

KMO Reno

Deel 1: Thermische analyse bouwknopen

Barbara Joseph, Hilde Breesch

oktober 2018

Inhoud

Inleiding	5
1 Wandtype 1: Cellenbeton	9
1.1 Opbouw 1 A : Cellenbeton + isolatie sandwichpanelen	9
1.1.1 Plint 1A	9
1.1.2 Dakrand 1A	10
1.2 Opbouw 1B: Cellenbeton + isolatie geventileerde gevel : 140 mm rotswol	11
1.2.1 Plint 1B	11
1.2.2 Dakrand 1B	12
2 Wandtype 2: sandwichpanelen	13
2.1 Opbouw 2A: 60 mm PUR sandwichpanelen + isolatie 100 mm PIR sandwichpanelen	13
2.1.1 Plint 2A	13
2.1.2 Dakrand 2A	14
2.2 Opbouw 2B: 60 mm PUR sandwichpanelen + isolatie 60 mm spouw ingeblazen met glaswolvlokken + 40 mm PUR sandwichpaneel	15
2.2.1 Plint 2B	15
2.2.2 Dakrand 2B	16
3 Wandtype 3: binnendozen	18
3.1 Opbouw 3A: binnendozen 90 mm met glaswol + isolatie PU plaat 40 mm + bardage	18
3.1.1 Plint 3A	18
3.1.2 Dakrand 3A	19
3.2 Opbouw 3B: : binnendozen 90 mm met glaswol + isolatie sandwichpaneel 40 mm	20
3.2.1 Plint 3B	20
3.2.2 Dakrand 3B	21
Bijlagen	22
Simulaties opbouw 1	22
Simulaties opbouw 2	22
Simulaties opbouw 3	22

Inleiding

Het project KMO RENO beoogt de duurzame renovatie van KMO-gebouwen. In dit werkpakket focust KU Leuven op de analyse van de impact van de renovatie op het vocht- en warmtetransport van de buitenwanden. Er wordt uitgegaan van wanden van KMO-gebouwen uit het referentiejaar 2000. Volgende wandtypes worden bestudeerd:

- Cellenbeton 150mm
- Sandwichpanelen 60mm
- Binnendozen 90*600mm

Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende renovatie-ingrepen per wandtype.

Tabel 1 Overzicht renovatiemethodes per wandtype

Anno 2000	Renovatiemethode	Details
1A 150 mm cellenbeton	80 mm Quadcore sandwichpanelen	Dakrand Betonplint Raamdetail
1B 150 mm cellenbeton	Buitenisolatie tussen regelwerk 140 mm rotswol – geventileerde gevel	Dakrand Betonplint Raamdetail
1C 150 mm cellenbeton	Binnenisolatie tussen regelwerk 180 mm glaswolvlokken	Raamdetail Wandopbouw
2A 60 mm PUR sandwichpanelen	100 mm PIR sandwichpanelen of 80 mm Quadcore sandwichpanelen	Dakrand Betonplint Raamdetail
2B 60 mm PUR sandwichpanelen	60 mm spouw met ingeblazen glaswolvlokken + 40 mm PUR sandwichpaneel	Dakrand Betonplint Raamdetail
3A Binnendozen 600*90	100 mm glaswol + PU plaat + bardage	Dakrand Betonplint Raamdetail
3B Binnendozen 600*90	90 mm glaswolvlokken + sandwichpaneel	Dakrand Betonplint Raamdetail
3C Binnendozen 600*90	150 mm glaswol + bardageplaat	Dakrand Betonplint Raamdetail

Het onderzoek bestaat uit 2 delen:

Deel 1: Thermische analyse bouwknopen

Dit deel wordt besproken in deze nota.

Deel 2: Risico op inwendige condensatie en regendoorslag.

Dit deel is terug te vinden in een apart document op de website

<http://www.kmoreno.be/>

Deel 1: Thermische analyse bouwknopen

De bouwknopen komen voor ter hoogte van de aansluitingen van bouwdelen of elementen. Via 2D thermische simulaties wordt nagegaan waar de grootste warmteverliezen voorkomen en of er een risico ontstaat op oppervlaktecondensatie.

Aangezien het effect van lineaire bouwknopen groter is dan dat van puntbouwknopen, worden enkel lineaire bouwknopen onderzocht. Deze leiden niet enkel tot hogere warmteverliezen, maar soms ook tot lokale oppervlaktecondensatie en schimmelvorming.

