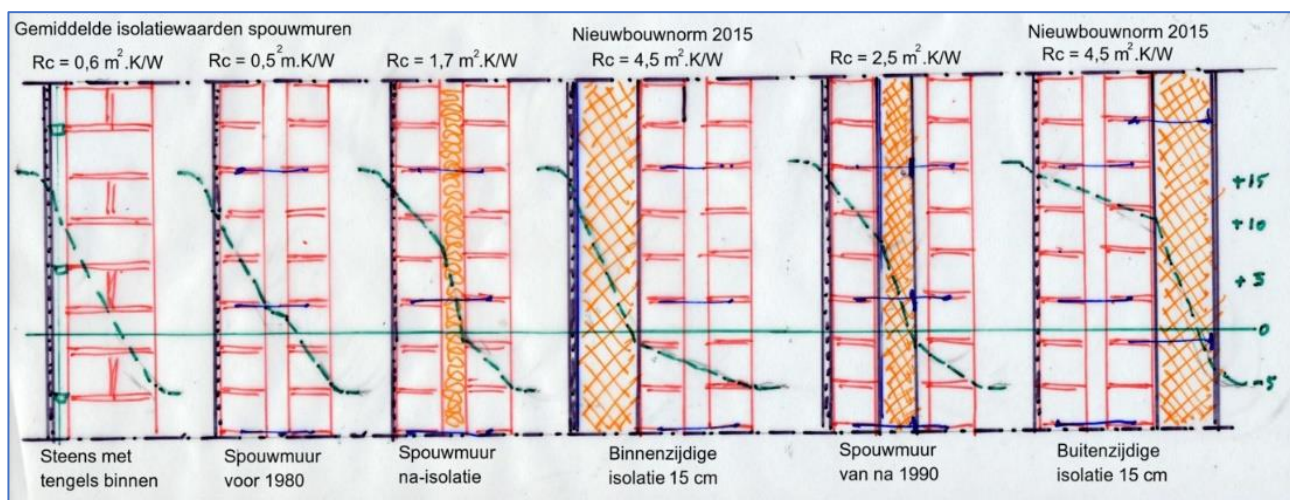


Binnenzijdige of Buitenzijdige gevel na-isolatie

Na-isolatie voor bestaande gebouwen



Abstract:

Goede isolatie van de buitenschil van een gebouw is belangrijk om verwarmingsenergie te besparen. De nieuwbouwnorm is 4,7 m².K/W, terwijl een na-geïsoleerde spouwmuur een isolatiewaarde heeft van ≈ 1,7 m².K/W. Conventionele of bio-based isolatiematerialen nemen ruimte in, hetgeen aan de binnenkant problemen kan opleveren. Een vergelijking wordt gemaakt voor de verschillende opties van gevelisolatie. De kosten van de verschillende opties worden globaal aangegeven, maar hangen af van veel details, of de Doe-Het-Zelf optie. Grootschalige gevelisolatie wordt meestal uitgevoerd door gespecialiseerde bedrijven. Enkele websites van deze bedrijven zijn vermeld als voorbeeld, maar deze houden geen beoordeling in.

Inhoud

1. Isolatie van de thermische buitenschil	3
2. Isolatie van de buitenschil	4
3. Verschillende isolatiewaarden	5
4. Gevelisolatie aan de buitenkant	6
4.1. Buitengevelisolatie buiten met steenstrips	11
5. Buitengevel isolatie aan de binnenkant	13
6.1. De isolatiewaarden per 1 cm dikte van het isolatiemateriaal.	13
6. Meer oppervlakte dan je vaak denkt	16
7. Buitenzijdig of binnenzijdig na-isoleren?	17
7.1 Buitenzijdige muurisolatie, voor- en nadelen	20
8. Bouwtechnische verschillen tussen binnen en buiten isoleren	22
9. Buitenzijdige gevelisolatie systeem	23
10. Opbouw buitengevelisolatie	24
11. Wat kost gevelisolatie?	25
11.1. Kostentabel gevelisolatie (2019), voor 2025 ongeveer 50% verhoging.	27
12. Offerte beoordeling	27
13. Crepi gevel techniek.	29
13.1 Soort gevelbekleding.....	29
13.2 Hoe wordt Crepi aangebracht op een bestaande gevel?.....	30
Websites met links van of over buitenzijdige gevelisolatie.	31

Een ander document geeft een voorbeeld van DUNNE binnenzijdige na-isolatie van de gevel.

Een ander document vergelijkt verschillende soorten binnenzijdige gevelisolatie en het effect van de ondersteuningsregels die vaak grote warmtelekken veroorzaken.

Zie ook het documentje “Spouwmuurisolatie”.

Zie mijn website www.nienhuys.info eerste pagina.

1. Isolatie van de thermische buitenschil

Een on-geïsoleerde spouwmuur of steensmuur heeft een isolatiewaarde van $R_c \approx 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Goede gevelisolatie is noodzakelijk voor een substantiële verbetering van de isolatie van de buitenschil van een gebouw. Een met isolatiemateriaal (korrels, vlokken) gevulde 5 cm spouwmuur heeft een $R_c \approx 1,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Dit is dus een isolatieverbetering van ongeveer driemaal en heeft een erg goed energetisch of financieel rendement¹. De andere onderdelen van de buitenschil zijn het dak en de begane grond vloer. De 2012 nieuwbouw minimumnorm $R_c = 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, dus nogmaals ongeveer drie keer zo goed.

In de gevels zitten de ramen en deuren, die bij een na-geïsoleerde spouwmuur nog steeds het meeste warmteverlies opleveren per m^2 oppervlakte. Bij de meeste woningen zijn de gevels groter in aantal m^2 oppervlakte dan het oppervlak van de ramen en deuren.

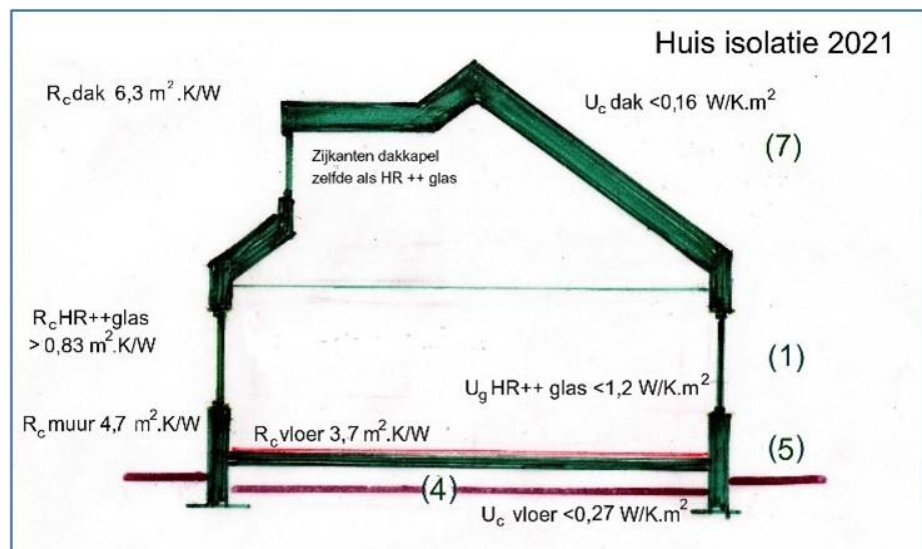
De isolatiewaarde van een gebouw draait om de R_c -waarde X het oppervlak van de buitenschil.

Dubbel glas van vóór 1990 heeft een isolatiewaarde $R_g = 0,5$ tot $0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ($U_g 2,0$ tot $1,7 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$), terwijl HR⁺⁺ glas volgens de 2015 nieuwbouwnorm een isolatiewaarde $R_g \geq 0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ($U_g \leq 1,2 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$).

Beter isolerende ruiten zijn relatief duur per m^2 zijn om te plaatsen (euro $150/\text{m}^2$ tot $300/\text{m}^2$). De maximale isolatie van triple glas of vacuümglas is rond de $R_g = 2,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ dus ongeveer 2,5 x de isolatiewaarde van HR⁺⁺)²

De isolatiekosten van de binnenzijde of de buitenzijde van de gevel is meestal veel goedkoper per m^2 dan de vervanging van ramen en kozijnen. Het energetisch/financiële rendement van gevelisolatie is daarom vaak veel hoger dan voor ramen vervangen.

Figuur 1.
Minimum
 nieuwbouwnormen
 sinds 2021 met R_c -
 waarde.
 Begane grond vloer of
 aansluitend op grond.
 Minimumnorm $R_c = 3,7$
 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.
 Buitenmuren
 minimumnorm $R_c = 4,7$
 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.
 Dakconstructie, plat of
 hellend $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.
 Ramen, deuren,
 dakkapel, glas en
 kozijnen $U_g = < 1,2$
 $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ oftewel $R_c > 0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (HR⁺⁺)



¹ Het rendement van een gebouw isolatie kan zowel financieel als in comfort en CO₂-besparing beoordeeld worden. Veel woningeigenaren kijken slechts naar de terugverdientijd (TVT), of die wel binnen de 10 jaar ligt. Bij bijna alle goede isolatiemaatregelen besparen deze niet alleen direct op de energiekosten en de slijtage van de installaties, maar zijn ook meestal geheel terugbetaald bij de verkoop van de woning, vanwege de meerwaarde.

² In de rest van dit document wordt slechts de warmteweerstand R_c in $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ gebruikt om de verschillende waarden tussen glas en constructies met elkaar te kunnen vergelijken. R_c -waarden kunnen bij elkaar worden opgeteld.

Er zijn drie soorten buitengevelisolatie. Behalve spouwmuurisolatie zijn binnenzijdig isoleren en buitenzijdig isoleren van de gebouwschil de opties.

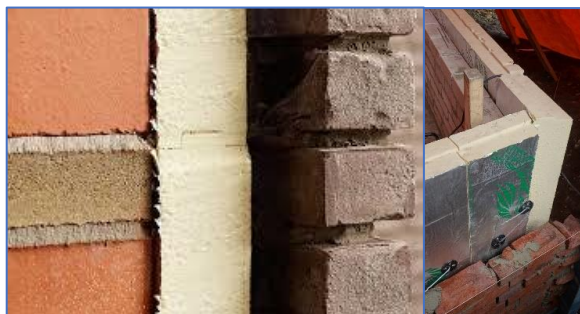
Spouwmuur na-isolatie is een gespecialiseerd werk dat door gespecialiseerde bedrijven wordt uitgevoerd.

Voor informatie zie: https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/spouwmuurisolatie/?gclid=EAlaIqobChMI4daage2c6AIVVeN3Ch2m4AR1EAAYBCAAEgKo_PD_BwE
 En bijvoorbeeld: <https://www.spouwmuurisolatie-info.nl/spouwmuur-minimale-dikte/>

2. Isolatie van de buitenschil

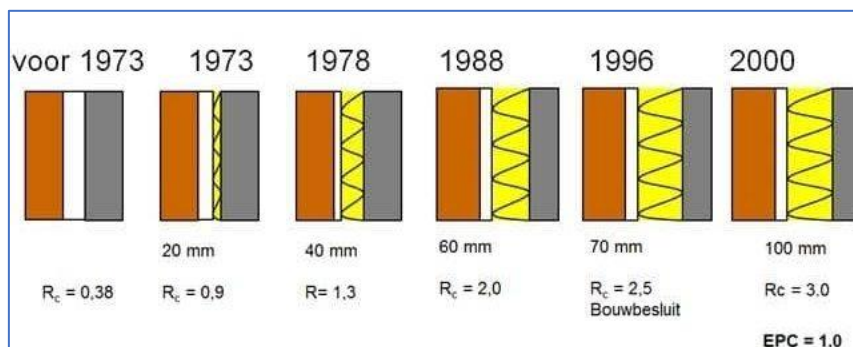
Bij nieuwbouwwoningen wordt er een dik isolatiepakket in de spouw geplaatst. Aan de warme kant zit een damdichte folie. Aan de buitenafwerking kant zit er meestal een dunne spouw. Die dunne spouw mag niet worden opgevuld met spouwmuurisolatie.

Figuren 2. Bij nieuwbouw wordt er in de spouw een isolatieplaat toegepast die een isolatiewaarde heeft van minimaal $R_c = 4,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, waardoor de totale muurisolatie op $R_c = 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ komt. Foto van 11,5 cm Kingspan-PIR-isolatie



Spouwmuren van na 1980 hebben vaak al isolatie in de spouw, hoe later hoe dikker en beter. Deze isolatie zit aan het binnenspouwblad vast en laat slechts een smalle opening vrij voor ventilatie³. Deze muren zijn niet geschikt om in de spouw na te isoleren. In een dergelijke situatie kan gekozen worden voor binnenzijdig of buitenzijdig na-isoleren van de muren. Bij buitenzijdig na-isoleren kan gekozen worden om eerst het bestaande buiten spouwblad van de muur te verwijderen⁴.

Figuur 3. Nieuwbouw isolatiewaarden in het verleden werden periodiek verhoogd tot de huidige waarde. Per bouwjaar is hier de isolatiewaarde. Wanneer er al isolatie in de spouwmuur zit kan er meestal niet worden bijgevoeld.



Binnen- of buitenzijdige muurisolatie zijn dan de opties.

³ Het buitenspouwblad wordt vochtig. Om dat vocht snel kwijt te raken is lichte ventilatie nodig. Wanneer een spouwmuur volledig vullende isolatie heeft zal het opdrogen van het buitenblad langzamer gaan.

⁴ Door het buitenspouwblad te verwijderen wordt de belasting op de fundering eerst verminderd. De toegevoegde belasting van muurisolatie, extra glas en afwerking is dan gelijk aan het verwijderde buitenspouwblad.

Bij woningen met een isolatieplaat in de spouw kan slechts binnenzijdig of buitenzijdig na-geïsoleerd worden. Het na-isoleren van een spouwmuur met een $R_c \geq 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ heeft een beperkt rendement.

