron: WTCB TV255



Bron: WTCB TV255



Bron: ISOVER

## ✓ Overzicht van installaties, ...

# EPB-precalculatie

## ✓ Stavingsstukken

- Het correct gebruik van materialen voor elke uitvoering moet steeds gestaafd worden
- Tijdens uitvoering
- EPB-verslaggever vraagt dit na uitvoering
- Bijvoorbeeld voor spouwisolatie: factuur van geplaatste isolatie + vermelding merk, type, dikte en uitvoeringsadres + foto's bij de uitvoering + technische informatie



# EPB-precalculatie

## ✓ EPB-aanvaarde bouwknopen

Dossiernummer 7876

Versie: 22/01/2018

### EPB - bouwknopen

Voor bouwaanvraagdossiers vanaf 1 januari 2011 moeten bouwknopen ingerekend worden in de EPB-verslaggeving.

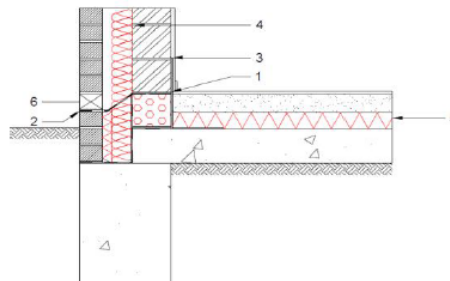
In dit geval wordt gerekend met **optie B: "EPB-aanvaarde bouwknopen"**.

Hieronder kan men een overzicht terug vinden van bouwknopen die voor uw woning van toepassing kunnen zijn en die bevestigd EPB - aanvaard zijn. Indien het detail anders wordt uitgevoerd, dan dienen wij hiervan tijdig op de hoogte te worden gebracht. De architect dient de nodige details op te maken om aan te tonen dat de bouwknopen EPB-aanvaard zijn.

Meer specifieke details kunnen teruggevonden worden op onderstaande site:

[www.bouw-energie.be](http://www.bouw-energie.be)

#### Aanzet fundering



- 1) Isolerende blok  $\lambda \leq 0,20\text{W/mK}$
- 4) Thermische isolatie (muur)
- 5) Thermische isolatie (vloer)

#### Voorbeelden van geïsoleerde stenen

Merk:	Minimale hoogte [cm]
Cellumat	27
Perinsul	10
Marmox thermoblok nano	6
Ytong C3/450	25

# EPB-aanvaarde bouwknopen?

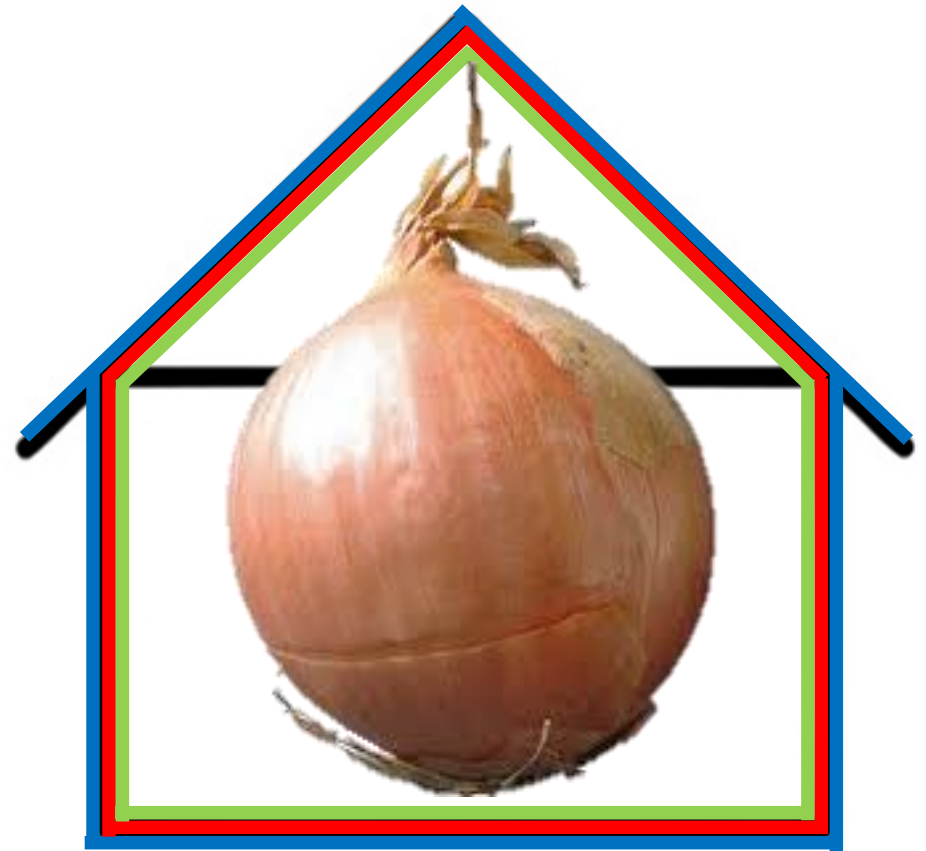
# Bouwknopen... Wat? Waarom?