In de praktijk is het onmogelijk om bouwknopen te elimineren of te voorkomen. Een goede detaillering zorgt voor een vermindering van de warmtestroom, uitgedrukt door de Ψ –waarde (psi). Deze waarde geeft aan hoeveel warmte er per meter bouwknop en per temperatuureenheid verloren gaat. Het warmteverlies wordt berekend met 2D thermische simulaties. Na ingave van de bouwknop, wordt niet alleen de Ψ –waarde maar ook de kritische waarde voor luchtvochtigheid, de binnenoppervlaktetemperatuur, en het temperatuursverloop berekend.

De bekomen **Ψ –waarde** wordt vergeleken met eisen van de EPB-regelgeving, zoals geformuleerd in bijlage VIII van het Energiebesluit¹.

Er wordt gewerkt volgens de methode van de EPB-aanvaarde bouwknopen. Er zijn twee manieren waarop een lineaire bouwknop EPB-aanvaard wordt.

Bij methode 1 voldoet de bouwknop aan één van de basisregels voor een koudebrugarm detail:

- Basisregel 1: minimale contactlengte isolatielagen
- Basisregel 2: Tussenvoeging isolerende delen
- Basisregel 3: Weg van minste weerstand

Bij Methode 2 wordt nagegaan of de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt kleiner is dan de grenswaarde, vastgelegd in bijlage VIII:

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

¹ Zie <https://www.energiesparen.be/EPB-pedia/regelgeving/energiebesluit/bijlageVIII>

Verder wordt ook rekening gehouden met de binnenoppervlaktetemperatuur op het koudste punt van de bouwknoop via de **temperatuur- of f-factor**. Een lage f-factor betekent een groot warmteverlies ter plaatse van het knooppunt. Hierdoor kan het risico op schimmelvorming ingeschat worden. De limietwaarde voor de f-factor werd vastgelegd op 0.7. Dit impliceert dat indien de f-factor een lagere waarde heeft dan 0.7, de bouwknoop niet kan aanvaard worden, wegens een te groot risico op schimmelvorming.

$$f\text{-factor} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Dit document bespreekt de resultaten en conclusies van de 2D thermische berekeningen per bouwknoop. Opbouw 1C, 2C en 3C zijn hier buiten beschouwing gelaten. In de bijlage zijn de input en resultaten van de 2D thermische simulaties opgenomen.

1 Wandtype 1: Cellenbeton

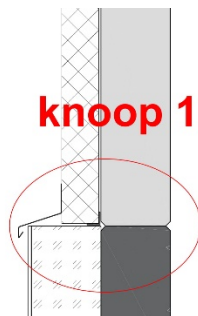
1.1 Opbouw 1 A : Cellenbeton met isolatie sandwichpanelen aan buitenzijde

Bij deze opbouw worden volgende bouwknoepen van naderbij bekeken: de plint en de dakrand.

1.1.1 Plint 1A

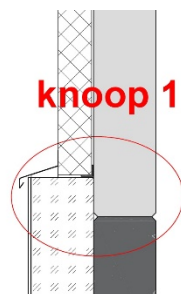
Bij de overgang van de wand naar de sokkel (knoop 1, zie Figuur 1) is de eis voor EPB – aanvaarde bouwknoepen volgens de basisregels (methode 1) minder veeleisend dan volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen (zie Figuur 2).

- Methode 1: isolatie sluit aan op de isolatie van de sokkel: OK



Figuur 1 Plint knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 1A (cellenbeton met buitenisolatie in sandwichpanelen)

- Methode 2: een overlap **van 20 cm** is nodig om aan de psi-eis te voldoen. f-factor is OK > 0.7 reeds vanaf 0 overlap tem 20 cm overlap

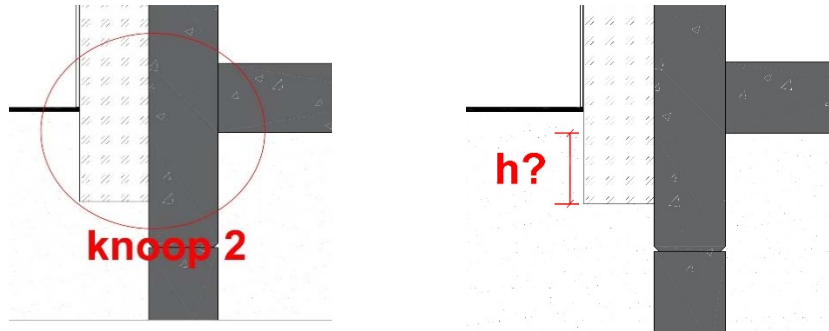


Figuur 2 Plint knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 1A (cellenbeton met buitenisolatie in sandwichpanelen) met overlap

Bij de overgang van de sokkel naar de fundering (knoop 2) is de eis volgens methode 1 (basisregels) veel strenger dan methode 2 (berekeningen).

