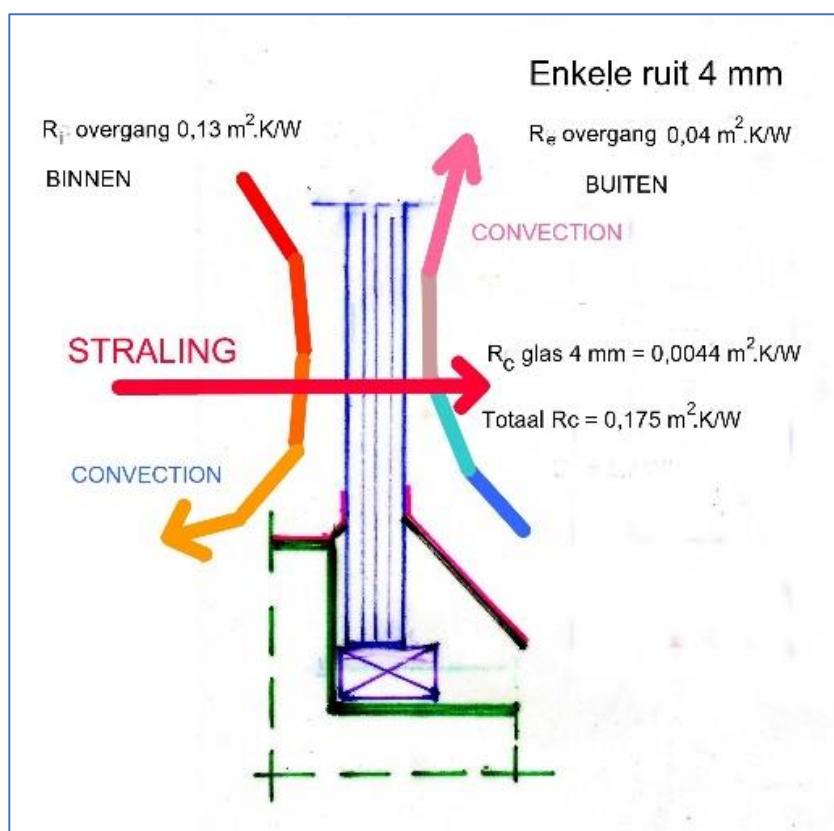


Achterzetruiten isolatiewaarden vergelijken

Wat is het rendementsverschil van extra glasruiten of Acrylplaat?



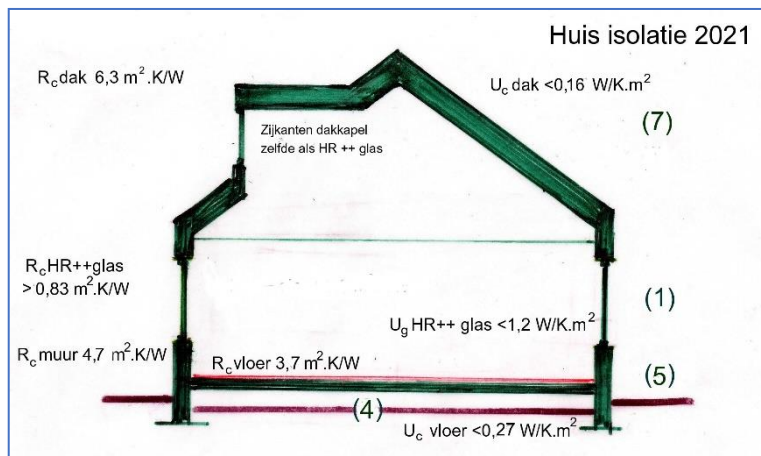
Abstract: Een overzicht van de isolatie verbeteringsopties van voorzet- en achterzetruiten en het percentage aan isolatieverbetering. Hoe hoger het percentage, hoe beter het energie en financiële rendement. Opties wanneer men goede kwaliteit kozijnen of isolatieglas niet wil vervangen. De laatste pagina geeft een voorbeeldberekening op van de energiebesparing en een samenvatting van de verschillende terugverdientijden op een verandering van ruiten.