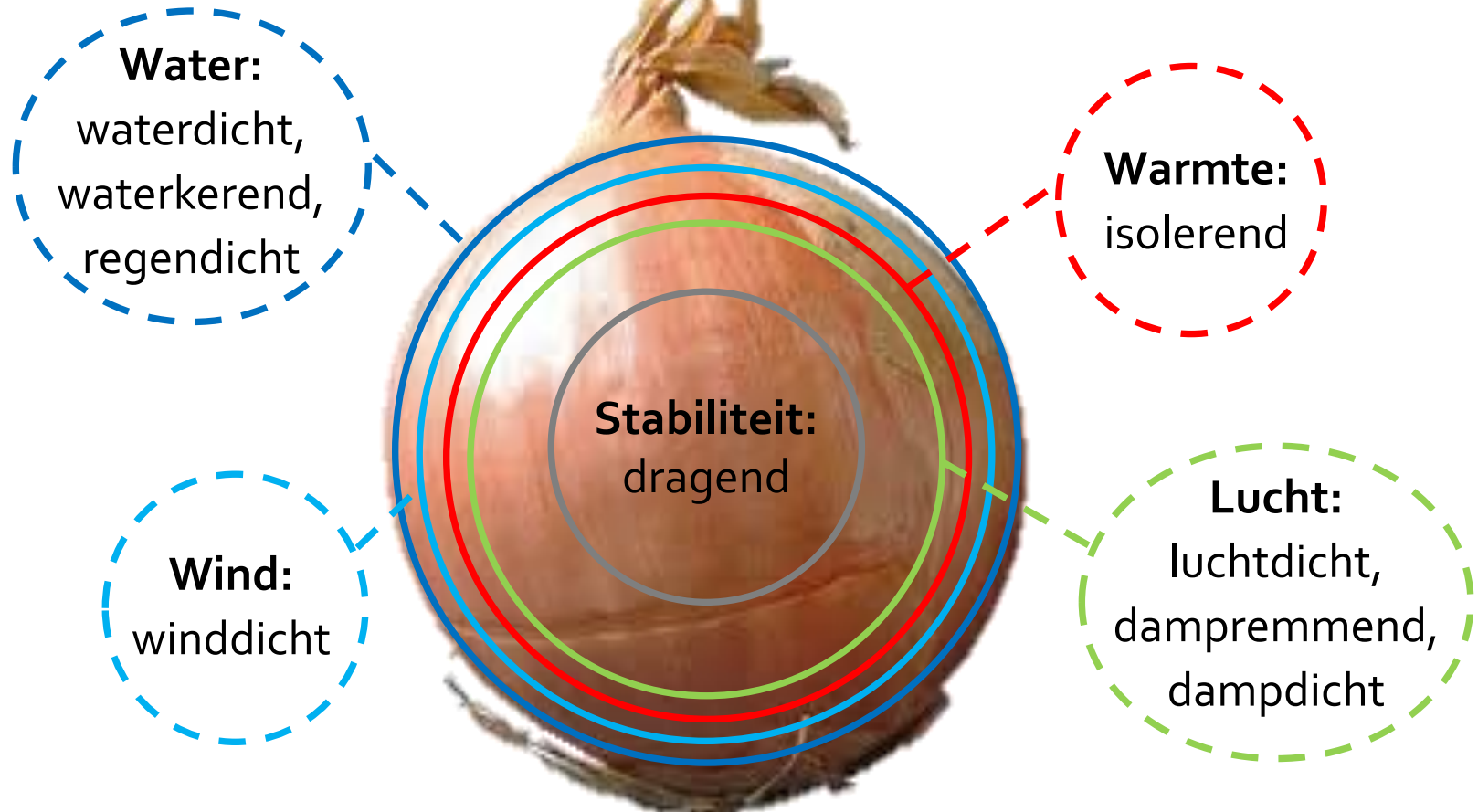
# Evoluties in de bouw

Een gebouw moet ...

- Sterk (stabiliteit)
- Waterdicht 
- Geïsoleerd 
- Luchtdicht 
- ...



# Ui-model



Bron: DUBiT

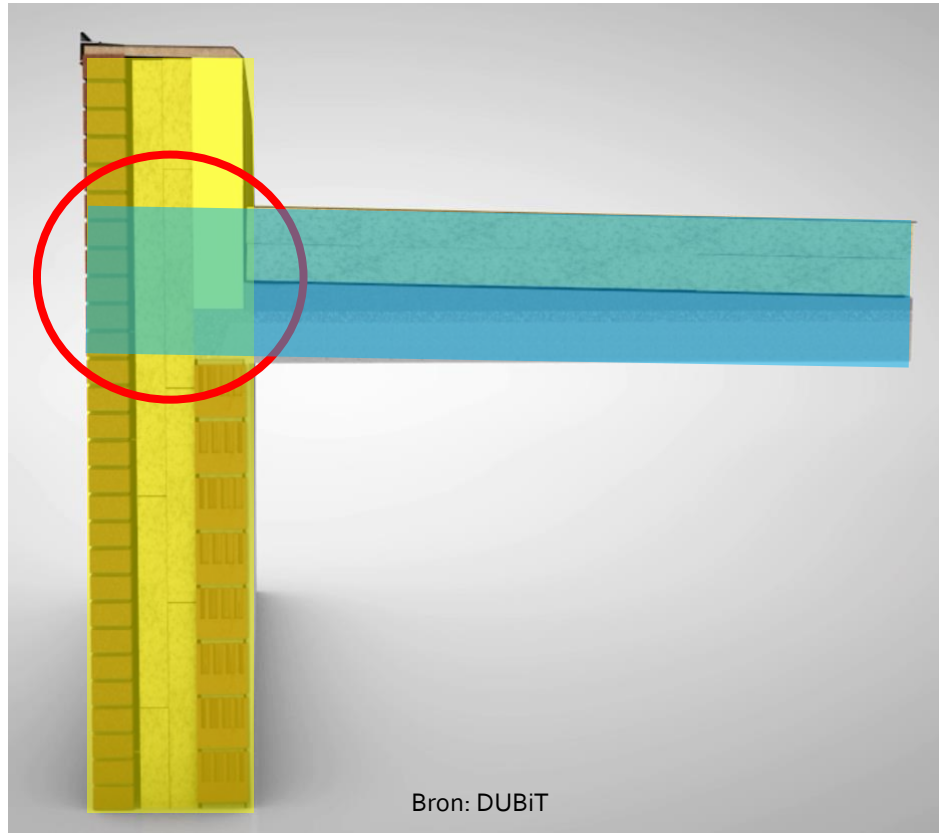
**+ Andere functies en eisen**

# Bouwknopen

= **Samenkomen** van scheidingsconstructies



Bron: ISOVER



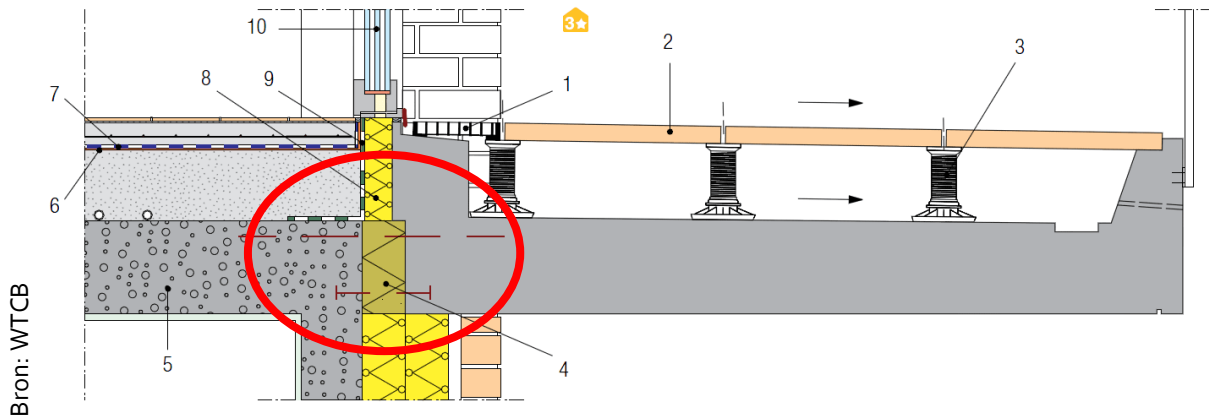
Bron: DUBiT



Bron: DUBiT

# Bouwknopen

= Of doorboring van isolatielaag van een scheidingsconstructie (= puntbouwknopen)



**Een puntbouwknop is nooit EPB-aanvaard!**

# EPB-aanvaarde bouwknopen

Sinds aanvraag bouwvergunning 1 januari 2011:

koudebruggen verplicht inrekenen (via U-waardetoeslag → in S-peil)

## 3 opties:

- A. Het effect van alle koudebruggen wordt **'exact' ingerekend**, hetzij 3D hetzij 2D (via software).
- B. Zoveel mogelijk te voldoen aan de voorschriften van koudebrugarm detailleren (basisregels,  $\Psi_{\text{limiet}}$ ) waardoor een **kleine forfaitaire toeslag** volstaat. Wat **niet voldoet**, wordt **extra ingerekend** → **EPB-aanvaarde bouwknopen**
- C. Er wordt **geen moeite** gedaan, met als gevolg een **hoge, forfaitaire bestraffing**.