- Methode 1 : lengte weerstand moet min. 1 m zijn, dus diepte onder vloerplaat **is 32 cm**

- Methode 2: er is **slechts 5 cm** isolatie onder de bestande vloerplaat nodig om te voldoen aan de eisen. f-factor is steeds OK > 0.7
- Zowel met 15 cm foamglas als 12 cm XPS
!Afhankelijk van waar vloerplaat zit tov maaiveld!
!Vloerplaat is niet geïsoleerd, aangezien enkel de renovatie van de gevels beschouwd wordt!

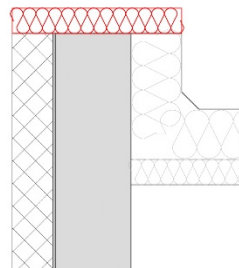


Figuur 3 plint knoop 2 ter hoogte van de overgang van sokkel naar fundering in opbouw 1A (cellenbeton met buitenisolatie in sandwichpanelen)

1.1.2 Dakrand 1A

Bij de dakrand komen we tot EPB – aanvaarde bouwknopen volgens de basisregels (methode 1) en ook volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen.

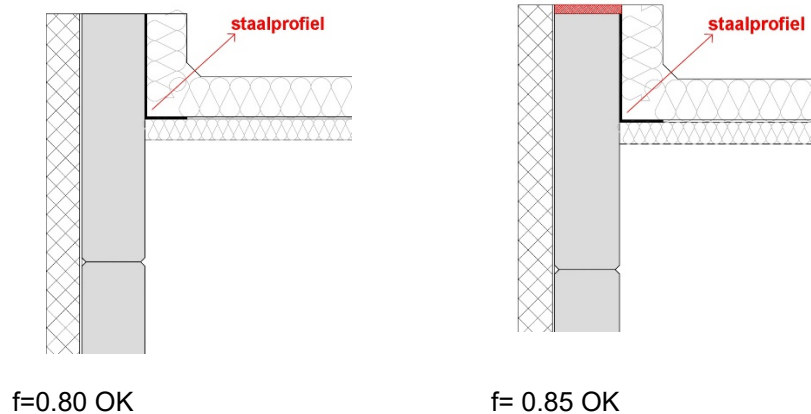
- Methode 1: tussenvoeging isolerende delen. **Basisregel 2.** Dikte isolatie 5 cm minerale wol ($\lambda = 0.040 \text{ W/m.K}$)



Figuur 4 Dakrand in opbouw 1A (cellenbeton met buitenisolatie in sandwichpanelen) met toevoeging isolatie (methode 1)

- $\lambda > 0.2 \text{ W/mK}$
- $R > \min R1/2, R2/2 \text{ of } 2 = 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $D \text{ contact} > \frac{1}{2} * d1/2 \text{ of } d2/2$

- Methode 2: Aangezien hier een metalen profiel tussen zit ter scheiding van de nieuwe isolatie is de psi-waarde zeer slecht. Een tussenstuk isolatie uit PIR met dikte van 3cm en een opstand van 18 cm en met λ -waarde van 0.025 W/mK is nodig om te voldoen aan de maximale psi-waarde. De f-factor is bij alle opstanden steeds OK > 0.7



Figuur 5 Dakrand in opbouw 1A (cellenbeton met buitenisolatie in sandwichpanelen) met toevoeging isolatie (methode 2)

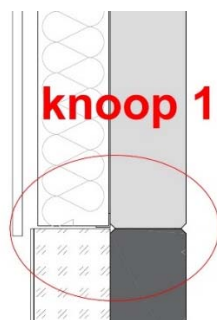
1.2 Opbouw 1B: Cellenbeton + isolatie geventileerde gevel : 140 mm rotswol aan buitenzijde

Bij deze opbouw worden volgende bouwknopen van naderbij bekeken: de plint en de dakrand.

1.2.1 Plint 1B

Bij de overgang van wand naar sokkel is de eis voor EPB – aanvaarde bouwknopen volgens de basisregels (methode 1) minder veeleisend dan volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen.