Achterzetruiten isolatiewaarden vergelijken

Bij het maken van een keuze voor een betere woningisolatie is het belangrijk te weten dat de ramen en deuren de meeste warmte verliezen per m² oppervlakte. Ook voor nieuwbouwwoningen die voldoen aan de minimale nieuwbouweisen blijven de ramen de grootste energie verliespost per m² oppervlakte vanwege hun lage isolatiewaarde¹.

Figuur 1.

Minimum nieuwbouwnormen 2021
 met Rc waarden (isolatiewaarden).
 Begane grond vloer. **Rc = 3,7 m².K/W**
 Buitenmuren **Rc = 4,7 m².K/W**
 Dakconstructie **Rc = 6,3 m².K/W**
 Ramen, deuren, panelen, dakkapel/-
 glas, kozijnen **Rc > 0,83 m².K/W**. (Ug =
 < 1,2 W/m².K)



Het vervangen van matig of oude slecht isolerende ruiten voor nieuwe HR⁺⁺ of beter is relevant wanneer er een flinke sprong in de isolatiewaarde wordt gemaakt. Als dat niet zo is dan wordt de terugverdiendtijd op de energierekening erg lang en zal het economisch rendement dus laag zijn.

Bij het vervangen van oude HR (≈ jaren 1995) met een isolatiewaarde van Rc = 0,6 door een gewone of minimumnorm HR⁺⁺ ruit (Rc = 0,83) levert een isolatieverbetering op van Rc = 0,23 of **38%**.

Bij het vervangen van oude HR⁺ (≈ jaren 2000) met een isolatiewaarde van Rc = 0,7 door een gewone of minimumnorm HR⁺⁺ ruit (Rc = 0,83) levert een isolatieverbetering op van Rc = 0,13 of **18%**.

Het is mogelijk om oude isolatieruiten te vervangen door een betere soort HR⁺⁺ (Rc = 0,9 of zelfs 1), maar dan nog zal de isolatiewinst in percentages onder de 100% blijven.²

Wanneer de bestaande (isolatie) ruiten en de kozijnen van goede kwaliteit zijn is het mogelijk om ruiten bij te plaatsen, hetgeen meestal een veel economischer oplossing is dan het eerst weggooien van de oudere isolatie ruiten.

Zie onder andere de documenten “Twee dubbel glas” en “101-Soorten-Glas” op www.nienhuys.info

¹ Een uitzondering kan de mechanische ventilatie zijn wanneer dit geen balansventilatie is met WTW (WarmteTerugWinning). In deze situatie zal het systeem constant warme lucht afvoeren en koude lucht van buiten aantrekken die dan constant verwarmd moet worden. De binnenhuis lucht wordt dan in de winter erg droog. Een optie is om op de ventilator een stroomonderbreker (timer) te zetten.

² Wanneer een klant niet aan het glasbedrijf specificeert wat de nieuwe isolatiewaarde moet zijn van de ruiten dan is de kans groot dat slechts de minimumnormwaarde wordt geleverd, terwijl de totale kosten inclusief het plaatsen en afwerken (schilderen) weinig verschil zullen maken.

Van lage isolatiewaarde naar een hogere zijn de volgende opmerkingen relevant:

De glashandel geeft de U-waarde van het glas aan. Dit is de warmte doorgangswaarde in $W/m^2.K$

De isolatiewaarde is het omgekeerde. $R_{constructie} = 1/U$ in $m^2.K/W$

Om de isolatiewaarden van het glas te vergelijken met bouwconstructies wordt in dit paper slechts de R_c -waarde gebruikt van de constructie of R_g -waarde voor glas.

Enkel glas heeft ongeveer dezelfde isolatiewaarde als Glas-in-Lood (GiL). Deze isolatiewaarde bestaat hoofdzakelijk uit de twee overgangswaarden. Exterieur $R_{se} \approx 0,04 m^2.K/W$ en interieur $R_{si} = 0,13 m^2.K/W$. Samen dus ongeveer $R_s \approx 0,17 m^2.K/W$. Dit zijn jaargemiddelden voor 3 mm glas of Acrylplaat. Wanneer het niet waait dan is de buiten overgangswaarden R_{se} beter/hoger³.