# Hoe de invloed van bouwknopen inrekenen?

OPTIE A

OPTIE B

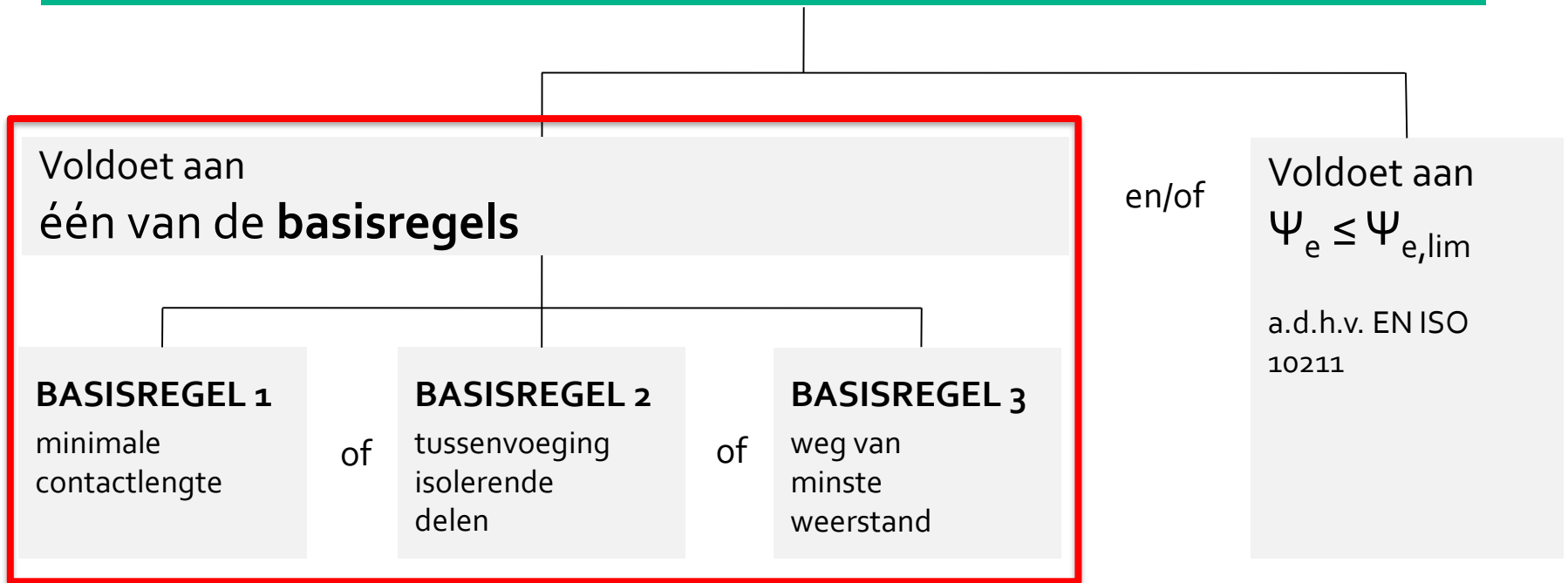
OPTIE C

**EPB-aanvaarde  
bouwknopen**  
(Lineaire bouwknopen)

**Niet-EPB-aanvaarde  
bouwknopen**  
(vb. puntbouwknopen)

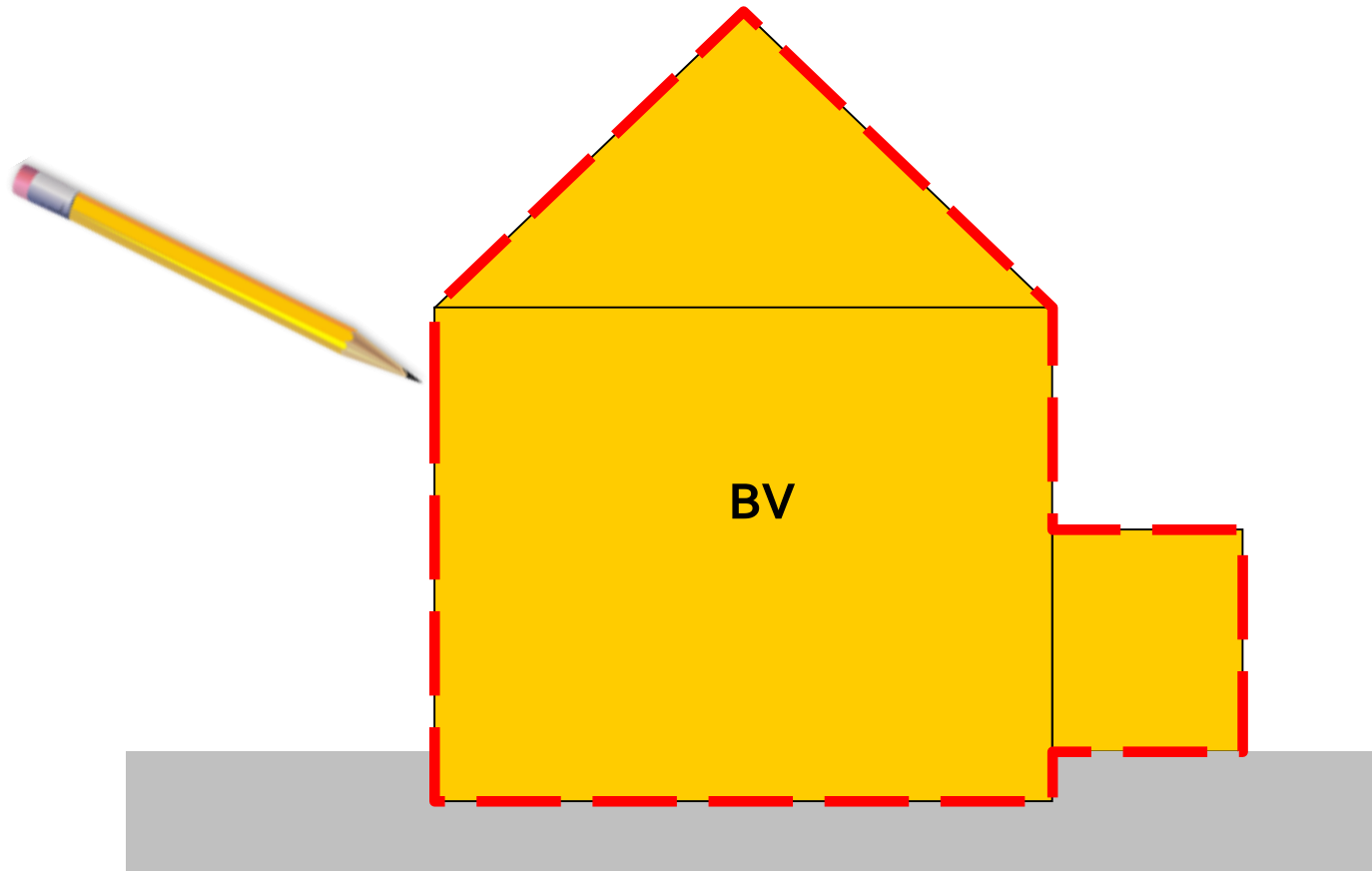
# EPB-aanvaarde bouwknopen

## EPB-aanvaarde bouwknop – Optie B



# EPB-aanvaarde bouwknopen

Principe 3 basisregels: **doorlopende isolatie !**



# EPB-aanvaarde bouwknopen

## EPB-aanvaarde bouwknop – Optie B

Voldoet aan  
