

Het isoleren van de spouwmuur

De spouwmuur is oorspronkelijk bedacht om vocht van buiten het gebouw te weren. Een enkelvoudige massieve muur is vaak niet geheel waterdicht, waardoor deze aan de binnenzijde vochtig kan worden. Een spouwmuur bestaat uit twee evenwijdige muren, met een luchtruimte daar tussen. Vanaf ± 1970 werden spouwen standaard gevuld met isolatiemateriaal. Om energie te besparen worden vanaf die tijd veelvuldig ook eerder gebouwde spouwmuren gevuld met isolatiemateriaal.

A. Ontwikkelingen

Toename spouwbreedte

Door hogere isolatie-eisen is de isolatiedikte, spouwbreedte en daarmee de totale muurdikte van de spouwmuur door de jaren toegenomen. De totale muurdikte ging van gemiddeld 250 mm ($R_c = 0,6$) naar ≥ 390 mm ($R_c = 4,5$). Volgens het Bouwbesluit 2015 is de minimum eis $R_c = 4,5$ (m^2K/W). Regematig worden een hogere waarden gerealiseerd. Bij zeer goed geïsoleerde woningen (Passief Bouw) worden wel R_c -waarden van 8 tot 10 m^2K/W gerealiseerd voor de gevels.

Toename gebruik van hardschuim isolatie

Door de hogere isolatie-eisen is het gebruik van hardschuim isolatiematerialen met een lagere λ -waarde toegenomen. Dit beperkt de totale muurdikte. Deze materialen vragen wel meer aandacht en tijd bij het goed aanbrengen. Complexe details (bijv. rond geveldragers) zijn lastiger goed te isoleren. Veel aannemers geven daarom nog steeds de voorkeur aan het gebruik van minerale wol. Een combinatieplaat met hardschuim aan de buitenzijde en een dunne laag minerale wol aan de binnenzijde is ook beschikbaar. De minerale wol zorgt daarbij voor een goede aansluiting op het binnenspouwblad.

Spouwankers

Door de dikkere isolatiepakketten is er

verschuiving naar langere spouwankers (> 250 mm) en toename van het gebruik van $\varnothing 5$ mm. Het 'prikken' van isolatie bij grotere isolatiediktes wordt ontraden. Daarom is er een verschuiving van prik naar boorankers. Het aantal benodigde spouwankers kan bij hoge R_c -waarden behoorlijk toenemen.

Na-isolatie bij nieuwbouw

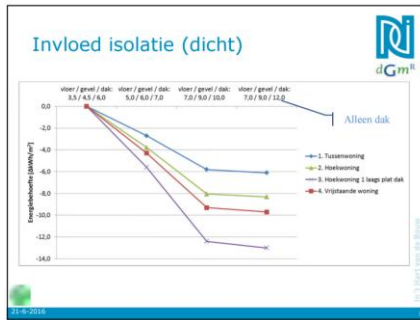
Er zijn initiatieven om nieuwe spouwmuren te na-isoleren. De spouw wordt dan bij de bouw eerst uitgevoerd zonder isolatieplaten. De spouw wordt voor oplevering geheel volgespoten met een isolatiemateriaal.

BENG

In het streven naar bijna-energieneutrale gebouwen, kortweg BENG, gaan straks in plaats van een minimum EPC-waarde drie nieuwe energie-eisen gelden. Naast primair energiegebruik door installaties en het aandeel hernieuwbare energie is dat *de energiebehoefte van een gebouw*. Dat is de vraag naar warmte en naar koeling (inclusief zomerkoeling) en ventilatie. Deze eis is vooral gerelateerd aan de gebouwschil en mede onafhankelijk van bewonersgedrag. De eis is te vergelijken met de norm voor het passief huis.

Inzoomend op deze BENG 1-eis zijn er verschillende parameters die van invloed zijn op de berekende waarde. In de eindrapportage BENG voor Grondgebonden Woningen (24 juni 2016) uitgevoerd door Nieman Raadgevend Ingenieurs en DGMR Bouw voor RVO worden vijf *knoppen* genoemd waaraan te draaien valt.