Constructie	1965	1975	1979	1982	1987	1990	1992	1998	2000	2002
EPC	>2,9	2,4-2,9	2,4-2,9	2,0-2,4	1,6-2,0	1,6-2,0	1,6-2,0	1,3-1,6	1,0-1,3	0-1,05
Verbruik	Heel erg hoog	Erg hoog		Redelijk hoog	Gemiddeld			Redelijk laag	Laag	Erg laag
Energielabel	G	F	F	E	D	D	D	C	B	A
Dak	0,86	1,03	1,29	1,3	2,0	2,5	2,5	3,5	4,5	6,0
Buitenmuur	0,43	0,69	1,29	1,3	2,0	2,5	2,5	3,5	4,0	4,5
Vloer B.G.	0,17	0,26	0,52	1,3	1,3	1,3	2,5	2,5	3,0	3,5
Glas woon	--	--	dubbel	dubbel	dubbel	HR	HR	HR+	HR+	HR++
Glas slaap	--	--	--	--	--	--	HR	HR+	HR+	HR++

In het geval dat de toegevoegde isolatiewaarde $R_c 3,5$ is zal de totale isolatiewaarde verdubbelen. Anders gezegd zal dan de muur de helft van haar warmte verliezen dan voorheen. Wanneer er minder wordt bij-geïsoleerd dan $R_c 3,5$ (van $R_c 3,0$ naar $R_c 4,7$ de bouwnorm) heeft u geen recht op subsidie.

De minimumnorm R_c -waarden in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ van het gebouw onderdeel per bouwperiode volgens de bouwverordeningen en Bouwbesluit 1992 en corresponderende energie-labels voor flatgebouwen. Het in Nederland **gemiddelde energieverbruik** in deze lijst wordt in 2022 beschouwd als **TE VEEL** en zal op de duur aangepast moeten worden naar het **A-label on BENG criteria**.

3. Verschillende isolatiewaarden.

Om ruimte te besparen (muurdikte) kunnen in de spouw of gevelpaneel ook vacuümpanelen⁵ worden geplaatst. Deze hebben een superhoge isolatiewaarde **$R_c = 4,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ voor 3 cm dikte**, maar als ze lek raken dan is het vergelijkbaar met gewone isolatie, afhankelijk van het fibermateriaal dat in het paneel zit.

λ -waarde	VIP Vacuüm paneel	Aerogel Bluedec®	Resol	PIR Recticel	PUR	Glaswol steenwol	EPS XPS	Vlas hennep
Dikte in mm	Warmteweerstand, isolatiewaarde in $R_d = \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$							
10	1,43	0,77	0,56	0,48	0,43	0,29	0,28	0,20
15	2,14	1,15	0,83	0,71	0,65	0,43	0,42	0,30
20	2,86	1,54	1,11	0,95	0,87	0,57	0,56	0,40
25	3,57	1,92	1,39	1,19	1,09	0,71	0,69	0,50
30	4,29	2,31	1,67	1,43	1,30	0,86	0,83	0,60
35	5,00	2,69	1,94	1,67	1,52	1,00	0,97	0,70
40	5,71	3,08	2,22	1,90	1,74	1,14	1,11	0,80
50		3,85	2,80	2,40	2,15	1,45	1,40	1,00
60		4,62	3,34	2,86	2,60	1,72	1,66	1,20
70		5,38	3,88	3,34	3,04	2,00	1,94	1,40

Figuur 5. Tabel van <https://www.vipolutions.nl/onze-vip-panelen-toepassingen> met vergelijking van verschillende isolatiemateriaal. Er zijn ook verschillende soorten vacuümpanelen, met of zonder beschermlaag (lagere waarde). De vacuüm isolatiepanelen (VIP) mogen niet doorboord worden, want dan raken ze leg en verlies het de isolatiewaarde⁶.

Toepassing voor vloeren, daken en in de hoogbouw. Voor meer informatie over VIP zie apart document.

⁵ Voor meer informatie zie Dunne binnenzijdige muurisolatie. VIP is behoorlijk duur per m^2 .

⁶ Kingspan wil daarom geen VIP leveren voor de na-isolatie van binnenmuren.

Voor een niet geïsoleerde spouw of steens muur ($R_c = 0,5$) moet dan $R_c = 4,2$ worden toegevoegd om de 2015 nieuwbouwnorm te halen. Voor een na-geïsoleerde spouw ($R_c = 1,7$) moet dan $R_c = 3$ worden toegevoegd. Het is mogelijk om het hele buitenspouwblad te verwijderen en dan vacuüm panelen te plaatsen en weer een nieuwe buitenschil op het gebouw te zetten (behoud van de bestaande rooilijnen).

De nieuwe buitenschil moet dan aan de binnen spouwmuur verbonden worden, zonder dat die verbindingen gaten in de vacuümpanelen maakt of thermische lekken tussen de platen creëert.

4. Gevelisolatie aan de buitenkant

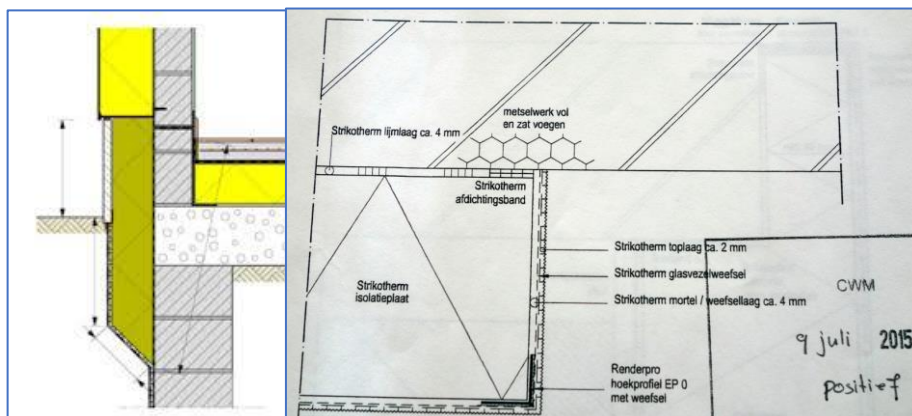
Bij buitengevelisolatie wordt het isolatiemateriaal aan de buitenkant op een gevel geplaatst. Meestal zijn dit EPS of XPS platen die ietsje buigzaam zijn. Isolatiebedrijven willen liever geen stijve platen toepassen vanwege mogelijke barsten in het pleisterwerk. Nadat de isolatie is aangebracht kan het worden afgewerkt met verschillende soorten weervaste gevelbekleding zoals Crepi pleisterwerk en schilderwerk.

Er zijn verschillende soorten gevelbeplating (hout, kunststof, vezelcementplaten, steenstrips, natuursteen) terwijl het pleisterwerk in verschillende texturen kan worden aangebracht en met decoraties. De isolatie efficiëntie van de buitenzijdige gevelisolatie hangt af van de dikte en soort en is makkelijker dikker te maken dan de binnenzijdige gevelisolatie (geen binnen ruimteverlies). Met het weervast afwerken is dit wel meestal een duurder oplossing dan binnenzijdige isolatie.

Het isolatiemateriaal moet tot onder de begane grondvloer en tot onder het maaiveld in de grond worden doorgezet. Een nadeel kan zijn dat buitenzijdige gevelisolatie het aanzien van een woning kan veranderen. Bij een gemetselde gevel kan het ontwerp van de gevel in steenstrips worden nagemaakt, maar dat is veel duurder dan pleisterwerk. In de meeste situaties is een vergunning vereist zoals bij een beschermd stadsgezicht, monument of wanneer de toegevoegde isolatie door de rooilijn heen komt. Voor monumenten met karakteristieke gevels wordt er vaak geen vergunning afgegeven, tenzij het bijvoorbeeld moderne witgepleisterde gebouwen van de 'Stijl' zijn.

Figuren 7. Gevel isolatieplaten met bodem en hoek afwerking.

Links: ontwerp buitenzijdige isolatie bij het maaiveld.
 Rechts: hoekaansluiting



De kosten van de waterslagen (raamdorpels) en de hoekafwerkingen rond de raamopeningen zijn boven op de m^2 prijs van ruim euro 150/ m^2 voor een twee etage zijgevel. Blinde zijgevels zitten vaak aan weerszijden van een steegje of tussendoorgang. In deze situaties is het prijstechnisch gunstiger om de gevelisolatie werkzaamheden samen met de burens te doen.

Bij smalle doorgangen tussen woningen (er moet minimaal < 85 cm doorgang overblijven) kan buitenzijdige gevelisolatie met een dikte van 10 - 15 cm een te grote beperking van de doorgang zijn.

Voor isolatie op het eigen **gangpad** tussen de woningen of aan de achterzijde is waarschijnlijk alleen een melding nodig (de woning wordt dan ietsje groter). Wanneer er recht van overgang is bij een gezamenlijk gangpad, moet er minimaal 85 cm doorgang blijven bestaan (fietsbreedte + 10 cm) en vrije hoogte minimaal 230 cm. (artikel 4.22 lid 1 van het Bouwbesluit 2012). De volgende foto's geven verschillende situaties weer. Vooral de blinde eind-, kop- of zijmuren van rijtjeswoningen zijn relevant om die buitenzijdig na te isoleren. De oppervlaktes zijn relatief groot en daardoor het warmteverlies ook.

Figuur 8. Op deze IR foto is goed te zien dat de buitenmuur koud (paars) is ten opzichte van het meubilair in de kamer (oranje en de bank geel). Het warmteverlies is evenredig aan het temperatuur verschil en het oppervlak. In veel situaties is het muur oppervlak groter dan dat van de ramen, hoewel het glas meestal het slechts isolerende oppervlak is. De muur isoleren kost echter weer minder per m² dan de ruiten aanzienlijk beter isoleren per m².



Figuren 9. Links: Straatgevel en tussenpad. Hier is een vergunning nodig omdat de woning over de bouwlijn of rooilijn komt en in volume toeneemt.



De vergunningverlening vereist dat het overgebleven (gemeenschappelijke) tussenpad minimaal 85 cm breed is.

Wanneer er geen voldoende breedte is, om beide muren te isoleren kan misschien een enkele buitenmuur geïsoleerd worden. Dit betekent dat de andere woning slechts aan de binnenzijde geïsoleerd worden.

2^{de} van links: Eigen terrein, maar geen ruimte onder de dakrand; het dakoverstek moet verbreed worden. De in siermetselwerk uitgevoerde voorgevel kan goedkoper aan de binnenzijde geïsoleerd worden.

3^{de} van links: Ook eigen terrein; de extra 15 cm isolatie past misschien net onder het dakoverstek.

Rechts. Eigen terrein zonder recht van overpad. Isolatie past onder dakrand; drie waterslagen nodig.





Figuren 10. Links: Te isoleren woning met breed tussenpad.

Midden: Gedeelte van zijgevel met dakoverstek en drie ramen zonder isolatie. Het dak overstek is voldoende om de extra isolatie onder het dak aan te brengen.

Rechts: Voltooid gevelisolatie. Het torentje werd niet meegenomen. Onder het raam en onderlangs het torentje is een waterslag aangebracht. De aansluiting met de straatgevel heeft een verticale rand (negge).

In het bovenstaande geval mocht de straatgevel niet buitenzijdig geïsoleerd worden vanwege het aanzicht. In principe is het wel mogelijk om een buitenzijdige isolatie aan te brengen met steenstrips en dezelfde detaillering zoals de oude muur, maar dat zal de kosten sterk verhogen. Omdat in de straatgevel veel ramen zitten is binnenzijdige muurisolatie hier veel goedkoper.

Figuren 11. Links: Dit gemeenschappelijke pad is vier tegels breed (120 cm). Links is er een dakoverstek, maar rechts niet.

Midden: In overleg met de burens heeft de eigenaar van de rechterwoning gevelisolatie toegepast.

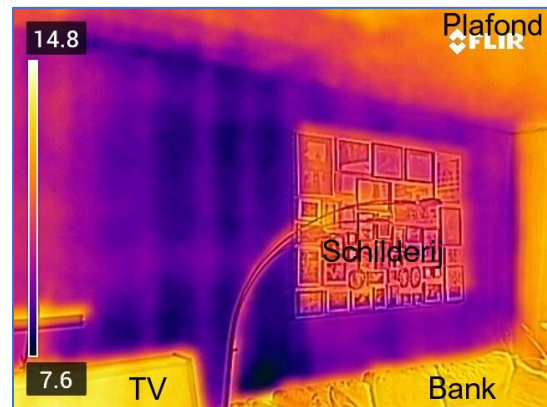
Rechts: De buitenzijdige isolatie begint op 180 cm hoogte zodat er nog een fiets door het gemeenschappelijke gangpad kan. De begane grond moet dan binnenzijdig geïsoleerd worden.



Bij de middelste foto hierboven is de gevel in het gangetje is niet afgewerkt. Voor deze isolatie is ook geen vergunning voor aangevraagd, maar waarschijnlijk wel nodig. Het is niet zichtbaar vanaf de openbare weg. Wanneer de eigenaar van de linker woning ook buitenzijdige muurisolatie wil toepassen kan de doorgang te smal worden.

Figuur 12. IR-foto van binnenzijde buitenmuur. Een niet-geïsoleerde buitengevel absorbeert heel veel warmte-energie uit de woonkamer, waarbij de mensen die op de bank zitten koude tocht in hun nek voelen van de langs de muur naar beneden stromende lucht.

Het isoleren van de blinde zij/tussen-buitengevel is een van de meest rendabele isolatiemaatregelen voor oudere woningen.



De dikte van de steens muur (32 cm inclusief tengels) of spouwmuur (28 cm) wordt ongeveer 50% meer, ook wanneer voor een iets hoogwaardiger isolatie wordt gekozen bij buitenzijdig na-isoleren. De extra paar cm dikte bij buitenzijdig isoleren is weinig relevant.