één van de **basisregels**

### **BASISREGEL 1**

minimale  
contactlengte

of

### **BASISREGEL 2**

tussenvoeging  
isolerende  
delen

of

### **BASISREGEL 3**

weg van  
minste  
weerstand

en/of

Voldoet aan  
 $\Psi_e \leq \Psi_{e,lim}$

a.d.h.v. EN ISO  
10211

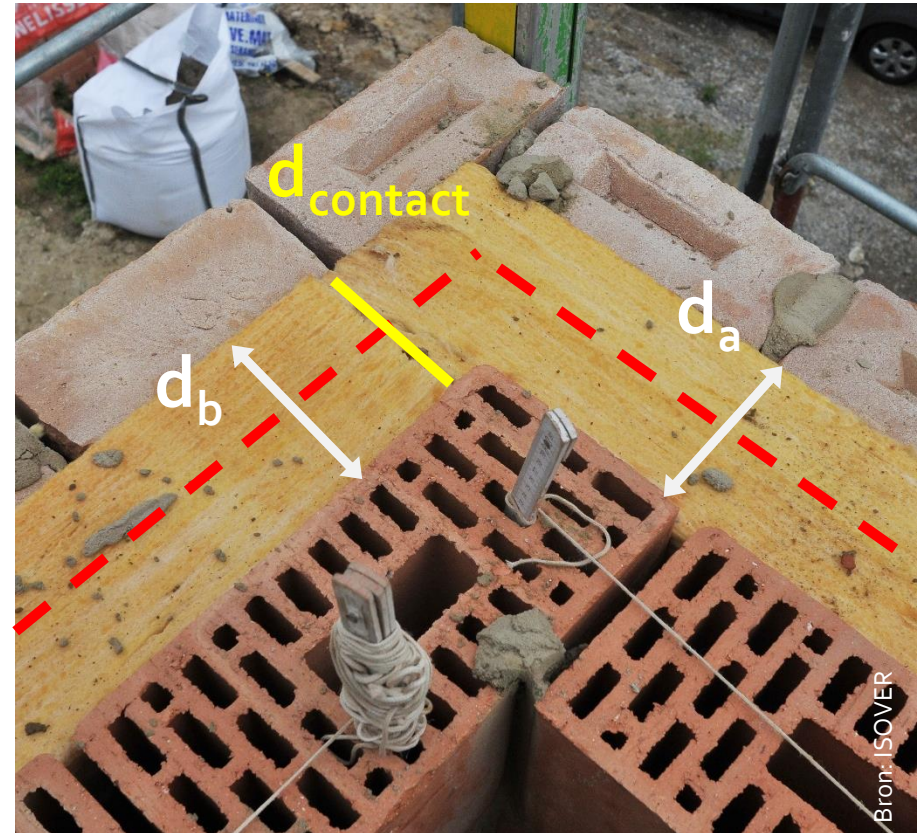
# Basisregel 1 – EPB-aanvaard

## 1. Minimale contactlengte

1 eis:

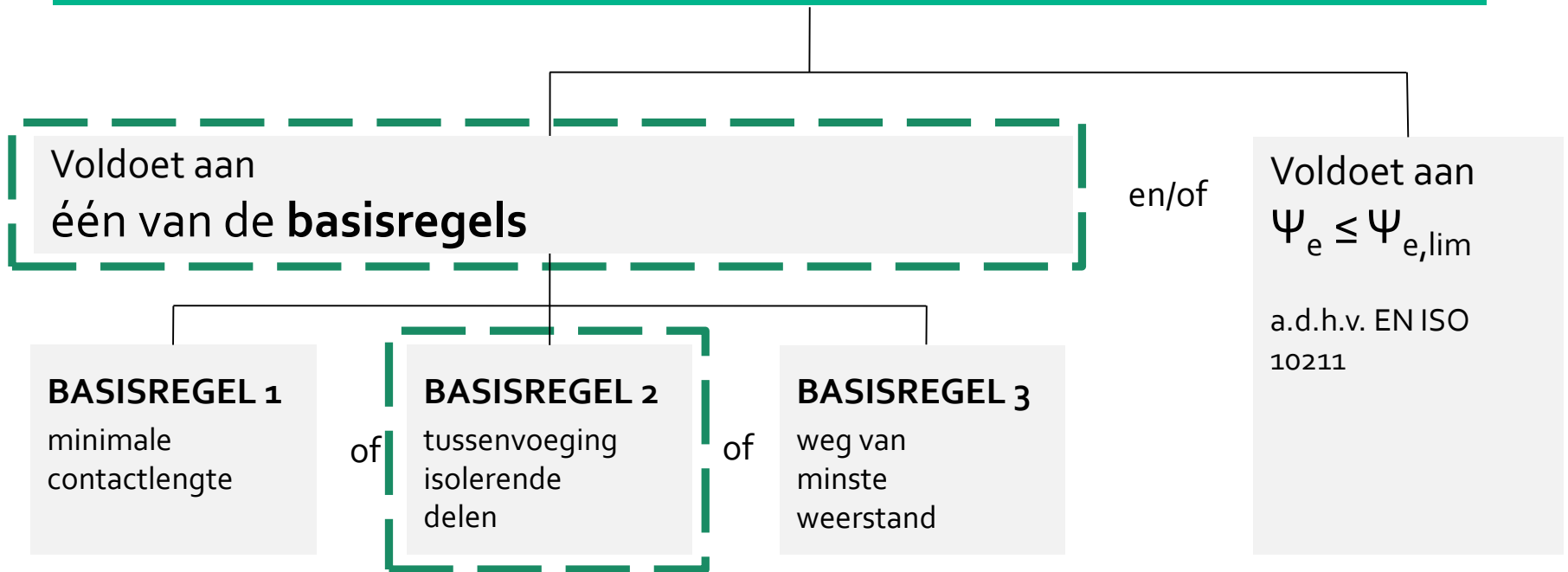
$$d_{\text{contact}} \geq \min (d_a/2 ; d_b/2)$$