- Methode 1: isolatie sluit aan op de isolatie van de sokkel: OK



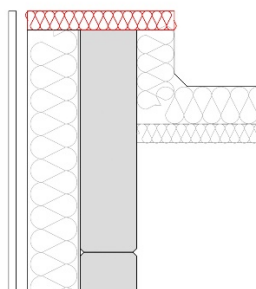
Figuur 6 Knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 1B (cellenbeton met buitenisolatie in rotswol)

Bij de overgang van sokkel naar fundering is de eis volgens methode 1 (basisregels) veel strenger dan methode 2 (berekeningen). IDEM als 1A

1.2.2 Dakrand 1B

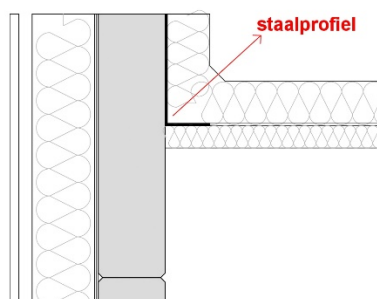
Bij de dakrand worden EPB – aanvaarde bouwknopen bekomen volgens de basisregels (methode 1) en ook volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen

- Methode 1: tussenvoeging isolerende delen. Basisregel 2. Dikte isolatie 5 cm minerale wol ($\lambda=0.040$ w/m.K)

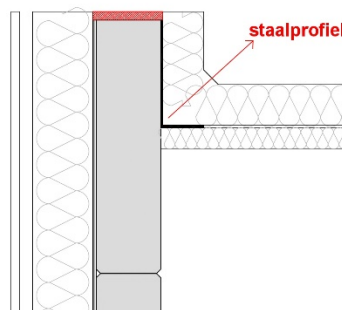


Figuur 7 Dakrand in opbouw 1B (cellenbeton met buitenisolatie in rotswol) met toevoeging isolatie (methode 1)

- Methode 2: Aangezien hier een metalen profiel tussen zit ter scheiding van de nieuwe isolatie is de psi-waarde zeer slecht. Een tussenstuk isolatie PIR dikte 2cm, met $\lambda=0.025$ W/m²K is nodig om te voldoen aan EPB. De f-factor is bij alle opstanden steeds OK > 0.7



f=0.81 OK



f= 0.85 OK

Figuur 8 Dakrand in opbouw 1B (cellenbeton met buitenisolatie in rotswol) met toevoeging isolatie (methode 2)

1.3 Conclusie cellenbeton

Voor de plint in beide opbouwen in cellenbeton volgt dat een overlap gewenst maar niet vereist is bij de overgang van de wand naar de sokkel (knoop 1) en dat bij overgang van de sokkel naar de fundering (knoop 2) de minimale hoogte van de gevelisolatie onder de bestaande vloerplaat 5 cm bedraagt.

Ter hoogte van de dakrand moet een extra isolatielaag toegevoegd worden. Dit kan ofwel een minerale wolplaat van 5 cm zijn of een tussenstuk in PIR met dikte afhankelijk van de opbouw.

2 Wandtype 2: sandwichpanelen

2.1 Opbouw 2A: 60 mm PUR sandwichpanelen + isolatie 100 mm PIR sandwichpanelen aan buitenzijde

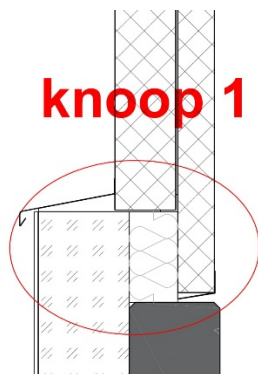
Bij deze opbouw worden volgende bouwknopen van naderbij bekeken: de plint en de dakrand.

2.1.1 Plint 2A

Bij de overgang van wand naar sokkel zijn er twee variaties.

DETAIL 2A: druiplijst kan aan de buitenkant vastgemaakt worden. Isolatie sluit op elkaar aan.

- Methode 1: **Basisregel 2**: isolatie sluit aan op de isolatie van de sokkel: OK
 - o Bij foamglass (dikte 15 cm) moet de hoogte van het tussenstuk isolatie (minerale wol) **minimum 7.5 cm zijn**
 - o Bij XPS (dikte 12 cm) moet het tussenstuk minerale wol een minimum **hoogte van 6 cm hebben**



detail 2A

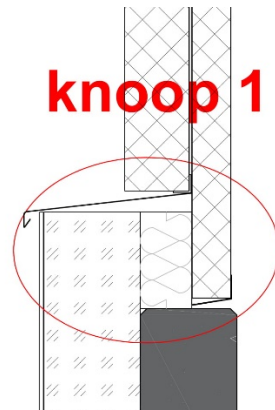
Figuur 9 Plint knoop 1 (Detail 2A) ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 2A (Sandwichpanelen met buitenisolatie in sandwichpanelen)

- Methode 2 : berekening psi-waarde: geen enkele psi-waarde voldoet. De f-factor voldoet wel steeds: $f > 0.7$

DETAIL 2A var: druiplijst kan niet aan het buitenste paneel bevestigd worden.