Voor buitenzijdige gevelisolatie zijn er verschillende soorten afwerking in toplaag (pleisterwerk, verf, baksteen strips, tegels, natuursteen, hout, staal, etc.). Ook in kleuren is de mogelijke variatie erg groot wat de mogelijk heeft de buitengevel een totaal ander uiterlijk te geven.



Figuren 13. Foto's zij-afschuining van negge, boven afschuining en brede zij-afschuining. Op deze foto's is ook te zien dat het dak overstek bijna geheel verdwenen is en de goot óp de isolatie ligt.

De bovenstaande woning (foto's, geen beschermd stadsgezicht) werd aan de buitenkant voorzien van een 15 cm dikke isolatielaag, inclusief de stuclaag en witte verf. Om de vlakheid van de gevel te onderbreken en beter uitzicht naar de zijkant te creëren, werd op sommige plaatsen de negge afgeschuind. De bestaande raamkozijnen werden gehandhaafd en staan daarom diep in de gevel. Aan de zijkant en achterkant van het gebouw werd een houten gevelbekleding toegepast.

Figuren 14. Links: De overgang tussen de bovenste buitenzijdige gevelisolatie en de daaronder toegepaste buitenzijdige gevelisolatie met een houten bekleding (nog niet aangebracht).

Rechts: Vanwege de dikke isolatie wordt de negge langs het raamkozijn veel breder dan de oorspronkelijke.

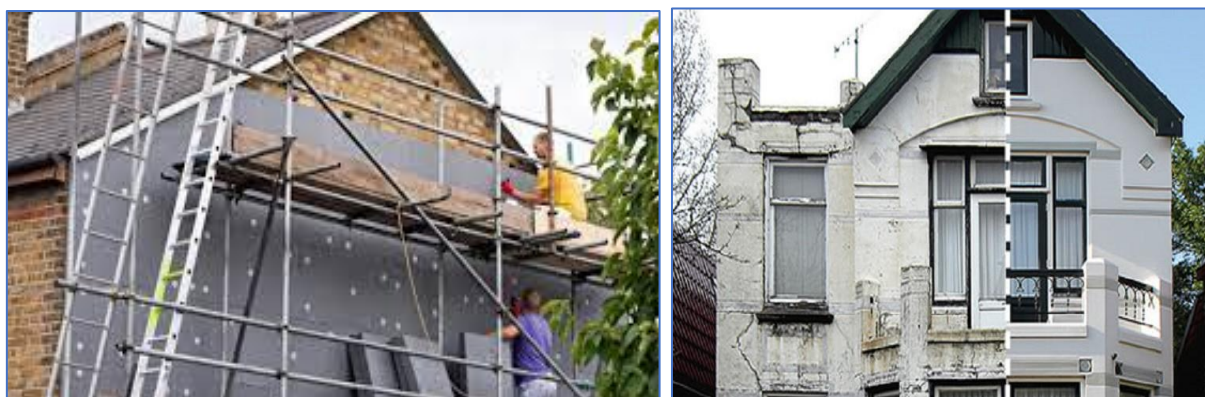


Door deze schuin uit te voeren (bovenste etage) wordt een beter zij-uitzicht uit het slaapkamerraam verkregen. Een optie is om nieuwe, goed isolerende raam kozijnen verder naar buiten te plaatsen.

Figuren 15. Linker foto. De buitengevel kan ook worden afgewerkt met kunststof (Keralit) of (gekleurde) vezel-cement platen. Dit is een methode die ook voor nieuwe gebouwen wordt gebruikt wanneer er HoutSkeletBouw is (HSB). Bij deze woning loopt de gevelbekleding gelijk met de dakrand. Wanneer de gevelisolatie dikker is dan het dakoverstek moet er een rij dakpannen toegevoegd of een andere optie bedacht worden.



Rechtsboven: woning eind 1800 met steens muren. Als aan de buitenkant gevelisolatie wordt toegepast zijn er bij de topgevel twee opties. (1) zonder het aanpassen van de houten gevelbekleding en een waterslag maken onder de gevel betimmering en het raam. (2). De gevelbekleding verwijderen, de isolatie aanbrengen en dan de gevelbekleding weer terugplaatsen. Esthetisch zou de tweede optie de voorkeur hebben.



Figuren 16. Internet afbeeldingen. Links: Monteren van isolatie platen met schroeven. Daarover komt een pleisterlaag (Crepil) of steenstrips. Rechts: De linkerhelft vóór en rechterhelft ná de gevelisolatie. De details van de oude gevel zijn bij de na-isolatie ook weer aangebracht.

Figuur 17. Toepassing van steenstrips op de buitenkant. In veel situaties wordt de topgevel met een andere bekleding afgewerkt (b.v. Keralit) waardoor er voorkomen wordt dat er een krimp-scheur kan ontstaan.





Figuren 18: De rechterkant van deze kleine hoekwoning werd buitenzijdig geïsoleerd met 4 cm Recticel.

De isolatiewaarde van deze oude steensmuur verdubbelde ongeveer, maar 4 cm Recticel is dampdicht ($R_c = 1,0$) en is ook niet subsidiabel. Wanneer het linker gedeelte ook buitenzijdig geïsoleerd zou zijn geworden (boven de erker en naar links), zou er een sprong in de muur zijn ontstaan bij de heg, waar de naastliggende woning begint.

Bij monumenten en voor het veranderen van kozijnen en het dakoverstek zal in de meeste gevallen een architect nodig zijn, om bijvoorbeeld de tekening aan te leveren voor de vergunning aanvraag. In sommige situaties kan het isolatie bedrijven die leveren.

Bij het type woningwetwoningen, rijtjeswoningen en appartementencomplexen is het buitenzijdig na-isoleren vaak voordeliger dan binnenzijdig na-isoleren. In de meeste situaties gaat het hier om huurwoningen die het bezit zijn van een coöperatie of andere beheerder. Het in één keer het hele blok van 6 of 7 woningen isoleren en renoveren heeft dan de voorkeur.⁷

Bij jaren 1960 en 1970 woningen en flatgebouwen wordt vaak het gehele buitenspouwblad verwijderd en daar een geïsoleerde gevel aangebouwd, waarbij de funderingsbelasting dan niet vergroot wordt. De dakisolatie wordt dan meestal ook meteen aangepakt en het ventilatie- en verwarmingsysteem herzien. In sommige situaties worden dan de bewoners tijdelijk ergens anders gehuisvest om ook de binnen aanpassingen uit te voeren (ventilatiesystemen, vloerverwarming).

Samenvattend kan worden gesteld dat buitenzijdig de gevel isoleren veel voordelen heeft ten opzichte van binnenzijdig isoleren, vooral voor het in één keer uitvoeren van grotere projecten. Bij buitenzijdig isoleren ontstaan er geen warmtelekken waar de binnenmuren op de buitenmuren aansluiten.

4.1. Buitengevelisolatie buiten met steenstrips

Voor een buitengevel met steenstrips (echt of kunststof) zijn er verschillende producten in de markt. Een kort overzicht is bijvoorbeeld <https://www.isolatie-info.nl/gevelisolatie/steenstrips-op-isolatie-renovatie>

⁷ Bij verhuurde woningen zijn de woningeigenaren vaak niet geïnteresseerd om isolatiemaatregelen uit te voeren omdat die dan niet met de huur verrekend kunnen worden. Slechts wanneer het energielabel verbeterd mag er een huurverhoging worden toegepast.

Dunne composiet kunststof stenen zijn uiterst duurzaam en weervast en kunnen in elke kleur geleverd worden. Met tenminste 100 soorten stenen kan een kleur gevonden worden die het meest lijkt op de bestaande gevelsteen. De afmetingen van de prefab 'bakstenen' zijn echter niet hetzelfde als oude gevelstenen. Bij aansluitingen tussen woningen (die wel en niet na-geïsoleerd zijn) zal er dan een kleur en/of dikte verschil te zien zijn.

De 'bakstenen' zijn vaak van zeer duurzame kunststof en lichtgewicht en dun met een voegkleur naar keuze. Wanneer het om echte bakstenen gaat is het paneel dikker en zwaarder en duurder. De volgende serie foto's zijn een voorbeeld van de toepassing van E-board steenstrips voor de zijgevel.



Figuren 19. Links: De zijgevel werd hier na-geïsoleerd. Kleur overeenkomst is goed te bereiken. Midden: Slechts van dichtbij is te zien dat er een laagdikte verschil is met de oude gevel uit 1925. Wanneer de regenpijp voor de naad had gezeten was het nog minder opgevallen. Rechts: Gedeelte van de zijgevel, $\approx 40\text{m}^2$.

Figuren 20.
Steenstrips.
Raamhoek en
waterslag
afwerking in
combinatie met
een kunststof
kozijn.
Vast of draaibaar
raam.
De witte onderrand
is van aluminium.



Bij de oude bouwmaterialenhandel zijn oude bakstenen te verkrijgen van verschillende formaten. Het is in principe mogelijk om de figuren van de oude gevel terug te brengen in de nieuwe buitengevel, maar het zagen van die oude stenen en het meerdere werk zal de kostprijs per m^2 hoger maken.

5. Buitengevel isolatie aan de binnenkant

Voor deze methode wordt er isolatiemateriaal (steen-/glaswol, PUR, PIR, Recticel, Resol) aan de binnenkant van de wanden van de woning geplaatst. Aan de warme kant (binnen) is een dampdichte folie nodig, een voorzetwand (gipsplaat of OSB, MDF-board) en wordt het decoratief afgewerkt, (pleisterwerk, schilderwerk, tegelwerk, behang, schrootjes, etc.).

Ook kunnen **bio-based isolatiematerialen** worden toegepast.

Biobased isolatiematerialen zijn natuurlijke isolatiematerialen die worden gebruikt om je huis te beschermen tegen ijzige kou en ziedende zomerse hitte. Deze materialen zijn afkomstig van hernieuwbare bronnen, zoals plantaardige vezels (houtvezel, cellulose, stro, hemp) of dierlijke vezels (schapenwol) riet of lisdodde, vezelplaten van zeewier en vloeren van riet en schimmelweefsel. Maar ook hout, zeker als het onbewerkt is, is een biobased bouw materiaal.

Biobased isolatiemateriaal bestaat voor minstens 70 procent uit materialen van natuurlijke oorsprong. Voor het extra subsidiebedrag van de ISDE moet het isolatiemateriaal bovendien een goede milieuscore hebben. Spouwmuren ISDE + € 1,50/m². Vloerisolatie ISDE + € 2,00/m².

Bodemisolatie ISDE + € 1,00/m². Dakisolatie ISDE + € 5,00/m². Zoldervloerisolatie ISDE + € 1,50/m².

De kosten van biobased isolatie zijn € 15 tot € 20/m² hoger, maar ze hebben minder klimaat impact en een goede warmte opslagcapaciteit.

6.1. De isolatiewaarden per 1 cm dikte van het isolatiemateriaal.

Biobased materialen, biologisch/recyclede isolatiematerialen: zijn vaak iets minder isolerend dan kwaliteits- glaswol en vereisen dus vaak een iets dikkere isolatielaag.	$Rd_{1cm} \approx 0,25 \text{ m}^2.K/W$
Gewone glas-/steenwol of schapenwol, Isocell Morgo,	$Rd_{1cm} = 0,25 \text{ m}^2.K/W$
EPS-korrels spouwmuurvulling, niet vocht absorberend, schapenwol	$Rd_{1cm} = 0,26 \text{ m}^2.K/W$
Actis Houtvezelplaten, ook geschikt voor geluidsisolatie, hennepvezel	$Rd_{1cm} = 0,27 \text{ m}^2.K/W$
XPS harde platen. Niet vocht absorberend	$Rd_{1cm} = 0,28 \text{ m}^2.K/W$
Glasvezel vlokken spouwmuurvulling, Supafill	$Rd_{1cm} = 0,29 \text{ m}^2.K/W$
EPS-platen (piepschuim) of cellulose vlokken type Easycell, dampopen	$Rd_{1cm} = 0,30 \text{ m}^2.K/W$
PIR/Recticel/Kingspan Therma [®] gecacheerde platen (folie beplakt).	$Rd_{1cm} = 0,45 \text{ m}^2.K/W$
Biofoam, Icynene H2-foam, PU-foam of HR isospray HFO	$Rd_{1cm} = 0,45 \text{ m}^2.K/W$
Kooltherm [®] of Resol (roze platen gecacheerd)	$Rd_{1cm} = 0,50 \text{ m}^2.K/W$
Airofill [®] . Gebaseerd op Aerogel-foam. Spouwmuur vulling.	$Rd_{1cm} = 0,65 \text{ m}^2.K/W$
Bluedec [®] vaste platen vanaf 1 cm dik. Ook gecacheerd.	$Rd_{1cm} = 0,70 \text{ m}^2.K/W$
Vacuümpanelen (VIP), vanaf 2 cm dik (=netto zonder bescherm laag).	$Rd_{1cm} \approx 1,40 \text{ m}^2.K/W$
Bij VIP met bescherm laag zal de gemiddelde isolatiewaarde dalen.	
Hoog Reflecterende Folies (HRF) of Multi-folies zijns afhankelijk van de plaats, luchtlagen en de toepassing in de constructie. Enkele radiatorfolie + 2cm lucht.	$R_{CHRF} \approx 0,5 \text{ m}^2.K/W$

Voor de berekening van een constructie kunnen de Rc waarden bij elkaar opgeteld.

Binnenzijdige gevelisolatie is vaak goed mogelijk wanneer de binnenruimtes royaal van afmeting zijn en er weinig complicerende factoren zijn zoals radiatoren, tussenmuren, kasten, elektra, etc., terwijl het bij monumenten het vaak de enige oplossing is. Wanneer het binnenzijdig aanbrengen van de muurisolatie veel detailwerk rond de raamkozijnen en decoratiewerk kost, kan het in uitvoering door een aannemer wel veel duurder uitvallen dan buitenzijdige muurisolatie⁸.