Glas zelf geeft nauwelijks thermische isolatie: 3 mm glas met $R_g = 1,2 \times 0,003 = 0,0036 m^2.K/W$.

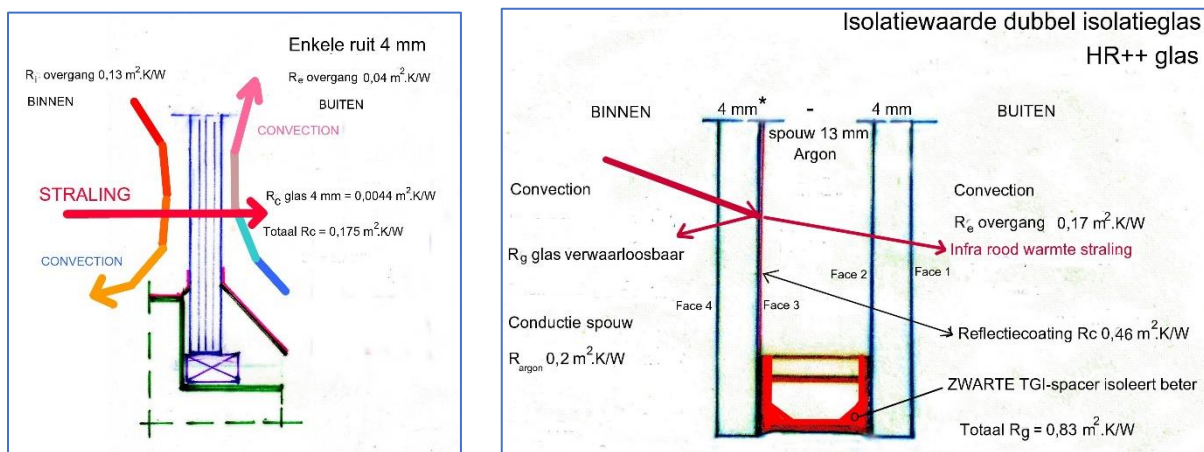
Voor een enkel glas buitenruit wordt daarom gerekend met $R_g = 0,175$ of U-waarde $5,7 W/m^2.K$

Acrylplaat/Polycarbonaat is 3X zo isolerend. Een 2 mm Acrylplaat met $R_g = 5 \times 0,002 = 0,01 m^2.K/W$.

Een dikke Acrylplaat van 2 cm dik geeft $R_g = 5 \times 0,02 = 0,1 m^2.K/W$.

Bij deze materiaalwaarden komen dan de overgangswaarden uit de vorige alinea.

Het opgetelde isolatie effect van Acrylplaat ten opzichte van glas is dus erg weinig.



Figuren 2. De isolatiewaarde van enkel glas wordt hoofdzakelijk bepaald door de twee gemiddelde overgangswaarden van binnen en buiten bij elkaar op te tellen.

Isolatieglas HR++ heeft een Low-E coating op face 3 wordt een groot gedeelte van de warmtestraling naar buiten geblokkeerd en is daardoor meer isolerend. Bovendien is de vulling Argon gas dat beter isoleert als lucht.

Bij een tochtportaal wordt de isolatiewaarde van de binnen-tochtdeur dus de waarde van de ruit en tweemaal de binnen overgangswaarde of $R_c = 0,284 m^2.K/W$. Afgerond ongeveer $R_c = 0,3 m^2.K/W$.

De door de deur gecreëerde luchtkamer (tochtportaal) levert niet meer op dan $\approx 0,18 m^2.K/W$.