+ aangepaste basisregels bij aansluitingen buitenschrijnwerk



# EPB-aanvaarde bouwknopen

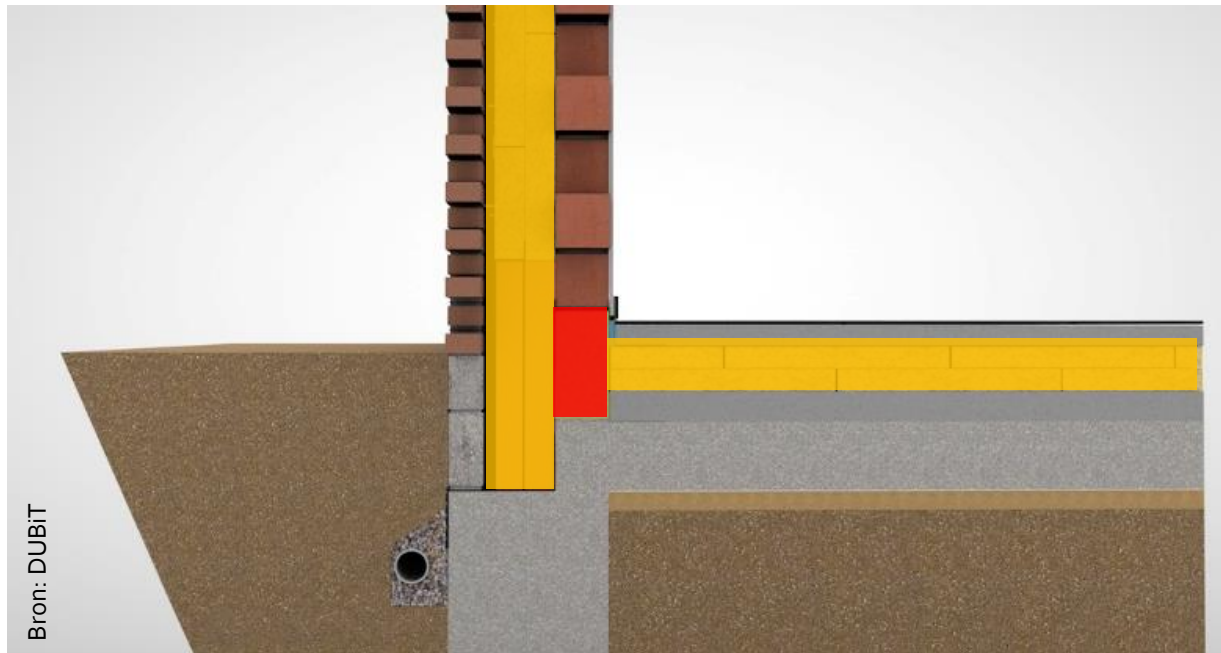
## EPB-aanvaarde bouwknop – Optie B



# Basisregel 2 – EPB-aanvaard

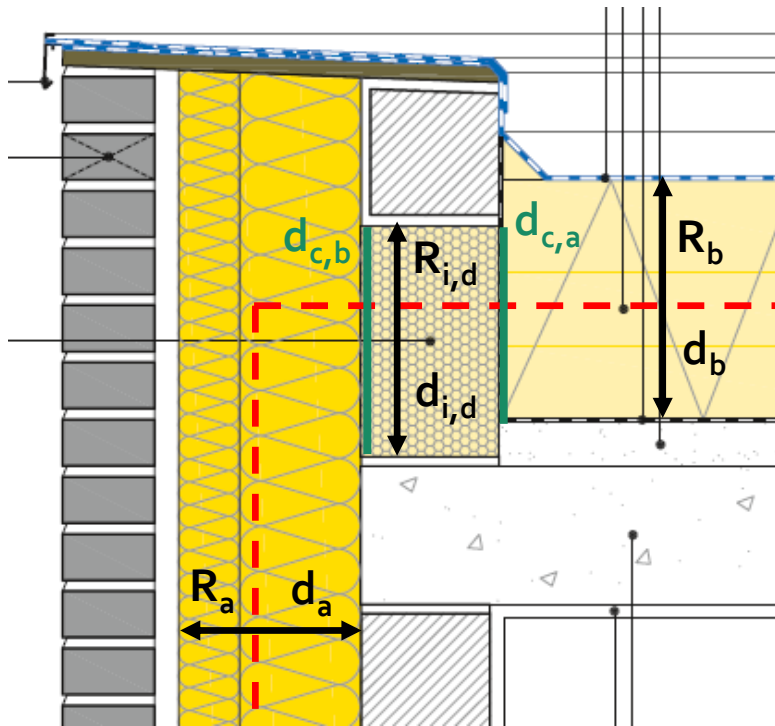
## 2. Tussenvoeging van isolerend deel

Isolatielagen kunnen niet rechtstreeks contact maken, maar **isolerende delen zijn tussengevoegd** zodat de thermische snede behouden blijft.



# Basisregel 2 – EPB-aanvaard

## 2. Tussenvoeging van isolerend deel



3 eisen:

$$\lambda_{i,d} \leq 0,2 \text{ W/mK}$$

$$R_{i,d} \geq \min (R_a/2 ; R_b/2 ; 2)$$

$$d_{c,a} \geq \frac{1}{2} \min (d_{i,d} , d_a)$$

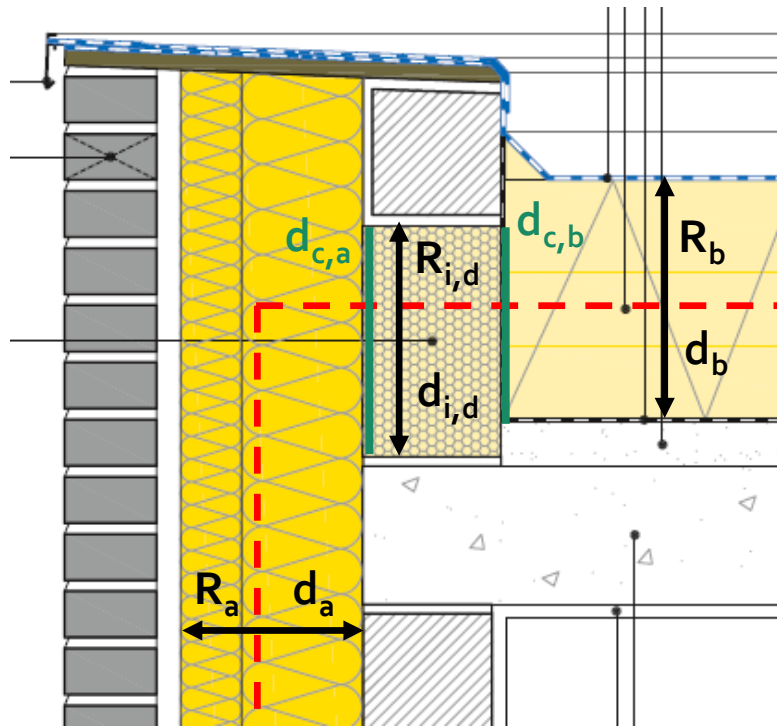
$$d_{c,b} \geq \frac{1}{2} \min (d_{i,d} , d_b)$$