Isolatie sluit niet op elkaar aan.

- Methode 1: niet OK: Isolatie sluit niet op elkaar aan.
- Methode 2: niet OK: berekening psi-waarde, voldoet niet. Ook de f-factor voldoet niet. Enkel bij een overlap van 20 cm is f-factor > 0.7



detail 2A var

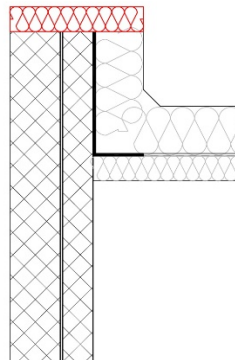
Figuur 10 Plint knoop 1 (Detail 2A var) ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 2A (Sandwichpanelen met buitenisolatie in sandwichpanelen)

Bij de overgang van sokkel naar fundering is de eis volgens methode 1 (basisregels) veel strenger dan methode 2 (berekeningen). IDEM als 1A

2.1.2 Dakrand 2A

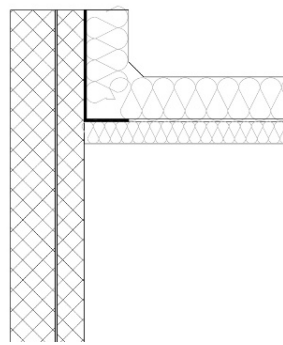
Bij de dakrand komen we tot EPB – aanvaarde bouwknopen volgens de basisregels (methode 1) en ook volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen

- Methode 1: tussenvoeging isolerende delen. Basisregel 2. OK

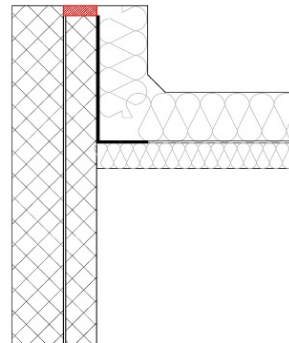


Figuur 11 Dakrand in opbouw 2A (Sandwichpanelen met buitenisolatie in sandwichpanelen) met toevoeging isolatie (methode 1)

- Methode 2: Aangezien hier een metalen profiel tussen zit ter scheiding van de nieuwe isolatie is de psi-waarde zeer slecht. Een tussenstuk isolatie PIR dikte 5cm, met $\lambda = 0.025 \text{ W/m}^2\text{K}$ is net niet voldoende om te voldoen aan EPB: $\psi\text{-waarde} = 0.004$. De f-factor is bij alle opstanden steeds OK > 0.7



$f=0.76$ OK



$f=0.82$ OK

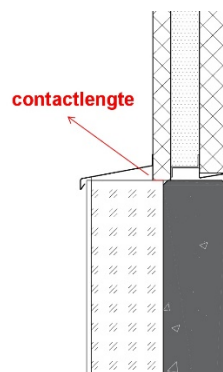
Figuur 12 Dakrand in opbouw 2A (Sandwichpanelen met buitenisolatie in sandwichpanelen) met toevoeging isolatie (methode 2)

2.2 Opbouw 2B: 60 mm PUR sandwichpanelen + isolatie 60 mm spouw ingeblazen met glaswolvlokken + 40 mm PUR sandwichpaneel aan buitenzijde

2.2.1 Plint 2B

Bij de overgang van wand naar sokkel is de eis voor EPB – aanvaarde bouwknopen volgens de basisregels (methode 1) minder veeleisend dan volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen.

- Methode 1: **basisregel 1**: isolatie sluit aan op de isolatie van de sokkel: OK. Contactlengte moet minimaal 20 mm zijn.



Figuur 13 Plint knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 2B (Sandwichpanelen met spouwisolatie en sandwichpaneel aan buitenzijde)

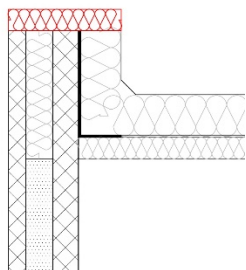
- Methode 2 : berekening psi-waarde: psi-waarde voldoet niet. De f-factor voldoet wel : $f > 0.7$
 $f= 0.91$

Bij de overgang van sokkel naar fundering is de eis volgens methode 1 (basisregels) veel strenger dan methode 2 (berekeningen). IDEM als 1A

2.2.2 Dakrand 2B

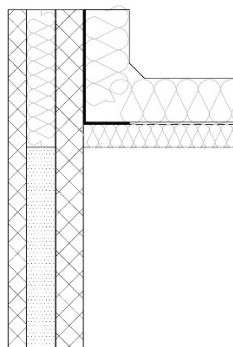
Bij de dakrand komen we tot een EPB – aanvaarde bouwknop enkel volgens de basisregels (methode 1)

- Methode 1: tussenvoeging isolerende delen. Basisregel 2.