1. Isolatie van de schil. Een goed geïsoleerd gebouw verliest minder energie. Isolatie is wel een *knop* van afnemende meeropbrengst. Op een gegeven moment voegt het weinig meer toe. Bovendien vergt een supergeïsoleerd huis in de zomer weer de nodige koelingsenergie. Er is een isolatie-optimum.



Figuur 1: Invloed isolatie grondgebonden woningen op eis energiebehoefte. Boven $R_c=9$ zeer weinig invloed meer door gevelisolatie.

2. Luchtdichtheid. Goede detaillering en vooral een goede uitvoering maken dat een woning geen 'kieren' vertoont. Dit bevordert de energiezuinigheid en ook het comfort.
3. Compact bouwen. Wie compacter bouwt, zal minder buitenoppervlak hebben (dus minder warmteverliesoppervlak). Dat verlaagt de energiebehoefte van het gebouw.
4. Glasoppervlak. Zoals bekend verliezen ook moderne panden meer energie door glas dan door de dichte geveldelen. Zelfs met triple-glas blijkt een gebouw met veel glas moeilijk aan BENG te voldoen. Oriëntatie op de zon en ook zonwering en overstekken zijn hier de knoppen waaraan te draaien valt.
5. Ventilatieverlies. Niet meer ventileren dan nodig is, drukt het af te voeren debiet (V). Het temperatuurverschil (ΔT) vermindert door de aanvoer voor te verwarmen met de afgevoerde lucht (balansventilatie).

In het rapport wordt ook aangegeven dat het realiseren van een primair fossiel energiegebruik (BENG 2) $< 25 \text{ kWh/m}^2$ bij concepten zonder PV-panelen te realiseren zijn door toepassing van biomassa of een concept met de thermische schil op niveau Passief Bouwen, een bodem warmtepomp en zonneboiler.

Verwachting is dat door BENG bij gevels een toenemende vraag ontstaat naar hogere R_c -waarden (≥ 6) bij dichte geveldelen en verdere verbetering van

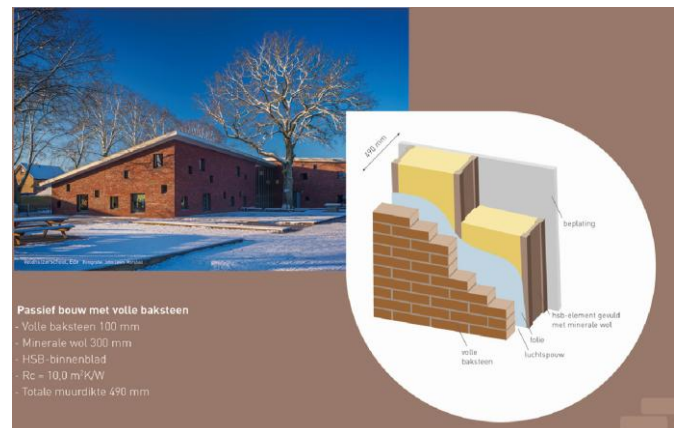
de isolatiewaarde en luchtdichtheid bij gevelopeningen (triple-glas e.d.).

B. Praktijkvoorbeelden spouwmuursamenstellingen met hogere R_c -waarden



Traditionele spouwmuur met volle baksteen
- Volle baksteen 100 mm
- Hardschuim isolatie 140 mm
- $R_c = 5,7 \text{ m}^2/\text{KW}$
- Totale muurdikte 380 mm

Traditionele spouwmuur met volle baksteen, 140 mm hardschuim isolatie, $R_c = 5,7$. Totale muurdikte 380 mm (project Icoonwoning)



Passief bouw met volle baksteen
- Volle baksteen 100 mm
- Minerale wol 300 mm
- HSB-binnenblad
- $R_c = 10,0 \text{ m}^2/\text{KW}$
- Totale muurdikte 490 mm

Passief bouw met smalle baksteen, 350 mm minerale wol, HSB-binnenblad, $R_c = 10,0$. Totale wanddikte 490 mm (project Veldhuizerschool)



Actief bouw met smalle baksteen
- Smalle baksteen 65 mm
- Minerale wol 263 mm
- Staal-skelet-binnenblad
- $R_c = 6,4 \text{ m}^2/\text{K}$
- Totale muurdikte 400 mm