Bron: ISOVER



# Basisregel 2 – EPB-aanvaard

Concreet:



Bron: ISOVER

**Spouwisolatie:** Isover Multimax 30  
 $d_a = 18 \text{ cm (6+12)}$  &  $\lambda_a = 0,030 \text{ W/mK}$

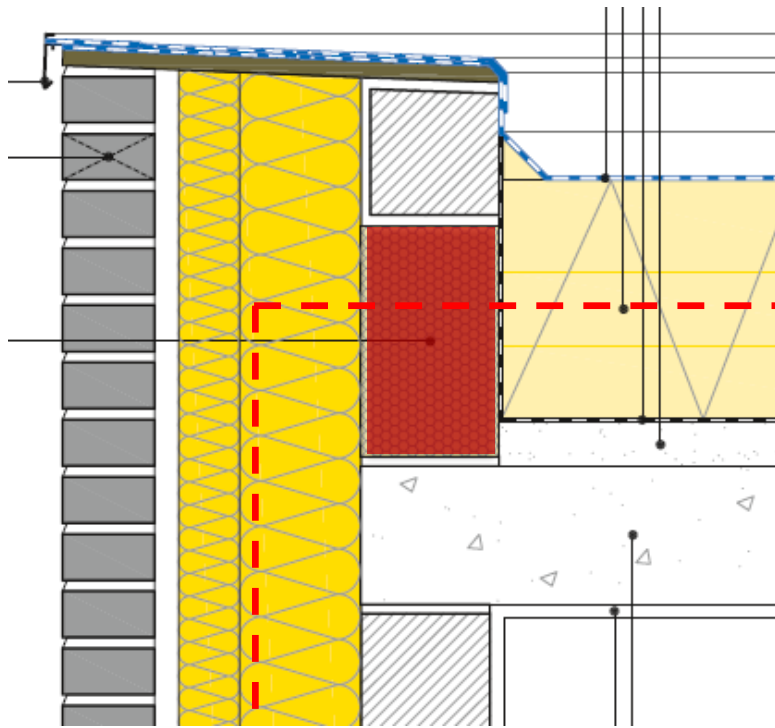
**Tussengevoegd iso. deel:** Cellenbeton  
 $b_{i,d} = 14 \text{ cm}$ ,  $d_{i,d} = 25 \text{ cm}$  &  $\lambda_{i,d} = 0,125 \text{ W/mK}$

**Dakisolatie:** Rockwool Rhinox  
 $d_b = 26 \text{ cm (10+16)}$  &  $\lambda_b = 0,040 \text{ W/mK}$

**Hellingsbeton:** Min. dikte = 9cm

# Basisregel 2 – EPB-aanvaard

## 1<sup>e</sup>. λ-eis



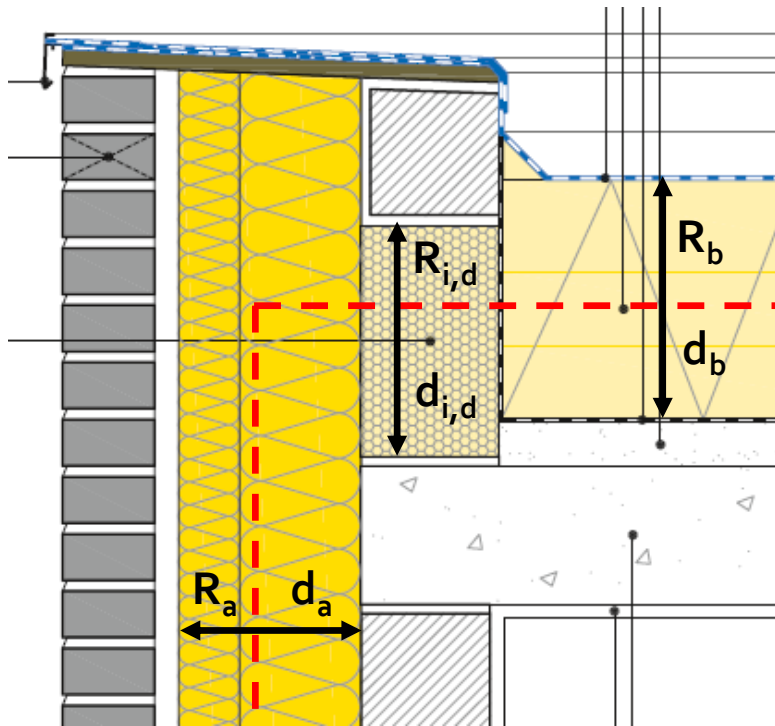
$$\lambda_{i,d} \leq 0,2 \text{ W/mK}$$

→ Cellenbeton (Ytong):  
 $0,125 \text{ W/mK} \leq 0,2 \text{ W/mK}$

**λ-eis voldoet**

# Basisregel 2 – EPB-aanvaard

## 2<sup>e</sup>. R-waarde-eis



Bron: ISOVER

$$R_{i,d} \geq \min (R_a/2 ; R_b/2 ; 2)$$

$$\begin{aligned} \text{Spouwisolatie: } R_a &= d_a / \lambda_a \\ &= 0,18\text{m} / 0,03\text{W/mK} = 6 \text{ m}^2\text{K/W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dakisolatie: } R_b &= d_b / \lambda_b \\ &= 0,26\text{m} / 0,04\text{W/mK} = 6,5 \text{ m}^2\text{K/W} \end{aligned}$$