⁸ Over het algemeen zijn 50% van de kosten van muurisolatie de arbeidskosten. Bij muurisolatie zijn de raam- en deuroplijstingen erg arbeidsintensief, zeker als bij oudere woningen deze klassieke details hebben. Interieur schilderwerk kan een extra verhogende kostenpost zijn. Bij buitengevels is er een meerprijs voor elke meter

Gecacheerde platen PIR/Recticel/Kingspan Therma® zijn meestal aan beide zijden dampdicht met de opgeplakte folie. Er zijn ook dampopen platen in de markt (voor dakbedekking) die over het hele oppervlak geperforeerd zijn. Voor binnenmuur isolatie is altijd een dampdicht materiaal aan de warme kant nodig.

Het verlies van een enkele m² vloeroppervlak is een kleine waardedaling van de woning, maar de betere isolatie geeft een meerwaarde en minder verwarmingskosten⁹. Om het ruimteverlies te minimaliseren kan er ook voor hoogwaardige isolatiematerialen gekozen worden. Zie hiervoor het aparte document “DUNNE binnenzijdige muurisolatie” op www.nienhuys.info eerste pagina.

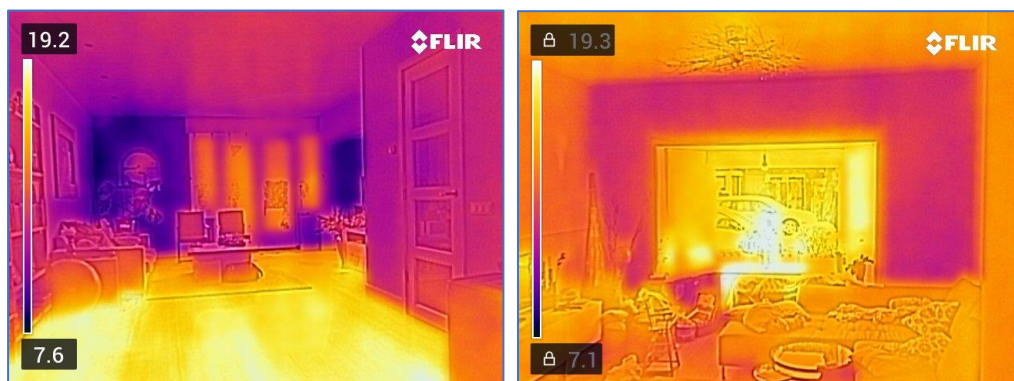
Wanneer oudere gebouwen voor een algemene verbouwing helemaal van binnen worden gestript (gerenoveerd) en alles opnieuw wordt gedecoreerd, is binnenzijdige gevelisolatie (euro 50 tot 80/m²) de meest voor de hand liggende optie en meestal ook goedkoper dan buitenisolatie (euro 100 tot 150/m²)

Bij woningen die bewoond zijn, zullen de bewoners overlast krijgen door de binnen werkzaamheden en zullen de betreffende kamers leeg moeten ruimen. Dit veroorzaakt veel weerstand bij veel bewoners.

Bij woningen die waarbij de muren (recent) gestuukt en geschilderd zijn zal dit decoratiewerk achter de aan te brengen binnenzijdige isolatie wegvallen en zal er een nieuwe afwerking toegepast moeten worden. Ook de eventuele vloer- en plafonddecoratie zal door de dikkeren muurafwerking aangepast moeten worden.

Het vernieuwen van de binnenzijdige muur decoratie kan een groot gedeelte van de kosten uitmaken.

Figuren 21.
Binnen IR-
foto's van
stukken
buitengevel die
niet geïsoleerd
zijn.



Links: woning
met LTV

Rechts: kamer zonder vloerverwarming. Hierbij heeft de bewoner niet het gevoel dat er extra veel warmte in de buitenmuur verdwijnt.

Bij lichte nachtvorst is de (LTV) vloerverwarming 20°C, maar in de ochtend is de niet-geïsoleerde buitenmuur is slechts 7,6°C aan de binnenzijde. Deze stukken buitenmuur zuigen alle warmte uit de woning, terwijl dat niet voelbaar is vanwege de comfortabele vloerverwarming.

raamdorpel (waterslag) of negge (dagkanten kozijnen). Een aannemer die goed door kan werken zal daardoor een lagere m² prijs hebben dan een aannemer die vanwege de vele details slechts op regiebasis werkt.

⁹ Bij een binnenzijdige muurisolatie van 8 cm PIR (gecacheerd) is de toegevoegde isolatiewaarde $8 \times 0,45 = Rc 3,6$. Met de afwerking wordt dat 10 cm. Bij een totale muurlengte van 10 m¹ is dat 1 m². Wanneer de waarde van 1m² vloeroppervlak is euro 3000/m², dan zou je dat als extra kosten van de isolatie kunnen rekenen.

Feitelijk wordt de WOZ-waarde iets minder, vanwege het 1 m² mindere vloeroppervlak, maar met de isolatie is de woning in waarde gestegen.

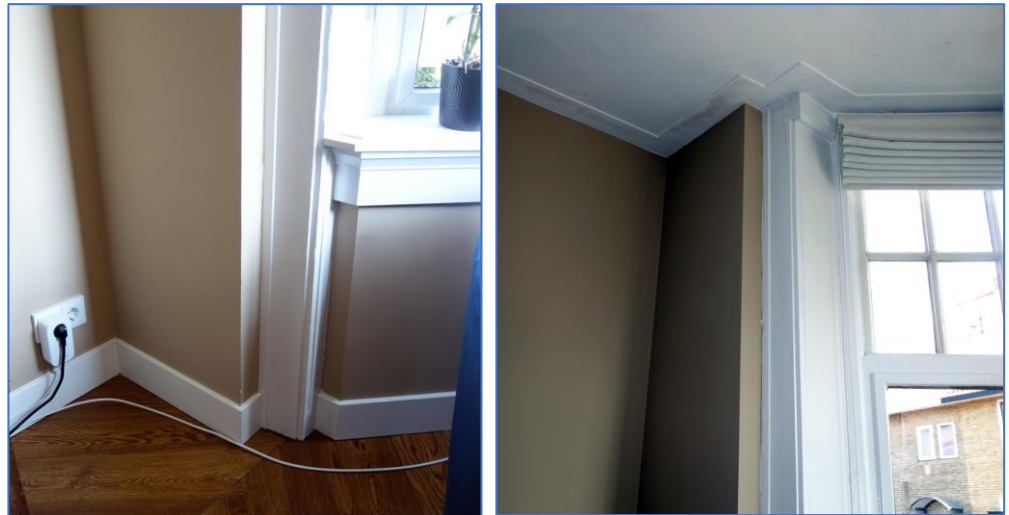
Ofschoon LTV wel iets zuiniger voor de CV is dan met hoge-temperatuur (radiatoren), is het resultaat dan toch niet zuiniger.

Het binnenzijdig na-isoleren heeft een zeer gunstig effect op de totale warmtebehoefte en de snelheid van opwarmen van de kamer lucht, want daarmee gaat er weinig warmte in de muren zitten. Aan de warme kant moet een dampdichte folie zitten. Binnenzijdig isoleren van de gevel houdt meestal in dat de smalle penanten rondom de ramen en deuren moeten worden afgewerkt. Dat betekent timmerwerk langs de kozijnen, afdekking met gipsplaat of andere wandplaten, eventueel stucwerk, behang of afschilderwerk.

Bij buitenzijdig na-isoleren moet de binnenzijdige steenmassa van de muren worden opgewarmd. Dat geeft een stabielere kamertemperatuur en weinig verschil tussen de dag en nachttemperatuur. Bij deze optie is een open spouwmuur niet gewenst want dan bestaat er aan de binnenzijde, achter de isolatie ventilatie die de warmte afvoert.

Figuren 22. Deze binnenzijdige muurisolatie is crèmekleurig afgewerkt.

Het wandcontact en de plafonduafwerking zijn aangepast. De parketvloer heeft hier geen bies.



De onderstaande afbeelding links geeft een optimistisch beeld van een groot oppervlak dat met regelwerk en 12 cm steenwol of glaswol wordt geïsoleerd ($R_c = 3,0$). Alleen bij blinde muren zijn de muuroppervlaktes zo breed. Wanneer de na-geïsoleerde spouwmuur zelf een $R_c = 1,7$ heeft, komt het totaal op $R_c = 4,7$. Echter voor subsidie zal er minstens 14 cm steenwol of glaswol moeten worden toegevoegd ($R_c 3,5$). De gipsplaat voegt nauwelijks iets toe. Het hout van het 12 cm dikke regelwerk heeft echter een $R_c < 1,0$ en dat betekent dat elke 60 cm een thermisch lek ontstaat dat de isolatie onderbreekt en de gemiddelde isolatiewaarde verlaagd.

Wanneer de regels 4 cm breed zijn, betekent het dat 8% van het oppervlak $1/3^{\text{de}}$ van de isolatiewaarde van de steenwol heeft. De totale dikte van de muur wordt 120 mm + 12,5 mm voor gipsplaat + 5 mm voor pleisterstuc = 133 mm. Dikker stucwerk dan 6 mm heet raapwerk en kan voor oneffen wanden wel 40 mm dik worden gemaakt. Voor smalle stroken die aan beide zijden ondersteund worden, langs ramen of deuren, kan ook de dunnere plafond gipsplaat gebruikt worden van slechts 9,5 mm dik.



Figuren 23. Afbeeldingen www.milieucentraal.nl , FLIR IR-scan geïsoleerde steensmuur, <https://reoverendoejezo.nl>.

Links: optimistisch beeld van het aanbrengen van een groot oppervlak aan binnenzijdige steenwolisolatie.

Midden: Afgewerkte steensmuur met regelwerk en steenwolisolatie op een steensmuur met lange warmtelekken.

Rechts: gestripte muur met smalle stroken naast de ramen.

Het oppervlak naast, boven en onder het raam is meestal even groot of groter dan het oppervlak van het raam. Het isoleren van de muur (3 X de oude isolatiewaarde) is meestal veel goedkoper (netto euro 50/m²) dan het raam (HR⁺⁺ netto euro 150/m²) en isoleert slechts 30% beter dan een pré-1990 ruit. Het energetisch rendement van binnenzijdige muurisolatie is daarom veel groter (10 X) dan van hetzelfde oppervlak aan ramen en (terras)deuren. Het financiële rendement is dan 30 X groter. Bij binnenzijdige muurisolatie is het mogelijk om Doe-Het-Zelf te realiseren wat een verdere kostenreductie betekent. Op de markt zijn restpartijen van PIR en Recticel platen beschikbaar; die isoleren net zo goed als nieuwe.

Figuur 24: PIR-isolatiemateriaal voor het binnenzijdig na-isoleren van alle buitenmuren van een ruime woning met steensmuur in een beschermd stads/dorpsgezicht. Het toegevoegde volumen is meer dan de inhoud van een kleine slaapkamer.



6. Meer oppervlakte dan je vaak denkt

De muurdelen rondom de ramen in een gevel zijn vaak groter dan men denkt. Op de eerste etage van een tussenwoning bestaat vaak het gevoel dat de ramen het grootste oppervlak uitmaken, maar dat is vaak betrekkelijk. In de onderstaande foto's is te zien dat het muuroppervlak op de eerste etage vaak minstens 50% is van de buitenschil. Het goed isoleren van deze muren is daarom belangrijk.



Figuren 25: percentages aan geveleppervlakte zonder de ramen/deuren

<i>1^{ste} etage 40%</i>	<i>1^{ste} etage 60%</i>	<i>1^{ste} etage 70%</i>	<i>1^{ste} etage 75%</i>	<i>1^{ste} etage 75%</i>
<i>b.g. 30%</i>	<i>b.g. 50% (zijmuren!)</i>	<i>b.g. 60%</i>	<i>b.g. 30%</i>	<i>b.g. 50%</i>

Zelf-doen is veel goedkoper dan door een aannemer te laten doen, maar dan is er geen subsidie. De mogelijke subsidie is onder beperkingen onderhevig zoals een minimumaantal m², een minimum isolatiewaarde en wordt hoger wanneer men meer dan één maatregel neemt. Ook veranderen de subsidies en de voorwaarden regelmatig. Toch blijft DHZ zonder subsidie goedkoper dan met een aannemer met subsidie. Bij DHZ kan ervoor gekozen worden om per kamer te werken. Dat kan een aannemer natuurlijk ook, maar die werkt liever door.

Behalve de kosten van de thermische muurisolatie van steenwol/glaswol, XPS, PUR, PIR, Recticel, Bluedec, vacuümpanelen¹⁰ of Aero-Therm zijn er ook de rand- en raam-afwerkingskosten en de schilderkosten.

Bij het maken van een totaalbegroting moeten deze materiaalkosten, bijkomende materialen, gereedschap en arbeidskosten voor de interne afwerking en decoratie meegenomen worden.

7. Buitenzijdig of binnenzijdig na-isoleren?

Bij na-isolatie van individuele woningen is er vaak de vraag of er binnenzijdig of buitenzijdig na-geïsoleerd moet worden. Beide hebben voordelen en nadelen. Op een na-geïsoleerde spouwmuur (Rc = 1,6) zou dan Rc 3,6 (8 cm PIR/Recticel) nodig zijn, totaal Rc = 5,2.