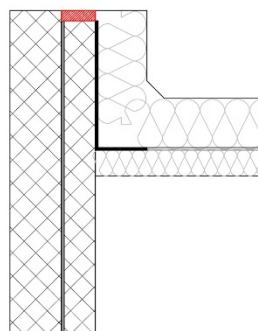


Figuur 14 Dakrand in opbouw 2B (Sandwichpanelen met spouwisolatie en sandwichpaneel aan buitenzijde) met toevoeging isolatie (methode 1)

- Methode 2: Aangezien hier een metalen profiel tussen zit ter scheiding van de nieuwe isolatie is de psi-waarde zeer slecht. Een tussenstuk isolatie PIR dikte 3cm, met $\lambda = 0.025 \text{ W/m}^2\text{K}$ is **net niet voldoende** om te voldoen aan EPB: pswi-waarde = 0.002. De f-factor is bij alle opstanden steeds OK > 0.7



$f=0.76$ en 0.79 OK



$F=0.82$ OK

Figuur 15 Dakrand in opbouw 2B (Sandwichpanelen met spouwisolatie en sandwichpaneel aan buitenzijde) met toevoeging isolatie (methode 2)

2.3 Conclusie sandwichpanelen

Voor de plint in beide opbouwen in sandwichpanelen volgt dat de isolatie op elkaar moet aansluiten bij de overgang van de wand naar de sokkel (knoop 1) met een minimale

contactlengte van 20 mm. In opbouw 2A (sandwichpanelen aan de buitenzijde) moet hiervoor een tussenstuk geplaatst worden waarvan de hoogte afhankelijk is van de lambda-waarde van het isolatiemateriaal dat de sokkel isoleert. Dit betekent dat de druiplijst aan de buitenkant moet geplaatst worden.

Bij de overgang van de sokkel naar de fundering (knoop 2) moet de minimale hoogte van de gevelisolatie onder de bestaande vloerplaat 5 cm bedragen.

Ter hoogte van de dakrand moet een extra isolatielaag toegevoegd worden. Dit kan een minerale wolplaat van 5 cm zijn of een PIR-plaat met dikte afhankelijk van de opbouw.

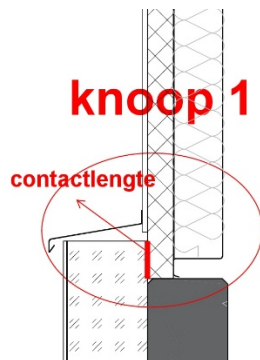
3 Wandtype 3: binnendozen

3.1 Opbouw 3A: binnendozen 90 mm met glaswol + isolatie PU plaat 40 mm + bardage aan buitenzijde

3.1.1 Plint 3A

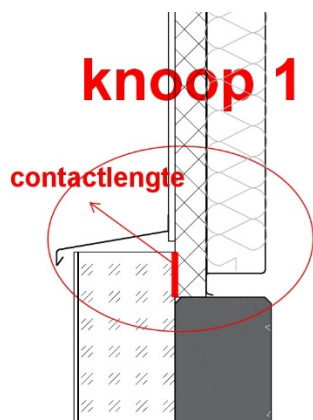
Bij de overgang van wand naar sokkel is de eis voor EPB – aanvaarde bouwknopen volgens de basisregels (methode 1) minder veeleisend dan volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen.

- Methode 1: isolatie sluit aan op de isolatie van de sokkel: OK. Contactlengte moet minimaal 25 mm zijn.

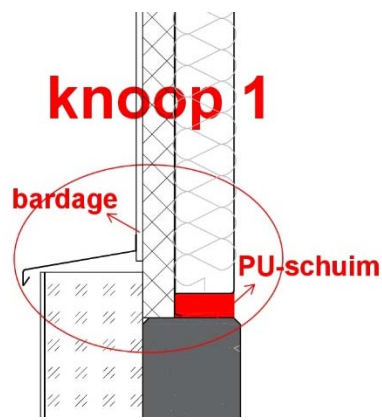


Figuur 16 Plint knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 3A (Binnendozen met PU plaat aan buitenzijde) (methode 1)

- Methode 2 : berekening psi-waarde: psi-waarde voldoet niet. De f-factor voldoet wel : $f > 0.7$