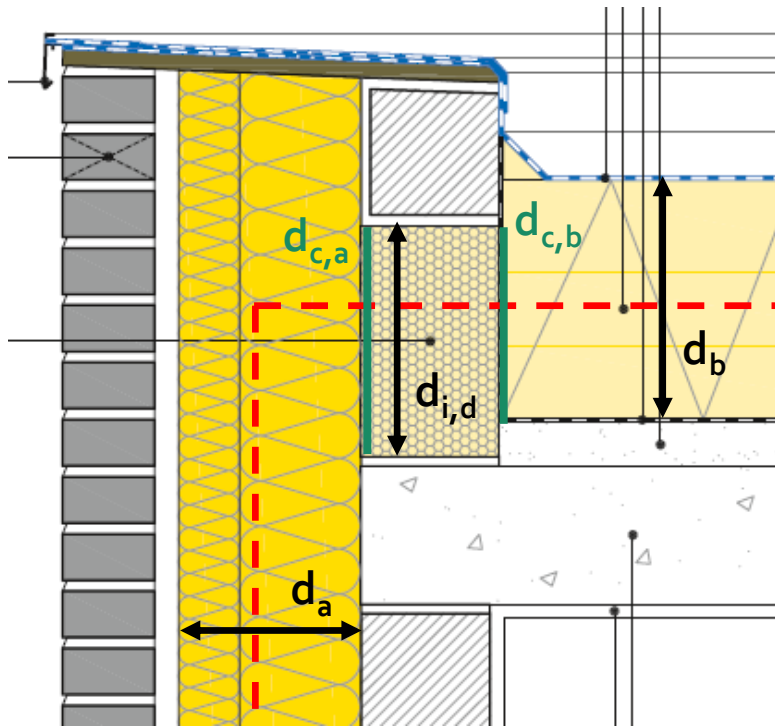
$$\begin{aligned} \text{Cellenbeton: } R_{i,d} &= d_{i,d} / \lambda_{i,d} \\ &= 0,25\text{m} / 0,125\text{W/mK} = 2 \text{ m}^2\text{K/W} \end{aligned}$$

$$\rightarrow 2 \geq \min \left( \frac{6}{2} ; \frac{6,5}{2} ; 2 \right)$$

**R-waarde-eis voldoet**

# Basisregel 2 – EPB-aanvaard

## 3<sup>e</sup>. Contactlengte-eis



Bron: ISOVER

$$d_{c,a} \geq \frac{1}{2} \min. (d_{i,d}, d_a)$$

$$d_{c,b} \geq \frac{1}{2} \min. (d_{i,d}, d_b)$$

$$25\text{cm} \geq \frac{1}{2} \min. (25\text{cm}, 18\text{cm})$$

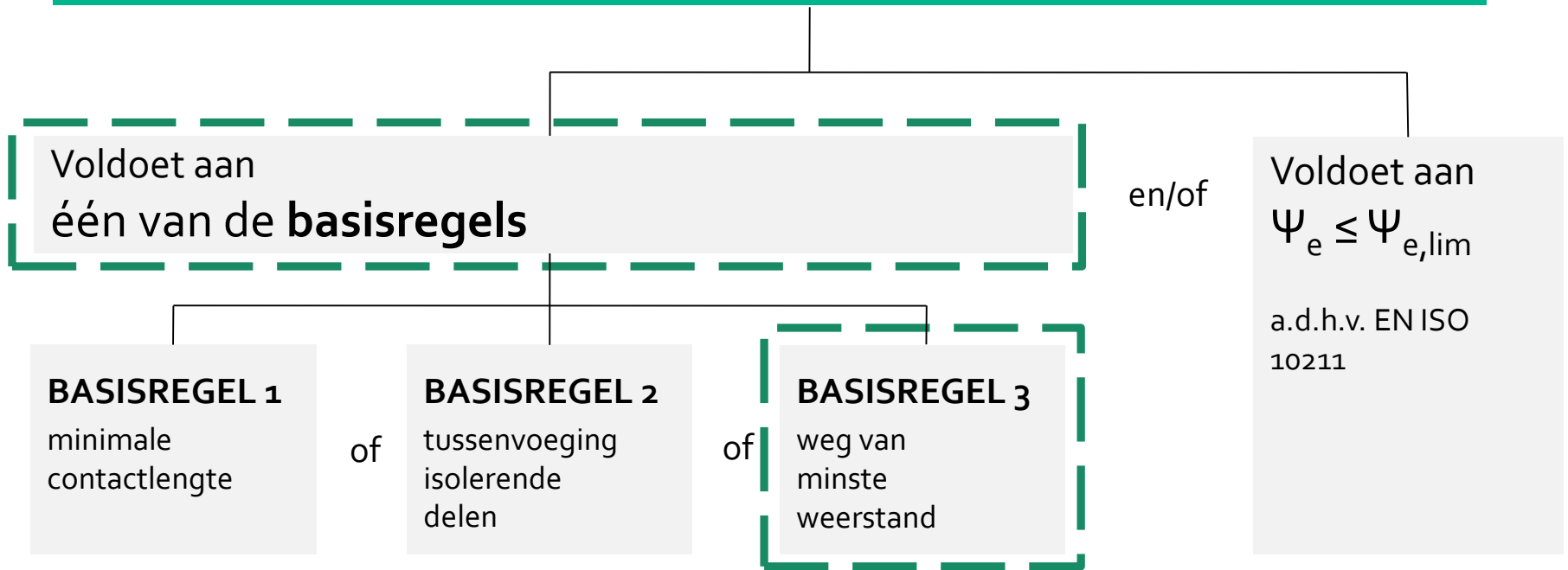
$$16\text{cm} \geq \frac{1}{2} \min. (25\text{cm}, 26\text{cm})$$