Bij de afwerking met een gipsplaat (12,5 mm) en stuc (7,5 mm), is dan een dikte van ongeveer 10 cm nodig; zonder plint). Bij de toepassing van Resol 7 cm (Rc 3,5) is er dan totaal 9 cm nodig.¹¹

	Binnenzijdig na-isoleren	Voordelen	Nadelen
1	On-geïsoleerde spouw of steensmuur toevoeging	Fraai metselwerk of monument wordt niet aangetast. Herstel slecht binnen metselwerk. *	De verschillende oppervlaktes van alle kamers zijn gescheiden. Buitenmuur aansluitingen zijn warmtelekken.
2	Vergunning	Vrij, blijft binnen de rooilijnen.	In de woning wordt verbouwd (stof). Kamers tijdelijk niet te bewonen.

¹⁰ In volgorde van oplopende isolatiewaarde, dus dunnere isolatielaag, maar ook steeds hogere kosten. Verschillende leveranciers van vacuümpanelen stellen dat deze niet voor muurisolatie gebruikt mogen worden vanwege het risico dat bewoners een spijker of schroef in de muur draaien waardoor ze lek raken en de isolatie verliezen. Aero Therm is een warmte reflecterende 1mm dunne stuc laag die daarmee een isolerende werking heeft van Rc ≈ 1,0.

¹¹ De minimumwaarde voor subsidie is Rc 3,5. Er zijn meer opties mogelijk voor dunnere muurisolatie, zie hiervoor het document Dunne muurisolatie op www.nienhuys.info

	Binnenzijdig na-isoleren	Voordelen	Nadelen
3	Ramen en deuren	Hoeven niet verplaatst te worden. Bredere vensterbanken.	Kamers worden iets kleiner met de opgebrachte dikte.***
4	Gangen en trappen en toilet langs buitenmuren	Bij hoekwoningen zijn de trappen en gangen vaak de koudste ruimtes.	Vaak niet mogelijk langs smalle gangen en trappen tegen de buitenmuur, tenzij met extra DUN isolatiemateriaal.
5	Dakoverstek en goten	Blijven constructief hetzelfde.	Geen
6	Weersbestendig	Niet nodig, niet van toepassing.	Damp-remmende folie of laag aan warme zijde binnen aanbrengen. Naden tussen de platen afplakken met dampdichte tape.
7	Elektriciteitsleidingen	Alle leidingen/draden kunnen eerst vrij eenvoudig vernieuwd worden en volgens de norm opgewaarderd.	Wandcontactdozen en schakelaars moeten worden verplaatst, bij voorkeur door een deskundig persoon.
8	Radiatoren en CV-leidingen en LTV	Bij goede isolatie LTV mogelijk. Aanbrengen van wandverwarming ipv vloerverwarming mogelijk.	Tijdelijk afkoppelen en verplaatsen van radiatoren**. Bestaande CV-leidingen kunnen in de isolatie verpakt worden.
9	Radiatoren en CV-leidingen en voetventielen	Bij het verplaatsen van radiatoren is het verstandig voetventielen in de leidingen te plaatsen voor mogelijk waterzijdig inregelen.	Bij afwezigheid voetventielen moet men het hele Cv-systeem leeg laten lopen en daarna vullen en regelmatig ontluichten.
10	Wandpanelen met geïntegreerde gipsplaat	Snelle en vlakke afwerking die meteen gepleisterd of geleverd kan worden.	Voor het aanbrengen van sleuven voor elektra en Cv-buizen zijn geïntegreerde PIR-gips platen onhandig.
11	Verwarming en LTV	Met betere isolatie kan de Cv of warmtepomp kleiner worden en ook het radiator oppervlak kleiner.	Bij een te klein radiator oppervlak voor LTV kunnen radiator ventilatoren of convector radiatoren toegepast.
12	Muren	Wanneer de woning bij verbouw volledig gestript wordt, zijn de wanddecoratiekosten geen nadeel.	Wanddecoratie (tegels) opnieuw aanbrengen. Verschil in kosten tussen bestaande en nieuwe decoratie.
13	Plafonds	Oude rietplafonds verwijderen, nieuwe elektra aanbrengen.	Stucwerk decoratie en geschilderde plafonds zijn kostbaar om te herstellen.
14	Ventilatie	Optie om ook decentrale ventilatie met WTW toe te passen.	Nieuwe dampdichte muren hebben na isolatie geen natuurlijke ventilatie.
15	Verwarming, massa	Snelle opwarming van de woning door verwarming lucht zonder verwarming muur massa.	Bij ruime ventilatie in de winter (spuien) zal opnieuw bijverwarmd moeten worden.
16	Kosten aannemer	Bij ruime hoekwoningen en vrijstaande woningen goedkoper dan buitenzijdig isoleren.	Bij groepsaanpak van rijtjeswoningen, tussenwoningen en appartementen kan binnenzijdig isoleren soms moeilijk zijn.
17	Kosten zelf doen	Bij het zelf uitvoeren kan tot op 50% van de kosten worden bespaard t.o.v. aannemer of klussenbedrijf.	Zelf uitvoeren kan langer duren en kan problemen opleveren bij de aanleg van elektra en omzetten van radiatoren.
18	Kosten renovatie	Bij renovatie van badkamer en keuken kan over de oude tegels de nieuwe isolatielaag en tegels komen	Grote kostenposten voor extra tegelwerk en verlies van vloeroppervlak in erg kleine ruimtes.****
19	Uitvoering	Kan zelf in fasen per kamer worden uitgevoerd door handig persoon.	Ondeskundige uitvoering kan leiden tot vergeten van damp-remmende folie.
20	Woningwaarde	Verhoging van isolatie en daardoor verhoging van woningwaarde.	Verlies van woonoppervlakte bij kleine woningen.

	Binnenzijdig na-isoleren	Voordelen	Nadelen
21	Comfort	Door betere muurisolatie een hoger energielabel en meer wooncomfort en lagere stookkosten.	Financiering en uitvoering. Er bestaan verschillende financieringsvormen die elk voordelen en nadelen hebben.

* Bij het strippen van oude woningen of betengelde buitenmuren komt het veelvuldig voor dat de slechte kwaliteit van het metselwerk zichtbaar wordt, alsmede de aansluitingen bij kozijnen en oude wijzigingen in de constructie. In deze situaties kunnen de mogelijke gebreken goed hersteld worden. Het afpurren van kieren tussen kozijnen en muren is een belangrijke optie wanneer de woning een balans ventilatiesysteem krijgt.

** Nieuwe radiatoren hebben voetafsluitingen in de aan- en afvoerleiding. Deze voetventielen (bal-knijpventiel) kunnen afgesloten worden en de radiatoren verwijderd, zonder dat men het hele CV-systeem leeg hoeft te laten lopen. Met de voetventielen kunnen de radiatoren eventueel waterzijdig ingeregeld worden. Het alternatief is om thermostaatknoppen te plaatsen.

*** Bij kleine slaapkamerafmetingen en een opgebrachte dikte van 10 cm kan in sommige situaties geen 2 m lang bed meer in de slaapkamer geplaatst worden. Dit speelt vooral in oudere woningwetwoningen en kleine appartementen. De gemiddelde lengte van de Nederlander is toegenomen, waardoor er sinds 2000 langere bedden wenselijk zijn.

**** Mooier tegelwerk of badkamers behoren hoort niet bij de rendementsberekening meegenomen te worden.

Figuren 26. Oude steensmuren hebben vaak tengelwerk (4 cm dik). Door dit te verwijderen en hoogwaardige isolatie aan te brengen is er weinig ruimte verlies.
Links: Betengeling, slecht voegwerk
Midden: Langs kozijnen, randafwerking
Rechts: Vroegere verbouwingen



Bij oude (pre-1920) steens muren ($R_c = 0,5$) kan eerst de binnenbekleding en tengelwerk verwijderd moeten worden (4 cm dik) om direct op de muur de nieuwe isolatie te plaatsen. Bij 15 cm steenwol na-isolatie ($R_c = 3,8$) wordt de nieuwe muurdikte dan slechts 12 cm meer t.o.v. oude constructie (inclusief gipsplaat. Met een 9 cm Recticel/PIR ($R_c = 4,05$) gaat er dan slechts 6 cm binnenuimte verloren.

Figuren 27. Voor en na het aanbrengen van dunne binnenzijdige muurisolatie met behoud van bies in parketvloer.

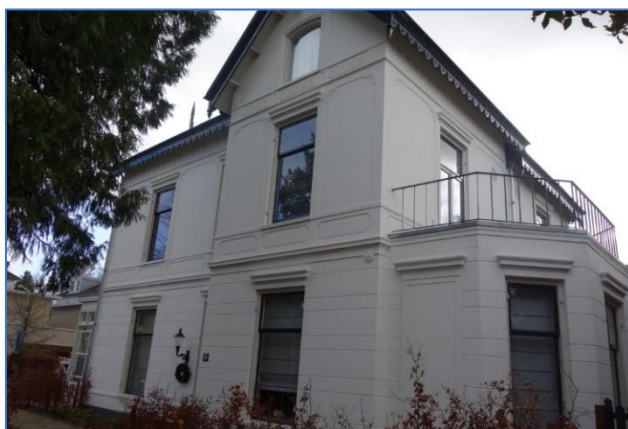


Er kan ook een andere esthetische reden zijn waarom een dikke binnenzijdige muurisolatie minder wenselijk is. Een voorbeeld is een fraai mozaïek parket, natuursteen vloeren of fraai plafond stucwerk. Bij een dikke binnenmuur isolatie verdwijnen dan de decoratieve randen onder de isolatie en wordt de aanblik van de vloer of het plafond asymmetrisch.

7.1 Buitenzijdige muurisolatie, voor- en nadelen

Het warmte reflecterende effect van de ThermoShield verflaag of een Aero-Therm 1 mm stuclaag werkt niet als isolatie aan de buitenkant voor buitenmuren wanneer het 's winters koud is. Het werkt wel in de volle zon om de muur koel te houden; het wordt dan ook veel toegepast in de tropen als hitte beschermende verflaag of stuclaag aan de buitenkant. Beide producten werken ook niet meer als deze geleverd worden omdat de werking gebaseerd is op straling/reflectie.

Figuur 28: Nadat het werd verkocht werd dit gebouw binnenzijdig geheel gestript, inclusief Cv-systeem en elektraleidingen. Daarna werd het binnenzijdig na-geïsoleerd met 12 cm PIR en gipsplaat. De kamers waren voldoende ruim voor deze operatie. Het buitenzijdig isoleren zou met de vele geveldetails kostbaar zijn geweest. Beschermd stadsgezicht.



Bij een monument of beschermd stads/dorpsgezicht kunnen gemeentelijke instanties veel eisen stellen aan het uiterlijk van het gebouw. Bij veel architectonische of decoratieve details wordt buitenzijdig na-isoleren dan een dure operatie.

In sommige situaties betreft het monumentale karakter van het gebouw slechts de voorgevel. In dat geval kunnen blinde zijgevels wel buitenzijdig na-geïsoleerd worden en de voorgevel dan binnenzijdig.

	Buitenzijdig na-isoleren	Voordelen	Nadelen
1	Toevoeging op een on-geïsoleerde spouwmuur of steensmuur.	Bij verouderd geveloppervlak komt er meteen een weersbestendig en nieuw oppervlak, baksteen strips, platen, pleisterwerk, siliconenverf.	De kosten van een weersbestendig oppervlak zijn vaak veel hoger dan de kosten van binnenzijdig isoleren.
2	Vergunning	Vaak nodig, maar redelijk makkelijk in beschermd stadsgezicht. Soms is slechts een melding nodig. Aan de achterzijde is aanpassen vrij.	Komt iets buiten de bouwlijn. Kan vaak geweigerd worden bij monumenten.* Bij aanpassing rooilijnen of smalle doorgangen op gemeenschappelijk terrein moeten de burens ook akkoord gaan.
3	Dikte isolatie	Geen beperking, kan makkelijk opschalen naar passief kwaliteit.	Bij een hoekwoning is de aansluiting met naastliggende woning zichtbaar.
4	Buitenspouwblad verwijderen	De nieuwe isolatie kan even dik zijn als het verwijderde buitenspouwblad en de spouw. Muur blijft even dik. Het totale muurgewicht blijft hetzelfde of is zelfs minder.	Meer werk om het buitenspouwblad te verwijderen. Het binnen-spouwblad moet volledig gebouw-dragend zijn.