Contactlengte 70 mm



Contactlengte 70 mm + opspuiten met PU

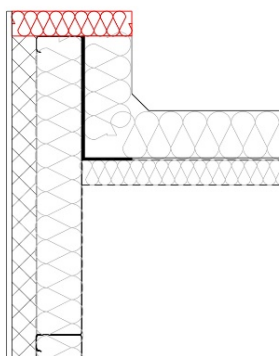
Figuur 17 Plint knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 3A (Binnendozen met PU plaat aan buitenzijde) (methode 2)

Bij de overgang van sokkel naar fundering is de eis volgens methode 1 (basisregels) veel strenger dan methode 2 (berekeningen). IDEM als 1A

3.1.2 Dakrand 3A

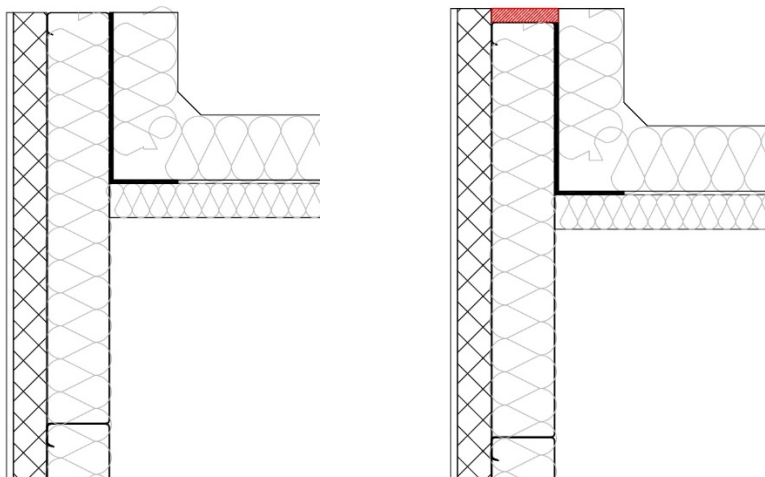
Bij de dakrand komen we tot een EPB – aanvaarde bouwknop enkel volgens de basisregels (methode 1)

- Methode 1: tussenvoeging isolerende delen (Basisregel 2).



Figuur 18 Dakrand in opbouw 3A (binnendozen met PU-plaat aan de buitenzijde) met toevoeging isolatie (methode 1)

- Methode 2: Aangezien hier een metalen profiel tussen zit ter scheiding van de nieuwe isolatie is de psi-waarde zeer slecht. Een tussenstuk isolatie PIR dikte 3cm, met $\lambda = 0.025 \text{ W/m}^2\text{K}$ is **niet** voldoende om te voldoen aan EPB: psi-waarde = 0.067. De f-factor is bij de dakrand met extra isolatiestuk ok > 0.7 echter niet bij de dakrand zonder extra tussenstuk.



f= 0.64 NIET ok

f=0.79 OK

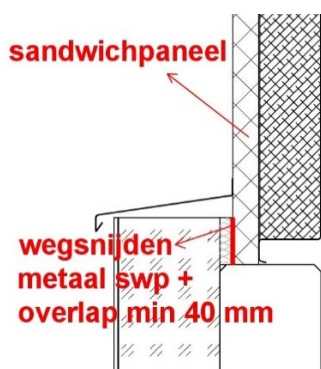
Figuur 19 Dakrand in opbouw 3A (binnendozen met PU-plaat aan de buitenzijde) met toevoeging isolatie (methode 2)

3.2 Opbouw 3B: : binnendozen 90 mm met glaswol + isolatie sandwichpaneel 40 mm aan buitenzijde

3.2.1 Plint 3B

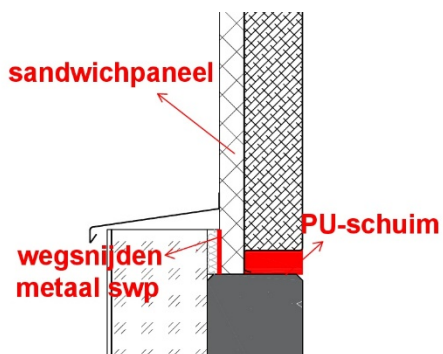
Bij de overgang van wand naar sokkel is de eis voor EPB – aanvaarde bouwknoepen volgens de basisregels (methode 1) minder veeleisend dan volgens methode 2: de psi-waarde te berekenen.

- Methode 1: volgens basisregel 2 wordt een tussenvoeging van een isolerend deel gedaan: onderaan het sandwichpaneel wordt de metalen plaat weggesneden. Deze plaats komt in contact met een tussenstuk minerale wol. De overlap moet minimaal 40 mm zijn.