Actief bouw met smalle baksteen, 263 mm minerale wol, staalskelet-binnenblad, $R_c = 6,4$. Totale muurdikte 400 mm (project HoTT te Sterksel)



Massief passief bouw met volle baksteen
- Volle baksteen 100 mm
- Hardschuim 240 mm
- Keramische binnenmuursteen
- $R_c = 9,2 \text{ m}^2/\text{K}$
- Totale muurdikte 580 mm

Massief passief bouw met volle baksteen, 240mm hardschuim en keramische binnenmuursteen, $R_c = 9,2$. Totale muurdikte 430 mm (project Woonzorgcomplex Nimmerdor, Grijpskerke)

C. Beperken spouwmuurdikte

Indien daar behoefte aan is bestaan de volgende mogelijkheden om de totale spouwmuurdikte te beperken:

I Dunnere isolatielaag in de spouw

a. Meest gangbaar is minerale wol. Voor een $R_c = 10$ is benodigd ≈ 350 mm minerale wol. Lamba waardes variëren van 0,030 – 0,034 W/m.K

b. Bij hardschuim is voor $R_c = 10$ benodigd een laag van ≈ 230 mm. Lamba waarde 0,020 – 0,023 W/m.K

c. Combinatie plaat hardschuim met 2 cm minerale wol (Lamba waarde respectievelijk 0,021 en 0,035 W/m.K)

II Isolerend binnenblad of dunner binnenspouwblad

a. Een binnenspouwblad met een hogere isolatiewaarde kan de benodigde isolatie in de spouw beperken. Hsb-elementen (en metal-stud elementen) zijn voorzien van een isolatielaag en worden in de praktijk toegepast als gevelvullend element (bij niet dragende gevels). Er bestaan ook keramische binnenmuurblokken met een verbeterde isolerende werking (zie tabel 2).

b. Een dunner binnenspouwblad. Het binnenspouwblad heeft vaak een dragende functie en dat bepaalt samen met de benodigde geluidsisolatiewaarde de minimale afmetingen. In de Nederlandse praktijk wordt vooral beton en kalkzandsteen gebruikt. Een niet dragend binnenspouwblad moet wel de windbelasting kunnen opnemen en afdragen en is mede de benodigde geluidsisolatie een bepalende factor.

III Smaller buitenblad

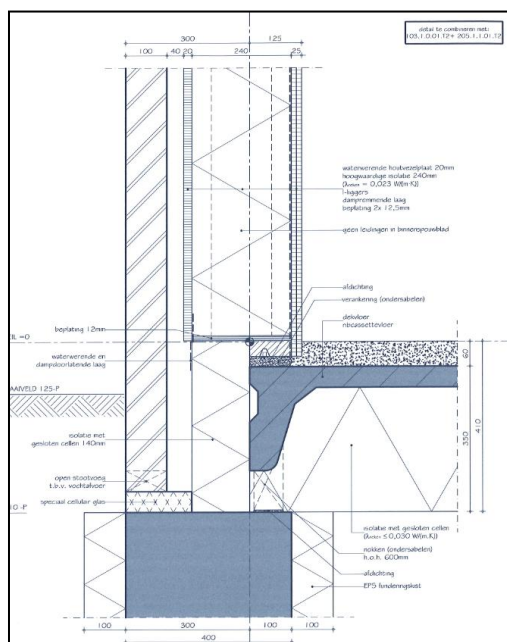
Gangbaar is nu gebruik van een volle baksteen met een dikte van circa 10 cm. Een smalle baksteen is doorgaans 6,5 of 7 cm. Aandachtspunt is dat hierdoor soms (windgebied I) een dikker binnenspouwblad nodig is voor opvang van de windbelasting

De gunstigste verhouding tussen isolatiewaarde en totale muurdikte geeft:

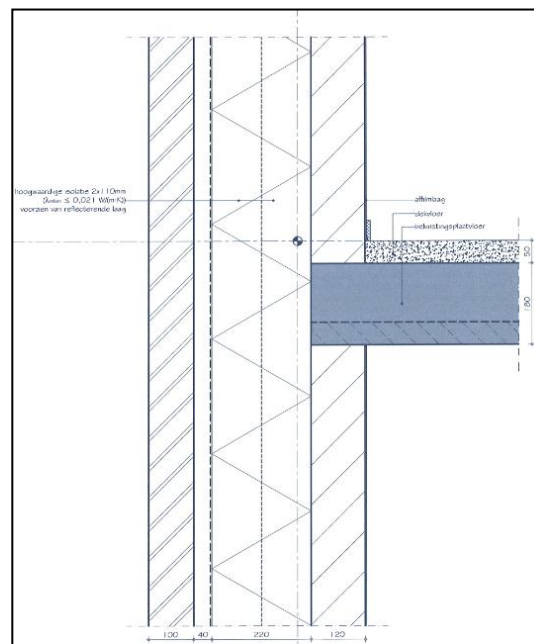
1. Gebruik van hoogwaardig isolatiemateriaal. Verdere minimalisering kan worden bereikt door dit toe te passen in het binnenspouwblad.
2. Gebruik van een isolerend binnenspouwblad.
3. Het toepassen van een smallere baksteen.

Tabel 1: Voorbeelden opbouw spouwmuur met als uitgangspunt - minimalisatie spouwmuurdikte bij een Rc-waarde ≈ 8

Optimalisatie	Buitenblad (mm)	Luchtspouw (mm)	Isolatie	Binnenblad (mm)	Totale muurdikte (mm)
1. keramische binnenmuursteen	65	40	155 mm hoogwaardig Rc = 7,15	148 Porotherm PLS Lambda (incl. stuctlaag 10 mm) Rc = 0,75	410
2a. HSB met hoogwaardige isolatie	100	40	Hoogwaardige isolatie in hsb element	285	425
2b. HSB (2a) met smalle baksteen	65	30	Hoogwaardige isolatie in hsb element	285	380
3a. kalkzandsteen met hoogwaardige isolatie	100	40	170 mm hoogwaardig	120 kalkzandsteen	430
3b. kalkzandsteen (3a) met smalle baksteen	65	40	170 mm hoogwaardig	120 kalkzandsteen	395



Optie 2
HSB element met hoogwaardige isolatie



Optie 3 (hier met Rc = 10,0)
Kalkzandsteen met hoogwaardige isolatie

KNB en door deze ingeschakelde derden betrachten hun uiterste best en de grootst mogelijke zorgvuldigheid om tot een in alle opzichten toereikende dienstverlening te komen. Het is desondanks altijd denkbaar dat sprake kan zijn van een omissie, een gebrek en/of een onnauwkeurigheid, onjuistheid of onvolledigheid in een advies of product. KNB alsmede de door deze ingeschakelde derden aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor welke schade ook die daarvan het gevolg is, zou kunnen zijn of geacht wordt te zijn.

Tabel 2: Isolatiewaarden van verschillende soorten binnenspouwbladen

Binnenspouwblad	λ (W/m.K)	Rm per 100 mm
Beton	2,0	0,05
Kalkzandsteen en baksteen	1,0	0,10
Poriso – vol (gelijmd)	0,38	0,24
Porotherm – geperforeerd PL25	0,32	0,29
Porotherm PLS Lambda (in de diktes 100, 138 en 188 mm)	0,185	0,54
Gipsblokken	0,30	0,23
Cellenbeton 800 kg/m ³	0,25	0,40
Cellenbeton 600 kg/m ³	0,19	0,52
Cellenbeton 400 kg/m ³	0,13	0,77
Ytong cellenbeton	0,16	0,63
Houtskeletbouw Metalstud	Isolatiemateriaal $\lambda \approx 0,035$	$\pm 2,5$ (20% houtaandeel)

KNB en door deze ingeschakelde derden betrachten hun uiterste best en de grootst mogelijke zorgvuldigheid om tot een in alle opzichten toereikende dienstverlening te komen. Het is desondanks altijd denkbaar dat sprake kan zijn van een omissie, een gebrek en/of een onnauwkeurigheid, onjuistheid of onvolledigheid in een advies of product. KNB alsmede de door deze ingeschakelde derden aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor welke schade ook die daarvan het gevolg is, zou kunnen zijn of geacht wordt te zijn.