	Buitenzijdig na-isoleren	Voordelen	Nadelen
5	Gebouw sterkte	Voordat isolatie wordt aangebracht kunnen muurdelen met langs wapening versterkt worden zonder afwerking.	Bij verwijdering buitenspouwblad kan het nodig zijn structurele versterking toe te passen, bijvoorbeeld in aardbevingsgebied.
6	Ramen en deuren	Hoeven niet verplaatst te worden, maar kan wel. Ook het permanent dichtzetten van ramen is mogelijk.	De negge wordt breder, maar kan schuin verlopen zodat het uitzicht niet wordt belemmerd. Waterslagen zijn duur,.
7	Gevelpanelen.	In een keer kan het hele gevelpaneel met kozijnen vervangen worden voor goede isolatie met triple glas.	Korte tijd openliggen van de hele gevel. Aanpassing van binnen aansluiting op de nieuwe gevel nodig.
8	Oude kozijnen vervangen voor betere geïsoleerde kozijnen	Om dezelfde geveluitstraling te hebben kunnen nieuwe kozijnen met triple glas naar buiten in de nieuwe isolatielaag worden geplaatst.	Oude kozijnen zijn slecht isolerend. Niet vervangen van kozijnen levert een permanent warmteverlies op. Naar buiten plaatsen heeft kosten.
9	Gangen en trappen en toilet langs buitenmuren	Kamers, gangen, trappen worden <u>niet</u> kleiner of smaller.	Geen
10	Dakoverstek en goten	Bij voldoende breedte past de dikkere muur eronder.	Bij geen of te kleine overhang moeten deze worden aangepast/verbreed.
11	Weersbestendig	Betere kwaliteit weerbestendigheid, bijvoorbeeld met siliconenverf.	Nieuwe afwerking met steenstrips of decoratief pleisterwerk is vaak nodig. Deze zijn kostenverhogend.
12	Elektriciteitsleidingen	Buiten nieuw. Binnen blijft hetzelfde.	Waterdichte doorvoeren buiten maken.
13	Radiatoren en CV-leidingen	Geen verplaatsing. Bij goede isolatie is binnen LTV mogelijk.	Geen. Oude convectorbak kan vaak verwijderd worden.
14	Vloeren	Behoud van randen langs decoratieve parketvloeren. Geen verlies oppervlakte.	Geen
15	Muren	Bij een gestucte en geschilderde gevel wordt ook het verfwerk van de hele gevel opnieuw gedaan.	Bij rijtjeswoning een sprong in de buitenmuur wanneer de naastliggende woning niet meegaat met buitenisolatie.
16	Gevel stucwerk	Oude gevel afwerking hoeft niet eerst hersteld te worden.	Gevel afwerking vaak duurder dan binnenzijdige na-isolatie.
17	Plafond	Behoud van plafond decoratie.	Geen
18	Ventilatie	Geen aanpassing noodzakelijk	Na-geïsoleerde muren hebben vaak veel minder natuurlijke ventilatie.
19	Verwarming	Bij ruime ventilatie in de winter zal de grote warmtemassa van de binnenmuren de lucht binnen weer snel doen opwarmen.	Wanneer de woning van binnen koud is zal het langer duren voordat de binnenzijden van de buitenmuren op temperatuur zijn.
20	Kosten	Bij hoekwoningen en vrijstaande woningen met veel kamers kan het even duur zijn als binnenzijdige na-isolatie.	Bij veel ramen (waterslagen) en deuren of hoeken zullen de kosten voor de afwerking oplopen. Waterslagen en randen rondom ramen en deuren zijn extra kosten.
21	Uitvoering	Wordt in één keer uitgevoerd door gespecialiseerd bedrijf, met garantie. Meestal steigerwerk nodig.	Kan niet goed zelf worden uitgevoerd, dus aannemer is noodzakelijk.
22	Woongemak	Tijdens de uitvoering kan men in de woning blijven zonder verstoring.	Begroeiing die tegen de gevel aan staat of klimop moet verwijderd worden.
23	Isolatie	Verhoging van isolatie en daardoor verhoging van woningwaarde.	Noodzaak voor goede vochtafvoer en woningventilatie.
24	Inwendige condensatie	Omdat de binnenmuren warm blijven zal eventuele condensatie slechts in de buitenzijde optreden.	Het buitenoppervlak op de isolatie mag niet dampdicht zijn geschilderd omdat eventuele condensatie in de isolatie naar buiten weg moet kunnen.

* Bij monumenten direct aan het trottoir zal een rooilijn aanpassing moeilijk zijn. Gevels van monumenten met een erg oude gevelbaksteen zijn moeilijk te vervangen. Gepleisterde en decoratieve gevels vervangen kan kostbaar zijn.

Figuur 29. Bij deze tussenwoning wordt aan de buitenzijde muurisolatie toegepast en daarna afgewerkt met pleisterwerk (Crepì) of steenstrips.

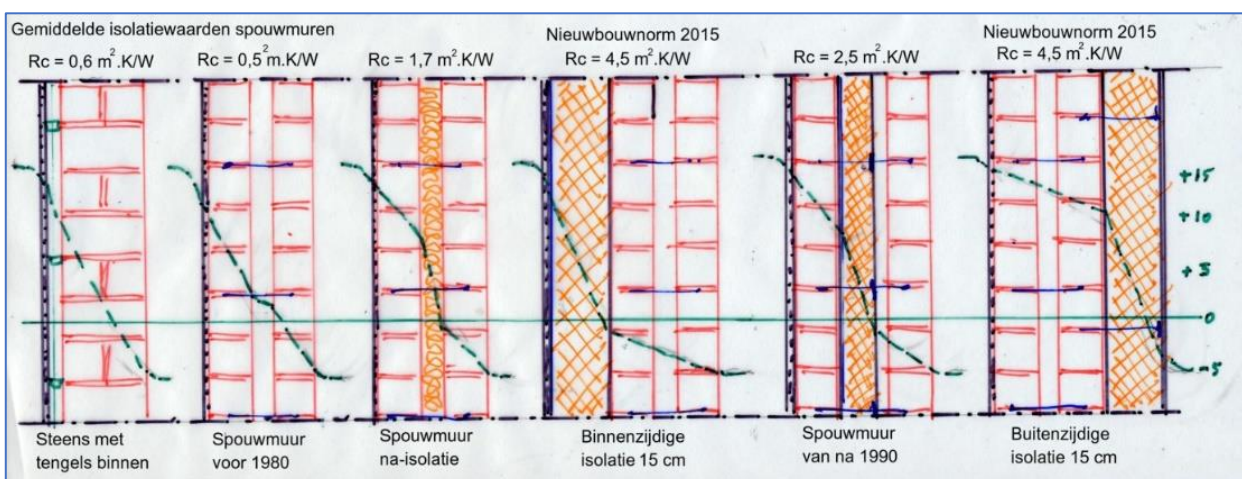
Omdat de buurwoningen niet meedoen ontstaat er een dikteverschil tussen de gevels. Dit kan betekenen dat men aan de straatzijde door de rooilijn heen komt of dat de gemeenteambtenaar dat afkeurt.

In het geval van rijtjeswoningen uit de jaren 1960-1970 is het economischer om buitenzijdige gevelisolatie samen met het gehele bouwblok uit te voeren.



8. Bouwtechnische verschillen tussen binnen en buiten isoleren

De twee bovenstaande tabellen geven verschillende voordelen en nadelen aan van binnenzijdig of buitenzijdig na-isoleren. De belangrijkste bouwtechnische verschillen worden veroorzaakt door het temperatuursverloop in de buitenschil gedurende koude periodes.



Figuur 30: De groene lijn geeft het temperatuur verloop in de muur aan. Aan de buitenzijde van de muur ontstaat een klein temperatuur verloop vanwege de overgangswaarde met de lucht.

Het lijnenverloop van de groene streepjes lijn laat zien dat de isolatie van de steensmuur of open spouwmuur slecht is met $R_c = 0,5$. Wanneer de warme binnenlucht vochtig is (waterdamp in de badkamer, uitademing slaapkamers en koken/keuken) zal bij afkoeling de relatieve vochtigheid van de lucht sterk stijgen tot aan het dauwpunt (condensatie). Bij een damp-open materiaal zal eerst de waterdamp in dat materiaal doordringen en zal het condenseren op het dauwpunt.¹²

Condensatie in bijna elk materiaal (vooral in poreus materiaal) zal de isolatiewaarde van dat materiaal sterk verlagen, waardoor nog meer en sneller condensatie optreedt. Bij oude niet-geïsoleerde spouwmuren ($R_c = 0,5$) treedt condensatie meestal al op in de binnen pleisterlaag¹³. In bijna alle poreuze muren waarbij er een sterk temperatuursverloop in de constructie optreedt zal dan ook condensatie optreden.¹⁴ Wanneer de condensatie bevriest kan dat schade aan de (baksteen) muur opleveren. Vandaar dat van buiten dampdicht geschilderde muren aan binnenzijde of in de spouw moeten ventileren. Als dat niet zo is, kan de verflaag makkelijk beschadigd worden of de bakstenen stukvriezen.

Figuur 31: Links: Schimmel op binnenzijde van niet-geïsoleerde buitenmuur. De radiator geeft alleen naar boven warmte af. De schimmel heeft wortels in de pleisterlaag.

Rechts: Geverfde spouwmuur die afbladdert vanwege uittredend vocht.



9. Buitenzijdige gevelisolatie systeem

De volgende tekst is overgenomen van Rockwool. www.rockwool.nl Zie website voor meer informatie. Documentatie: <https://www.rockwool.nl/tools-en-services/documentatie/technische-productbladen/>

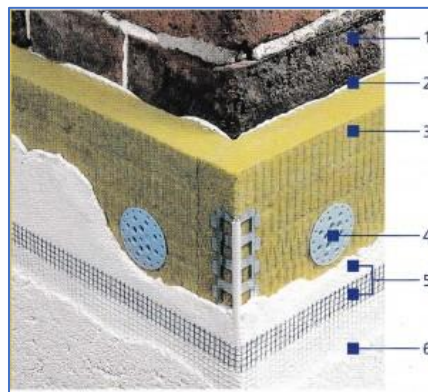
Systeemhouders staan in voor de samenstelling van het geheel, inclusief de diverse profielen en hulpstukken die voor de uitvoering ervan noodzakelijk zijn. Bij buitengevelisolatie worden isolatieplaten op de buitenzijde van de draagmuur aangebracht. Daarop komt een gewapende cementering en tot slot een decoratieve afwerklaag. Uitgebreide materiaal- en plaatsingsrichtlijnen zijn beschreven in de Technische Voorlichting nr. 209 'Buitenbepreisteringen' (1998) van het WTCB en in de ETAG (*European Technical Approval Guide-line*) draft nr. 14 'External thermal insulation composite systems with rendering' (1999).

¹² Bij vocht dat in de muren trekt en er niet snel uit verdamppt, zal zich snel schimmel vormen. Bij buitenmuren in de schaduw zullen groene algen gaan groeien.

¹³ Eenmaal gecondenseerd zal het vocht verder de poreuze muur intrekken (hygroscopische werking) en de isolatiewaarde van de muur verlagen waardoor meer condensatie kan optreden. Het vocht kan slecht verdampen omdat bij verdamping warmte aan de muur wordt onttrokken moet worden. Ventilatie met droge lucht werkt wel, maar dat vindt niet plaats in een na-geïsoleerde spouw. Door het verschil in dampdruk treedt het vocht echter wel uit de muur naar buiten als het isolatiemateriaal in de spouw een beetje dampopen is.

¹⁴ Dat zie je meestal niet, maar condensatie op autoruiten in de ochtend betekent ook condensatie in de muren.

Figuur 32. Rockwool. Verschillende lagen bij steenwol buitenzijdige gevelisolatie met hoekbescherming, bevestigingsmethode (4) en afwerking met glasvezeldoek (5), pleisterlaag en schilderwerk (6, Crepi).



10. Opbouw buitengevelisolatie

Draagmuur. Deze bestaat doorgaans uit traditioneel metselwerk (baksteen, betonblokken, kalkzandsteen, ...) of gewapend beton.

Hechtmortel. Behalve met (eventuele) pluggen worden de isolatieplaten ook met een hechtmortel op de draagmuur bevestigd. De hechtmortel waarborgt ook een betere luchtdichtheid en akoestische kwaliteit in vergelijking met louter mechanische bevestigingen. Doorgaans betreft het een minerale mortel, met eventueel organisch bindmiddel en hulpstoffen. Het product wordt poedervormig geleverd en met water aangemaakt. Het wordt aangebracht met een kamspaan. Afhankelijk van de staat van de ondergrond wordt al dan niet eerst een "grondeerproduct" voorzien. De ondergrond dient voldoende vlak te zijn. Mortelbramen zijn uiteraard uit den boze.

Lijmen gevelisolatie. De **gevelisolatie** wordt met hechtmortel en eventueel pluggen op een voldoende vlakke ondergrond bevestigd.

De isolatie dient voor deze toepassing een hoge mechanische weerstand tegen délaminitie te hebben (weerstand aan zuigkracht van de wind). De betreffende lamel Rockwool ThermoRock 412 heeft een zeer hoge weerstand tegen délaminitie (treksterkte > 80 kPa), wat toelaat om ze, tot 20 meter hoogte, zelfs zonder verdere mechanische bevestigingen te plaatsen.

De coating, aan beide zijden van de ThermoRock 412, waarborgt een veel hogere verwerkingssnelheid. Hechtmortel of grondpleisterlaag kunnen nu machinaal over het volledige gevelvlak worden aangebracht. Door de flexibiliteit van steenwol en de verticale vezelstructuur van de ThermoRock 412, zijn ook ronde wanden met relatief kleine diameter isoleerbaar.

Pluggen. Boven 20 meter gevelhoogte wordt de isolatie ook met pluggen bevestigd. Het betreft stalen spreidstiften die, vanwege corrosiebestendigheid, ook zijn voorzien van een kunststof omhulsel en -schotel. Ter hoogte van randen en hoeken worden nog extra pluggen voorzien.

- Gevelhoogte tot 20 meter: geen pluggen.
- Gevelhoogte 20 tot 50 meter: 2 stuks per lamel.
- Gevelhoogte boven meter: 3 stuks per lamel.

Figuur 33. De gevel van deze woning in Sassenheim stortte deels in. Foto Omroep West.

De foto laat zien dat het zuig-effect van een stormwind (25 februari 2020) erg groot kan zijn. Hier was de verankering onvoldoende of doorgeroest.

Bij het bekleden van gevels met buitenzijdige isolatie moet dus behalve de bovengenoemde voorwaarden ook gekeken worden naar de locatie van het gebouw, omdat sommige posities extra windkrachten kunnen ondergaan.



Grondpleisterlaag met wapening. Tussen gevelisolatie en afwerklaag komt een grondpleister. Hiervoor wordt al dan niet hetzelfde product gebruikt als voor de hechtmortellaag. De dikte bedraagt doorgaans 3 tot 5 mm.

In de natte grondlaag komt een fijnmazig (circa 4/4 mm) synthetisch en alkalibestendig wapeningsweefsel. Het dient zo kort mogelijk aan het oppervlak van de grondlaag te zitten, om de mechanische sterkte ervan te waarborgen, maar moet wel volledig zijn ingebed. De weefselbanen overlappen elkaar. Bij hoeken en aansluitingen worden extra banen voorzien. Hoeken kunnen versterkt worden.