Een tochtportaal R_c $0,18$ met enkel glas buitendeur R_g $0,17$ en enkel glas binnendeur R_c $0,26$ levert

dan een isolatiewaarde op van $\approx R_c$ $0,6$. Een thermische glasfolie (e.g. 3M™ Thinsulate™) aan de warme kant levert extra $R_f = 0,1$ op. Tochtportaal met twee folies dus samen $R_c = 0,8$.

De optimale luchtspouw tussen twee ruiten moet ongeveer 18 mm tot 20 mm zijn en isoleert dan met een extra $R_c \approx 0,2 m^2.K/W$. Wanneer deze luchtspouw groter wordt daalt deze.

³ Wanneer het niet waait is de buitenzijdige overgangswaarde ongeveer $R_o = 0,12$ maar als het waait kan dat dalen tot $R_o = 0,01$. Alle glas isolatiewaarden voor buiten hebben deze variatie.

De verschillende isolatiewaarden van ruiten en spouwen kunnen bij elkaar opgeteld.

- A. De toepassing van op de binnenkant van het enkel glas (face 2) **geplakte isolatiefolie** heeft een redelijk effect op de isolatiewaarde, maar de totale isolatiewaarde blijft wel aan de lage kant. $R_g 0,17 + R_f 0,1 = R_c 0,27$ (**verbetering $\approx +63\%$**).⁴
Bij de toepassing van deze glasfolie op dubbelglas $R_g = 0,5$ wordt de nieuwe isolatiewaarde $R_c = 0,5$ (**verbetering + 20%**).
Bij de toepassing van deze thermische glasfolie op HR⁺ $R_g = 0,7$ wordt de nieuwe isolatiewaarde $R_c = 0,8$ (**verbetering + 14%**).
Bij de toepassing van deze thermische glasfolie op HR⁺⁺ $R_g = 0,9$ wordt de nieuwe isolatiewaarde $R_c = 1,0$ (**verbetering + 11%**).

De toepassing van **isolerende raam- of kozijnfolie** is zeer rendabel vanwege de lage materiaalkosten. Elke ruit of raamfolie op het raamhout (plastic) en enkel glas heeft bij een luchtspouw van 18 mm tot 20 mm een verhoogde isolatiewaarde van $R_c \approx 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ en creëert bij enkel glas ($R_c = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) een isolatie van $R_c \approx 0,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. (**+117%**). Het raam kan dan nog open (ventileren).

Figuur 3. Het aanbrengen van isolerende raam- of kozijnfolie is een vrij eenvoudige Doe-Het-Zelf activiteit. (Inkoop $\approx 3/\text{m}^2$, netto na de snijverliezen $\approx 5/\text{m}^2$.

De folie komt in verschillende afmetingen (1,5m x 1,7m en 4m x 1,5m), samen met transparant tweezijdig plakband⁵. Ook toe te passen bij kunststof of metalen ramen/kozijnen.

Het wordt met een schaar op maat geknipt en met de haarföhn strakgespannen wanneer het is vastgeplakt.

Het is wel kwetsbaar (honden, katten, kinderen).

Door de lage kosten is het meestal in een stookseizoen terugverdiend op de energierekening.



- B. Isolerende ruit of raam-/kozijnfolie op het raamhout (plastic) binnen en enkel glas. Dit geeft een luchtspouw van ongeveer 2 5 cm. Nieuwe isolatie is dan $R_g 0,17 + R_c 0,18 = R_c 0,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ (**+100%**). Het raam kan dan gewoon geopend voor ventilatie.
- C. Enkel glas plus 2x raam-/kozijnfolie. Op het raamhout (18 mm spouw) en op het kozijnhout (40 mm spouw) kan beiden een raamfolie geplakt worden. De nieuwe isolatiewaarde wordt dan $R_g 0,17 + R_c 0,2 + R_c 0,15 = R_c 0,52 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. (**+206%**). Omdat de folie op het kozijn zit kan raam kan dan niet geopend worden voor ventilatie.