**Contactlengte-eis voldoet**

**Conclusie: bouwknop is  
EPB-aanvaard**

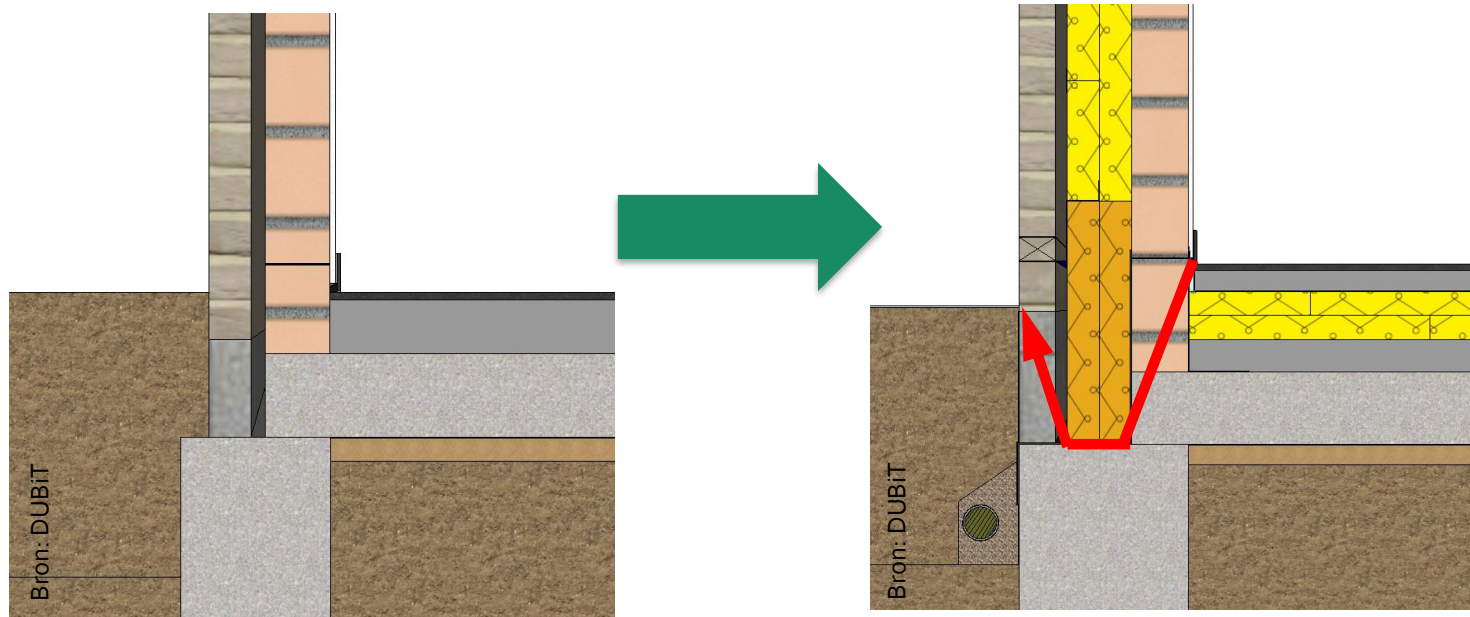
# EPB-aanvaarde bouwknopen

## EPB-aanvaarde bouwknop – Optie B



# Basisregel 3 – EPB-aanvaard

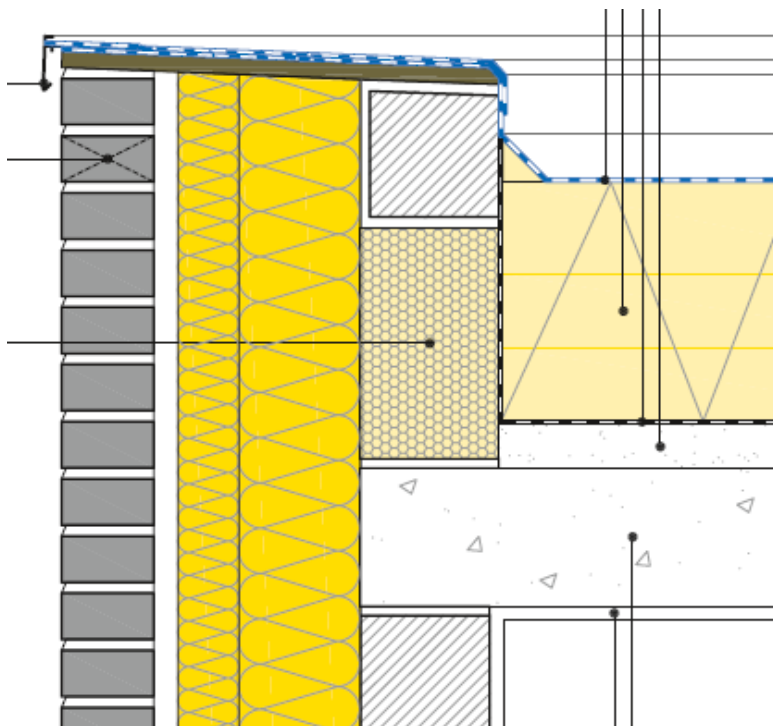
## 3. Weg van de minste weerstand



Basisidee: 'warmte kiest de **gemakkelijkste weg naar buiten**' = NIET doorheen de isolatie: **weglengte** moet min. 1m lang zijn

# EPB-aanvaarde bouwknopen

## EPB-aanvaarde bouwknop in 'theorie'



Bron: ISOVER

- ✓ Soms complexe bouwknopen
- ✓ Op papier ≠ op de werf!



**Hoe vatbaar maken voor de uitvoerders op de werf?**

# Oplossing



# Oplossing

- ✓ Doelgroep = 'uitvoerders'
- ✓ Educatieve ondersteuning
- ✓ Laagdrempelig
- ✓ 3D weergave

**➔ Webapplicatie met 3D animaties**

# Webapplicatie

- ✓ Vrij toegankelijk voor iedereen!
- ✓ 30-tal 3D-animaties
- ✓ 3 basisregels & algemene principes
- ✓ Essentie: 3 bouwfysische aspecten



# Webapplicatie

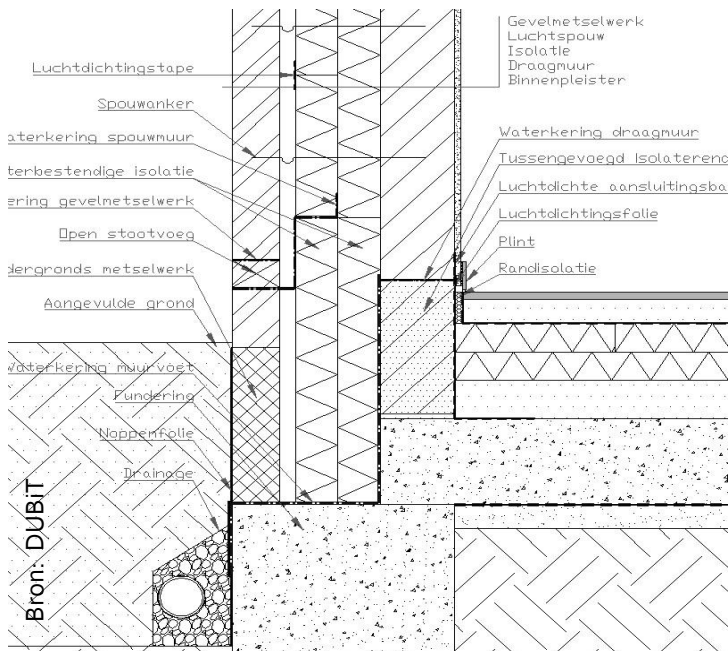


**BOUWKNOPEN**  
**UITVOEREN**

[www.bouwknopenuitvoeren.be](http://www.bouwknopenuitvoeren.be)



# Doel



EPB-aanvaard  
**getekende**  
bouwknopen



EPB-aanvaard  
**uitgevoerde**  
bouwknopen

# Bronnen & extra info

- 👉 Toelichtingsdocument bouwknopen
- 👉 WTCB-contact 1 2015: "Het bouwdetail"
- 👉 Norm-Antenne Bouwdetails (WTCB)
- 👉 Webapplicatie: [www.bouwknopenuitvoeren.be](http://www.bouwknopenuitvoeren.be)
- 👉 Technische informatie producenten

# Contactgegevens

## Ing. Stijn Van der Meersch

Onderzoeker en Lector PBa Bouw  
Stijn.vandermeersch @odisee.be

## Arch. Filip Van Langenhove

onderzoeker en Lector PBa Bouw  
Filip.vanlangenhove@odisee.be



Campus Dirk Martens  
Onderzoekskern DUBiT  
Kwalestraat 154  
9320 Aalst  
053-72 71 70  
DUBiT@odisee.be



[info@bouwknopenuitvoeren.be](mailto:info@bouwknopenuitvoeren.be)  
[www.bouwknopenuitvoeren.be](http://www.bouwknopenuitvoeren.be)