Sierpleisterlaag. De afwerklaag is niet enkel esthetisch, maar ook bedoeld voor de weersbestendigheid van het hele systeem. Zowel minerale als kunsthars gebonden sierpleisters zijn gebruikelijk, met diverse granulaatmaten en een aspect dat effen is of met reliëf (Crépi, gekamd, gekrabd, gerold). De dikte varieert naargelang deze variabelen tussen circa 3 en 10 mm.

Figuur 34. Kunststof isolatie zoals XPS-iplaten zijn vaak goedkoper in materiaal, maar om de gewenste isolatiewaarde te krijgen ook dikker. Met ankers worden de platen aan de muur vastgezet.



Muurisolatie bedrijven willen meestal geen stijve PIR of Resol platen toepassen omdat deze op de aansluitende scheuren in de afwerklaag kunnen opleveren, hetgeen esthetisch niet gewenst is.

11. Wat kost gevelisolatie?

Passief huis? Met hoger wordende energieprijzen en het streven naar een duurzame bouw is het steeds normaler geworden om goede gevelisolatie aan te brengen, binnen of buiten.

Woningen van vóór 1980 werden tijdens de bouw zeer slecht geïsoleerd, woningen van vóór 1990 zijn slecht geïsoleerd, en woningen van vóór 2015 matig. Gebouwen die volgens de bouwnorm 2015

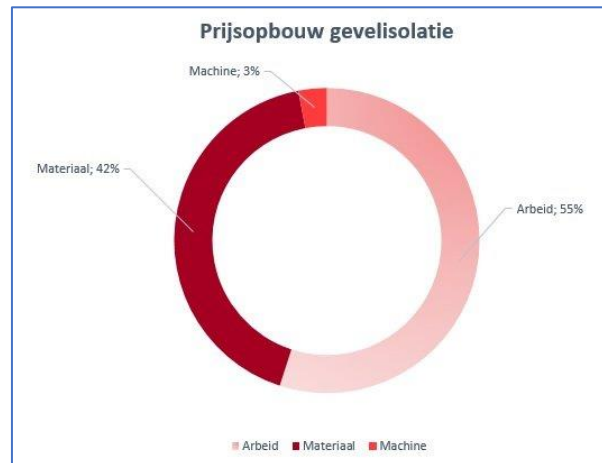
zijn geïsoleerd zijn goed, maar nog lang niet optimaal of volgens de 'Passief Huis' criteria. De nieuwe criteria van BENG wordt per 2021 dus ook $R_c = 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ voor gevels.

Wanneer een huis slecht geïsoleerd is, kan jaarlijks behoorlijk wat geld bespaard worden wanneer de buitenschil goed geïsoleerd wordt; hoe meer isolatie, hoe kleiner het warmteverlies en dus ook de CO_2 uitstoot. Investeren in isolatie is dus ook een diepte-investering die aan de ene kant geld voor verwarming bespaard en aan de andere kant het milieu ten goede komt, en waarmee bovendien het comfort en de waarde van de woning wordt verhoogd.

Figuur 35. Prijsopbouw gevelisolatie.

Deze grafiek laat zien dat het grootste gedeelte van gevelisolatie uit arbeidskosten bestaat; zelf doen van binnenzijdige isolatie kan dus een flinke besparing opleveren¹⁵. Door meerdere offertes van verschillende opties en van diverse bedrijven en specialisten te vergelijken kan op kosten bespaard worden.

De offertes moeten wel op basis van dezelfde gegevens zijn opgesteld.



Prijzen gevelisolatie. Hieronder staan de **2019 prijzen** van twee soorten gevelisolatie: binnenzijdige muurisolatie en buitenzijdige muurisolatie.

Bij een tussenwoning met een muuroppervlak van 65 m^2 liggen de buitenzijdige gevelisolatie kosten rond de **€8.000,- tot €9.000,-** ($\text{€ } 130/\text{m}^2$). Het aantal/breedte van de waterslagen (onder de raamkozijnen), hoeken, ventilatieopeningen en type stuc- en schilderwerk (type verf en duurzaamheid verf), en hoe diep de isolatie de grond in gaat is allemaal relevant. Bedrijven zijn voor het aanbrengen verplicht om veilige steigers te gebruiken. Het opzetten en afbreken van de steiger is in de prijs inbegrepen. Bij de toepassing van steenstrips zijn de kosten van de gekozen en bij de vergunning goedgekeurde soort ook belangrijk.

Bij rijtjeswoningen wordt vaak het buitenspouwblad verwijderd en het nieuwe geïsoleerde buitenspouwblad van de muur op de oude fundering geplaatst. Bij de toepassing van steenstrips is dat geen verhoging van de belasting. Bij oude spouwmuren waarvan de spouwankers verroest zijn is dit eveneens de optie.

Isoleren van binnen is meestal iets goedkoper, vooral wanneer dit zelf gedaan wordt. De prijzen van een aannemer of klussenbedrijf voor gevelisolatie via de binnenzijde liggen rond de **€6.000,- tot €7.000,-** ($\text{€ } 100/\text{m}^2$). De kwaliteit van de binnen-afwerking, tegelwerk (bij een badkamer), het verplaatsen van radiatoren, vensterbanken en de aansluiting op de bestaande vloerafwerking zijn allemaal relevant.

¹⁵ Op het internet kunnen flinke partijen PIR-isolatieplaten gevonden worden in verschillende diktes. Sommigen hebben een aluminium dampdichte laag aan een of twee zijden. Deze partijen zijn vaak restanten van grotere gebouwisolatie projecten en kunnen soms iets beschadigd zijn. Ze kosten echter wel de helft en isoleren net zo goed als nieuwe platen. Kleine aannemers zijn wellicht bereid een dergelijke optie te gebruiken.

Bij het opvragen van offertes per internet worden meestal slechts de kosten van de netto geveloppervlaktes gegeven. Bij veel kleine oppervlaktes wordt het duurder. Zelf doen kost de helft.

Ook de onderkanten van de raamkozijnen (waterslagen of lekdorpels) hebben een extra behandeling nodig en worden per strekkende meter extra berekend. Bij lage woningen worden de platen meestal gelijmd, alleen boven de 20m is verankering verplicht. Op erg winderige hoeken (zuiging) kan extra verankering wenselijk zijn. Ankers zouden dan voldoende thermisch onderbroken moeten zijn.

Voor het schilderen van buitenmuren kunnen verschillende soorten verf gebruikt worden die allemaal verschillende eigenschappen hebben (gewone weervaste muurverf, siliconen, ThermoShield, dampopen, etc.) die ook weer invloed hebben op de levensduur van de verf en de prijsstelling.

11.1. Kostentabel gevelisolatie (2019), voor 2025 ongeveer 50% verhoging.

Type woning	Oppervlakte gevel	Kosten binnenmuur isoleren*	Kosten buitenmuur isoleren*	Kosten spouwmuur isoleren*
Appartement	25 m ²	€2.250,- tot €2.750,-	€3.000,- tot €3.500,-	€500,- tot €600,-
Tussenwoning	65 m ²	€6.000,- tot €7.000,-	€8.000,- tot €9.000,-	€800,- tot €1.100,-
2 onder 1 kap	100 m ²	€9.000,- tot €11.000,-	€12.000,- tot €14.000,-	€1.500,- tot €1.800,-
Vrijstaande woning	150 m ²	€15.000,- tot €16.000,-	€18.000,- tot €22.000,-	€2.200,- tot €2.500,-

**Let op: dit zijn gemiddelde kosten, inclusief arbeids-, materiaalkosten en btw, echter zonder bijkomende kosten zoals speciale afwerkingen onder ramen en langs de zijkanten.*

Via de website 'Energie Verbonden': <https://energieverbonden.nl/infobladen-verduurzamen-eigen-woning/> kan wat basisinformatie over verschillende onderwerpen/maatregelen worden verkregen.

12. Offerte beoordeling

De offerte voor buitenzijdige gevelisolatie (zoals Crepi) heeft verschillende componenten die elk een kostenpost betekenen. Slechts door alle offertes op elk van die kostenposten te beoordelen en door te rekenen kunnen offertes goed met elkaar vergeleken worden. Daarnaast zijn de verzekeringsvoorwaarden en de bedrijfsgaranties een belangrijk onderdeel.

Componenten van een offerte:

- a. Het hoofd isolatiemateriaal wordt per m² berekend. Basis is **EPS-platen** of minerale wol isolatieplaten. (Rc = 0,28 per cm dikte) Deze platen hebben veel bedrijven de voorkeur omdat ze iets buigbaar zijn.
Een dunnere isolatie is met **Recticel** (Rc = 0,45 per cm dikte) of **Resol** (Rc = 0,5 per cm dikte). Deze platen geven een dunnere isolatielaag, maar zijn stijf en gecacheerd (dampdicht). Vanwege de stijfheid kunnen op de duur (soms) dunne scheurtjes in het pleisterwerk ontstaan. Om deze reden willen sommige bedrijven niet met de stijve platen op oude niet-vlakke muren werken.
Een natuurlijke, biobased **houtvezelplaat** (e.g. Steico, Rc = 0,26 per cm dikte). De grote massa van de plaat (50 kg/m³) gaat gecombineerd met een grote warmteopslag capaciteit (2.100 J/kgK = 2x EPS). Hierdoor werkt de warmte doorgang sterk vertragend.
Een **open, geventileerd** systeem. Dit heeft een lage isolatiewaarde.
- b. Voordat de gevelisolatie wordt aangebracht moeten de **waterslagen** onder de kozijnen en op onafgedekte bovenkanten geplaatst.
- c. Het afhalen, verplaatsen en maken van **regenwaterafvoer** of nieuwe (bredere) dakranden.
- d. Waar nodig in de bouw: compriband **tussen bouwdelen** en stukstop voor de afdichting, hoekprofielen op alle uitwendige hoeken. Deze extra's worden per meter lengte berekend. De neggekanten voor de dikte van de isolatie (worden per m² berekend).
- e. De **montage en afwerklaag**. Voorbehandeling van de ondergrond indien nodig, hechtmortel of ankers voor de platen, alkalisch bestendig glasvezel, stucwerk en schilderwerk.
- f. Bij **kozijnhoeken** of waar een spanning te verwachten is, worden er diagonaal stroken glasweefsel onder het normale weefsel aangebracht.
- g. Maken van een begane grondvloer **ventilatierooster** of het verlengen van een gevelventilatierooster.
- h. Bitumenemulsie voor **waterdichte afwerking** onder het maaiveld niveau van EPS platen. Resol wordt niet onder het maaiveld toegepast. Dit wordt per m² berekend. Ook het uitgraven van een sleuf langs rand langs de gevel (30 x 40 cm) en het weer later invullen kan een extra kostenpost zijn. Licht er langs de gevel een bestrating of tegels?
- i. **Steigerwerk**. De gevel moet 2 m vrij zijn van obstakels m.u.v. een doorgang. De standaard steiger moet 30 cm van de gevel vrijstaan en in 1 m breed smalle steiger van 60 cm (bij tussendoorgang). Bovenkant waterdicht/licht-doorlatend afgedekt (doorwerken bij regen). Indien aan de straatzijde moet deze afgedekt met gaas. Trappenhuisen (minimaal elke 40 m¹). Bouwkundige aanpassingen voor het plaatsen van de steigers zijn niet inbegrepen (b.v. bij galerijen).
- j. **Grofvuil** wordt afgevoerd door gebruik van een container.
- k. **Sausen of schilderen** van de gevel met opgave van het type verf.

Afhankelijk van de afspraken levert de woningeigenaar stroom en water, toiletvoorziening, kleed en schaftruimte, parkeerplaats, plaats voor droge en afsluitbare opslag bouwmaterialen, verwijderen van obstakels die aan de gevel vastzitten (poortje, tuinhek, HWA, zonneschermen, vlaggenmast, Airco leidingen, afplakken en beschermen van kozijnen in de gevel).
Verlengen van het dakoverstek wanneer de pannenlijn langs de gevel stopt.
De aannemer is niet verantwoordelijk voor beschadiging aan beplanting of tuinrichting.

Er is een minimale omgevingstemperatuur noodzakelijk van 5°C. De offerte gaat er van uit dat er ononderbroken doorgewerkt kan worden. De offerte geeft vaak de betalingstermijnen aan. Van de prijsopgave moet het duidelijk zijn of het al-dan-niet inclusief BTW is.

13. Crepi gevel techniek.

Crepi gevel is een mengsel op basis van cement. Je kunt het gebruiken als eerste laag voor mortel of pleister op een grote muur. Je kunt het ook gebruiken om je gevel mee te bekleden.

Crepi gevel op bestaande muren. De gevel laten bepleisteren met Crepi is een interessante optie wanneer deze aan renovatie toe is. Maak van de gelegenheid gebruik om de gevel aan de buitenzijde te isoleren. Zo ziet de woning er niet alleen als nieuw uit, maar bespaar je ook op de energiekosten.

Crepi prijs. Voor het renoveren van een gevel met Crepi moet je rekening houden met een gemiddelde prijs die varieert van €40 - €80 (zonder isolatie, prijspeil 2022), afhankelijk van het soort bepleistering, tot €100 - €140 per m² met isolatie afhankelijk van soort en dikte isolatie.

13.1 Soort gevelbekleding.

Er zijn twee soorten pleister, kunstharspleister en minerale sierpleister:

Prijs Crepi met kunstharspleister, zonder isolatie: gemiddeld €75/m² (excl. btw).

De prijs van kunstharspleister, met isolatie bedraagt gemiddeld €90 à €110/m² (excl. btw).

Prijs Crepi met minerale sierpleister, zonder isolatie: gemiddeld €64/m² (excl. btw).

De prijs van minerale sierpleister, met isolatie bedraagt gemiddeld €80 à €100/m² (excl. btw).