⁴ <https://reflectglasfilm.nl/raamfolies/isolerende-raamfolie> en <https://www.scalasol.com/nl/isolatie-folie/> en <http://www.enkelglasisolatie.nl/enkelglasisolatie.nl/wp-content/uploads/2020/07/3M-Revisi-Isolerende-Raam-Folie.pdf> Dit zijn plak-glasfolies die aan de warme kant op het glas geplakt worden, niet te verwarren met 'isolerende raamfolie' die met een spouw op het raamhout of kozijn geplakt worden. Deze folies zijn niet eenvoudig om aan te brengen, meestal alleen door de glazenier, waardoor de toepassingskosten stijgen.

⁵ Tip voor het plakband gebruik. Plak de tape op het raam. Maak met een scherp mesje een lichte snee een paar cm van het einde. Met de punt van het mesje lift je vanuit de snee de dekstrook van het plakband.

Een nadeel van het dunne raamfolie is dat het kwetsbaar is. Wanneer op het kozijn geplakt kan het raam niet geopend worden voor ventilatie. Het is wel de meeste economische oplossing. Ook voor matig verwarmde ruimtes (slaapkamer) zijn de kosten binnen een stookseizoen terugverdiend.

Eenmaal met tweezijdig plakband op het raamhout of kozijn geplakt en strak gespannen met de haarföhn is het nauwelijks te zien.



Figuur 4. Eenmaal op het raamhout geplakt is het nauwelijks te zien. Dit komt onder andere door het tegenlicht effect.

Het thermische effect van **achterzetruiten** (binnen) is hetzelfde als **voorzetruiten** (buiten). De buiten voorzetramen worden meestal vastgezet met aluminium profielen (Belned of Grona). Deze kunnen in de kleur van het raamhout of kozijn geleverd of geschilderd worden.

Om de opties te vergelijken is het **percentage** verbetering aangegeven, wat overeenkomt met de **bezuiniging aan warmte-energie over dat oppervlakte**.

- D. Achterzetruit aan de binnenkant van enkel glas of GiL. $R_g 0,17 + R_c 0,20 \approx \mathbf{Rc 0,39 (+118\%)}$
- E. Achterzetruit op het kozijn met enkel glas. Omdat de luchtsouw bij achterzet-ruit op het kozijn meestal groter is dan 40 mm zal de nieuwe isolatiewaarde dan ongeveer $R_g 0,17 + R_c 0,15 \approx \mathbf{Rc 0,32 m^2.K/W}$ zijn. **(+90%)**
- F. Achterzetruit op het raam bij het ouder (< 1985) luchtgevuld isolatieglas geeft $R_g 0,4 + R_c 0,20 \approx \mathbf{Rc 0,6}$ overeenkomstig met HR+ glas. **(+50%)**
- G. Achterzetruit op het raam met HR glas levert $R_g 0,55 + R_c 0,20 \approx \mathbf{Rc 0,75 (+36\%)}$
- H. Achterzetruit op het raam met HR⁺ glas levert $R_g 0,75 + R_c 0,20 \approx \mathbf{Rc 0,95 (+26\%)}$
- I. Achterzetruit op het raam met HR⁺⁺ glas levert $R_g 0,85 + R_c 0,20 \approx \mathbf{Rc 1,05 (+23\%)}$

Uit de bovenstaande lijst is duidelijk dat hoe beter de isolatiewaarde van de bestaande ruit is, hoe minder het extra isolerende effect heeft van de achterzetruit (of voorzetruit). De energiebezuiniging per oppervlakte-eenheid is daarmee dus ook minder.

Een iets goedkopere en iets meer isolerende oplossing is om i.p.v. 3 mm glas **2 mm Acrylaatplaten** ($R_c \approx 0,01$) toe te passen. Deze zijn weerbestendig en blijven > 30 jaar helder (met zachte spons en zeep schoonmaken; niet schuren met zand!). Dit is iets goedkoper via de glashandel dan glas, maar aanzienlijk goedkoper via Doe-het-zelf (€ 30/m²). Ze wegen de helft van glas. De isolatiewaarden en verbetering zijn dan vergelijkbaar met de glazen/Acryl achterzetruiten hierboven. In de meeste situaties zijn bij verwarmde ruimtes (woonkamers) de kosten in 2-4 jaar terugverdiend, een beetje afhankelijk van het systeem en of de montage zelf wordt gedaan.