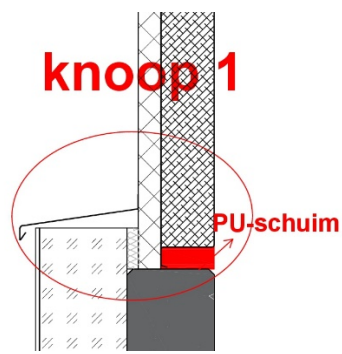


Figuur 20 Plint knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 3B (Binnendozen met sandwichpaneel aan buitenzijde) (methode 1)

- Methode 2 : berekening psi-waarde: **psi-waarde voldoet niet**. De f-factor voldoet wel : $f > 0.7$



$f = 0.90$ OK



$F = 0.90$ OK

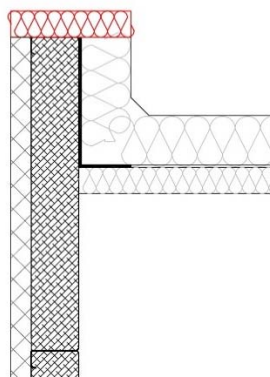
Figuur 21 Plint knoop 1 ter hoogte van de overgang van wand naar sokkel in opbouw 3B (Binnendozen met sandwichpaneel aan buitenzijde) (methode 2)

Bij de overgang van sokkel naar fundering is de eis volgens methode 1 (basisregels) veel strenger dan methode 2 (berekeningen). IDEM als 1A

3.2.2 Dakrand 3B

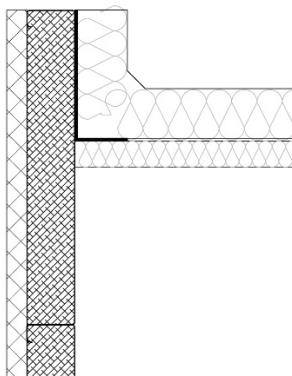
Bij de dakrand is de eis voor EPB – aanvaarde bouwknopen volgens de basisregels (methode 1) minder veeleisend dan methode 2: de psi-waarde te berekenen

- Methode 1: tussenvoeging isolerende delen. Basisregel 2.

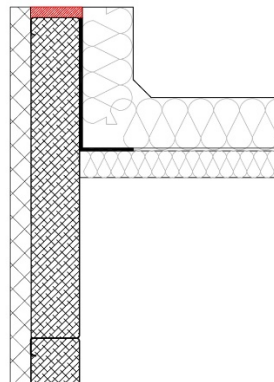


Figuur 22 Dakrand in opbouw 3B (binnendozen met sandwichpaneel aan de buitenzijde) met toevoeging isolatie (methode 1)

- Methode 2: Aangezien hier een metalen profiel tussen zit ter scheiding van de nieuwe isolatie is de psi-waarde zeer slecht. Eveneens is er nog een metalen contactvlak van het buitenste sandwichpaneel. Een tussenstuk isolatie PIR dikte 2cm, met $\lambda = 0.025 \text{ W/m}^2\text{K}$ is niet voldoende om te voldoen aan EPB. De f-factor is bij de opstand geïsoleerd met een tussenstuk in PIR is OK > 0.7



$f=0.64$ niet OK



$f=0.76$ OK

Figuur 23 Dakrand in opbouw 3B (binnendozen met sandwichpaneel aan de buitenzijde) met toevoeging isolatie (methode 2)

3.3 Conclusie binnendozen

Wat betreft de plint is het belangrijk dat de isolatie aansluit op de isolatie van de sokkel. In de opbouw met PU-plaat aan de buitenkant moet de contactlengte minimaal 25 mm zijn. In de opbouw met het sandwichpaneel aan de buitenkant, moet een isolerend deel toegevoegd worden met een overlap van min. 40 mm en op dit contactvlak moet de metalen buitenlaag van het sandwichpaneel verwijderd zijn, zodat er geen metalen contactoppervlak is in de opbouw van de bouwknop.

Ter hoogte van de dakrand moet een extra isolatielaag toegevoegd worden. Dit kan een minerale wolplaat van 5 cm zijn of een PIR-plaat met dikte afhankelijk van de opbouw.

Voor beide bouwknopen moet opgemerkt worden dat de vooropgestelde oplossingen volgens de 2D thermische simulaties onvoldoende zijn om een voldoende lage psi-waarde te bekomen (methode 2).

Bijlagen

Simulaties opbouw 1

Simulaties opbouw 2

Simulaties opbouw 3