A. Crepi kunstharspleister. Kunstharspleister (siliconen pleister of synthetische pleister) is een pleister op basis van kunsthars. Dat maakt het elastischer en meer bestand tegen vocht, krassen, scheuren en vervuiling. Dit soort Crepi is ideaal in combinatie met gevelisolatie. Bovendien kan het op zowat elke ondergrond worden aangebracht.

B. Crepi minerale sierpleister. Minerale sierpleister is een natuurlijk product met dampopen en waterkerende eigenschappen. Het bestaat uit een mengsel van zand, kalk en cement. In tegenstelling tot kunstharspleister is minerale sierpleister gevoeliger voor vuil, mossen en scheurvorming. Het is wel de ideale gevelbepleistering om oneffenheden weg te werken, aangezien het dikker kan worden aangebracht.

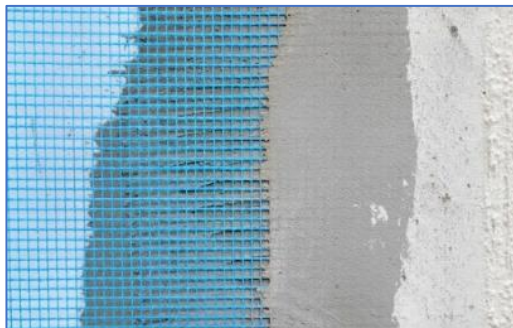
C. Crepi in combinatie met gevelisolatie. Het laten renoveren van een gevel met Crepi combineert men meestal met het aanbrengen van gevelisolatie. Dat heeft dan ook enkele interessante voordelen te bieden. Je kan niet alleen heel wat besparen op de energiefactuur. Je verhoogt ook het warmtecomfort in huis omdat het binnenklimaat minder onderhevig is aan temperatuurschommelingen. Meestal kiest men voor isolatieplaten i.c.m. kunstharspleister. De kostprijs is vooral afhankelijk van het gebruikte isolatiemateriaal. EPS-isolatieplaten zijn daarbij het meest gangbaar.

D. Een betere bescherming van de gevel. Een gevel die bepleisterd is met Crepi én afgezet is met isolatie is beter beschermd tegen weersinvloeden. Beschadigd voegwerk door strenge vorst is verleden tijd. Ook doorslaand vocht op de binnenmuren zal niet meer voorkomen.

13.2 Hoe wordt Crepi aangebracht op een bestaande gevel?

Vorbereiding. Al het nodige materiaal zoals een afvalcontainer en steiger wordt klaargezet en de omgeving wordt afgedekt. Dat laatste doet men om te voorkomen dat het voetpad of terras vervuild raakt tijdens het aanbrengen van de sierpleister.

Figuur 36. Van links naar rechts. Glasvezel op isolatie of muur, glasvezel op lijm/pleisterlaag, siliconen pleisterlaag 12 tot 15 mm, kunsthars of minerale stuclaag of sierstuc. In de stuclaag kan een reliëf gekrast worden. Buitenste laag is de verflaag. Eventueel een transparante grondeerlaag die vuilafstotend is. Siliconenpleister is elastisch.



Voorzien van hoekprofielen. Hoekprofielen plaatst men als versterking van de gevelhoeken en als geleider van het pleistermateriaal. Bij isolatie komen de hoekprofielen op de isolatie.

Aanbrengen van een wapeningsnet. Een wapeningsnet werkt barsten en scheuren in de gevel weg. Wanneer er geen gevelisolatie aangebracht wordt, plaatst men het wapeningsnet rechtstreeks op de oude gevelbekleding. Om scheuren te voorkomen wordt dit proces soms 2 tot 3 keer herhaald. Wanneer men ook isolatie plaatst is er slechts één wapeningsnet nodig. De isolatie wordt door middel van lijm en eventuele pluggen aangebracht op de gevel; daarna plaatst men het wapeningsnet.

Crepi aanbrengen. Siliconenpleister brengt men doorgaans in 3 lagen aan. Na de basislaag, eventueel versterkt met een wapeningsnet, brengt men een hechtingslaag aan. De kunstharspleister vormt de uiteindelijke afwerking laag. Minerale sierpleister brengt men in 1 laag, van 12 tot 15mm, aan. Na het drogen kan men met een speciaal krasbord de gewenste structuur aanbrengen.

Figuur 37. Crepi aanbrengen op de gevel vraagt expertise. Het is dan ook aangeraden een erkende vakman in te schakelen. Bij de randafwerkingen worden roestbestendige hoekprofielen toegepast met een extra wapeningsnet. De waterslagen onder de ramen kunnen worden afgewerkt met tegels die 4 tot 5 cm uitsteken en een afdruiplsleuf hebben.



Onderhoud. Elke gevelbekleding, welke dan ook, wordt vuil. Het onderhouden van een gevel die bekleed is met Crepi is echter zeer eenvoudig. De Crepi reinigen door deze met de tuinslang af te spoelen kan al een groot verschil maken. Je kan er ook voor kiezen om de pleisterlaag te laten voorzien van een transparante grondeerlaag. Deze zorgt ervoor dat de gevelbekleding 100% waterafstotend wordt. Daardoor zal deze minder snel vuil aantrekken. Zeker bij witte Crepi is dat aangeraden. Om te voorkomen dat regenwater langs de gevel naar beneden loopt en dus om vervuiling van de Crepi te voorkomen, zijn volgende aspecten van belang: Raam- en deurdorpels moeten voldoende uitsteken, zo'n 4 à 5cm. Ze kunnen ook voorzien worden van een stootrand of afdruiplsleuf.

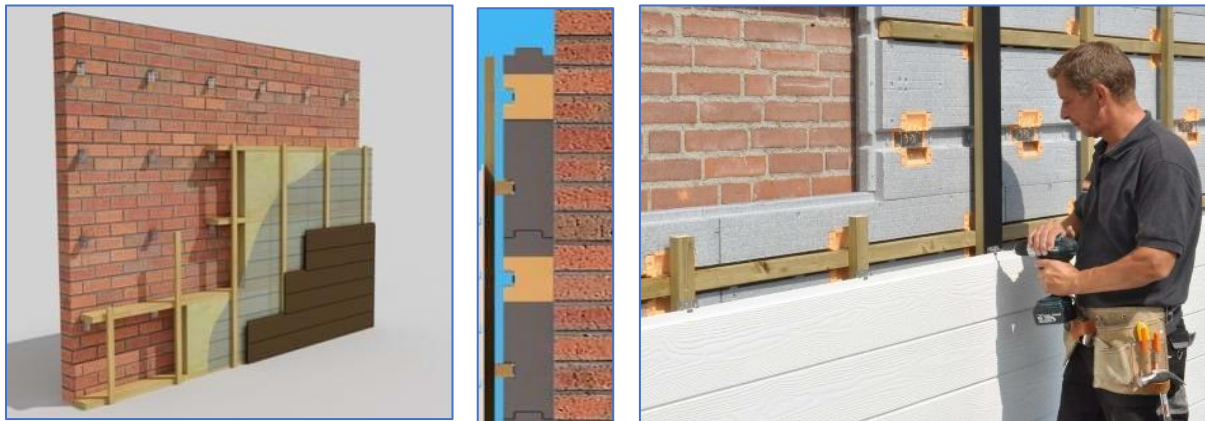
Dakranden moeten na het aanbrengen voldoende uitsteken, zo'n 5 cm minimaal. Luchtkokers en ventilatieroosters moeten voldoende uitsteken of voorzien worden van een kap. Wees aandachtig voor optrekkend vocht of spatten aan de onderkant van de gevel. Een gevelplint kan hier bescherming bieden.

Crepi is een van de populairste soorten gevelbekleding. Siliconenpleister biedt een goede oplossing tegen mogelijke mini-scheurtjes dankzij haar elasticiteit.

Websites met links van of over buitenzijdige gevelisolatie.

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/gevelisolatie-buitenkant/> met algemene informatie en
<https://www.joostdevree.nl/shtmls/gevelisolatie-buitenzijde.shtml>
of <https://www.isolatie-info.nl/gevelisolatie>

<https://www.isobouw.nl/nl/producten/gevel-isoleren/slimfort-gevelisolatie/>



Figuren 38. Links: traditionele muurisolatie wordt onderbroken door regels die daardoor thermische lekken kunnen opleveren als deze niet door de isolatie onderbroken worden.

Midden en rechts: Slimfort loopt door zonder thermische bruggen.

Het getoonde hierboven systeem heeft vanwege het regelwerk een grotere toegevoegde dikte dan isolatieplaten die direct op de muur worden geplakt of verankerd. Het rechter Slimfort systeem zit op de profielen en voorkomt daarmee thermische bruggen. Door de profielen kan daardoor ook voor hogere gebouwen worden toegepast.

https://www.isobouw.nl/media/10748/isbouw_slimfort_brochure-lr.pdf
<https://www.isobouw.nl/nl/producten/gevel-isoleren/polystuc-buitengevelisolatie/> met
https://www.isobouw.nl/media/3597/20108105_Isobouw_leaflet_PolyStuc_150dpi.pdf
<https://www.knauf.nl/skin> met de isolatie op de gevel geplakt of verankerd bij hogere bouw.
<https://knauf.nl/media/download/Knauf%20Skin%20Gevelisolatie%20Montagehandleiding-1.pdf>

Figuur 39. Voorbeeld van de toepassing van het Knauf systeem waarbij de platen worden verlijmd of geankerd op de gevel aangebracht.



<https://www.sto.nl/nl/producten/alles-over-gevels/isoleren/buitenisolatie.html> met Stotherm classic <https://www.sto.nl/nl/producten/alles-over-gevels/gevelisolatie-top-3/stotherm-classic.html>

<https://bsbisolatie.nl/gevelisolatie-prijzen-tips-en-subsidie/> website met kostenindicatie

Figuur 40.
Afbeeldingen
van website
bsbisolatie.nl.



<https://www.isolect.nl/> installatiebedrijf gebruikt o.a. isobouw materiaal, en XPS voor daken.

<https://alsecco.nl/gevelisolatie/> met Standaard, Hightech en geventileerd buitengevelisolatie. Standaard in Ecomin <https://alsecco.nl/gevelisolatie/standaard/ecomin/> en Basic. <https://alsecco.nl/gevelisolatie/standaard/basic/>

<https://isofinish.nl/> met houtskelet gevelopbouw. Montage systeem Borgh (Facafix) <https://isofinish.nl/gevelrenovatie-en-isolatiesysteem/borgh/> Gevelsysteem Deceuninck <https://isofinish.nl/gevelrenovatie-en-isolatiesysteem/deceuninck/> Gevelsysteem Eternit <https://isofinish.nl/gevelrenovatie-en-isolatiesysteem/eternit/> Met Powerwall® Recitcelplaat <https://isofinish.nl/gevelrenovatie-en-isolatiesysteem/recticel/> <https://www.gevelrenovatie-info.nl/gevelbekleding/crepi-gevel> , met uitgebreide algemene informatie over het proces.

<https://www.strikolith.com/gevelisolatiesystemen/> opties Comfort EPS of MW en verschillende afwerking zoals sierpleister, schuurpleister, steenstrips en natuursteen.

<https://www.youtube.com/watch?v=Nt7DjZRdURI> filmpje

<https://isolatiewaarde.eu/gevelisolatie-de-opbouw/> met informatie over systeem van werken.

<https://www.nl.weber/verwerkingsrichtlijnen-buitengevelisolatie> met serie van 28 beelden over het aanbrengen isolatieplaten, en afwerken. BEAMIX.

Op de website van www.cultureelerfgoed.nl gaat document "RCE_na+isolatie_professionals_v3.1-A" over het isoleren van monumenten.

Zie ook: <https://www.ikgabouwen.be/tips-en-fabels-rond-condensatie-isolatie-en-koudebruggen/>

Noot: Met het gebruik van het woord 'koudebrug' wordt feitelijk 'thermische brug' bedoeld; als het buiten warm is dan wordt het een warmtebrug. Ook komt de koude niet naar binnen, maar de warmte gaat eruit. 'Thermische brug' of 'warmtebrug' zijn fysisch correcte benamingen.

Op deze website: <https://www.werkspot.nl/isolatie/prijzen-kosten/binnenmuur-isoleren> staan eenheidsprijzen voor binnenzijdige thermische isolatie. Daarbij moet dan in aanmerking genomen worden dat de oppervlaktes vrij groot zijn, er geen randafwerkingen rond ramen en deuren in de prijzen zijn meegenomen, er geen radiatoren verplaatst hoeven te worden en er geen decoratie, behang, stucwerk of schilderwerk plaatsvindt. In de meeste situaties, met uitzondering van grote lege zolderruimtes is dit weinig reëel. Bij het zelf-doen kunnen aanzienlijke bezuinigingen worden gerealiseerd.

Omschrijving airflex expert 50 <https://www.nbd-online.nl/product/178426-flexibele-meerlaagse-isolatieleden-airflex-expert50> en producten op <https://shop.airflex.nl/nl/airflex-expert50-isolatiefolie>

*Noot: De isolatiewaarde van meerlaagse isolatiedekens geldt pas wanneer deze **verticaal loshangen** en niet als het is samengedrukt. Bij het vastspijkeren achter (of onder panlatten) verliest de isolatiedeken het merendeel van de isolatiewaarde, waarbij de gemiddelde isolatiewaarde van een constructie zeer sterk wordt verminderd. Zie ook document "Dunne binnenzijdige na-isolatie" op www.nienhuys.info*

Er zijn ook kant-en-klare isolatie voorzetwanden beschikbaar van Faay die al van een afwerklaag zijn voorzien. Deze komen in verschillende hoogtes en dikten. <https://www.faay.nl/na-isoleren/> W'all-in-One® Basic is een voorzetwand met maximale thermische isolatie. Naast W'all-in-One®-panelen met sponning zijn er ook W'all-in-One®-panelen met rechte, ongeprofileerde langskanten. De W'all-in-One® basic-panelen.