In een aparte paragraaf op het einde van dit document zijn de economische terugverdientijden berekend, maar deze zijn afhankelijk van de energie kosten (hier aangenomen als euro 1,50 /m³ gas) en de installatiekosten van de ruiten. Bij Doe het Zelf kunnen deze kosten aanzienlijk lager liggen. DE geschatte prijzen zijn dan ook nog zonder timmerwerken of schilderwerk. Een duurzame oplossing is meestal een meerwaarde voor de woning.

Het is mogelijk om zowel een voorzetruit (buiten) als binnen een achterzetruit toe te passen. Dit kan een optie zijn wanneer er buiten al een voorzetruit zit en er aan de binnenkant geen goede alternatieven zijn zoals de toepassing van een extra HR⁺⁺ ruit.

- J. Enkel glas met 2x voor/achterzetruiten 20 mm spouw $R_g 0,17 + 2*(R_c 0,2) \approx R_c \mathbf{0,47 (+235\%)}$
- K. Twee voor/achterzetramen op dubbel glas $R_g 0,37 + 2*(R_c 0,20) = R_c \mathbf{0,77}$ of HR⁺ (+108%)

Het is belangrijk om steeds voor de hoogste isolatiewaarde te gaan voor de meest verwarmde ruimtes. Dit betaalt zich snel terug in de lagere energiekosten. Bij de toepassing van Acrylplaten zijn de kosten meestal lager dan bij de toepassing van glas, maar voor ramen met een panorama functie geven Acrylplaten meestal geen meerwaarde aan de woning.

Het plaatsen van het **relatief goedkope HR⁺⁺ glas (standaard bouwnorm)** als voorzet- of achterzetruit levert het beste energierendement op met de laagste kosten; ook het beste financiële rendement. In de onderstaande lijst wordt gerekend met een redelijke kwaliteit HR⁺⁺ met $R_c = 0,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, maar HR⁺⁺ met $R_c = 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ is ook in de markt aanwezig. Deze hogere isolatiewaarde moet door de klant gespecificeerd worden anders plaatst de glazenier de goedkoopste minimum bouwnorm met $R_c = 0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ glas. (U-waarde $\leq 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

- L. HR⁺⁺ achterzetruit aan de binnenkant van een raam van enkel glas of GiL $R_g 0,17 + R_c 0,9 = R_c \mathbf{1,07 (+530\%)}$. De ruit moet aan de onderkant dragen en luchtdicht gemonteerd worden met glaslatten. Het bevestigen met (transparante) siliconenkit is een goede optie.
- M. HR⁺⁺ achterzetruit op het kozijn met (< 1985) luchtgevuld isolatieglas geeft $R_g 0,4 + R_c 0,9 = R_c \mathbf{1,3 (+225\%)}$. Ook hier is een luchtdichte montage belangrijk.
- N. HR⁺⁺ achterzetruit op een raam met HR glas levert $R_g 0,55 + R_c 0,9 = R_c \mathbf{1,45 (+160\%)}$
- O. HR⁺⁺ achterzetruit op een raam met HR⁺ glas levert $R_g 0,75 + R_c 0,90 = R_c \mathbf{1,65 (+120\%)}$
- P. HR⁺⁺ achterzetruit op een raam met HR⁺⁺ glas levert $R_g 0,85 + R_c 0,90 = R_c \mathbf{1,75 (+106\%)}$

Deze twee laatste opties zijn **tweedubbel glas**⁶ en zijn vergelijkbaar met een eenvoudige triple glas ruit (dit loopt van $R_g 1,7$ tot $R_g 2,0$), maar aanzienlijk goedkoper vanwege de hoge kosten van het triple glas (euro $\approx 250/\text{m}^2$). Bij het bestellen van triple glas moet de isolatiewaarde worden opgegeven anders levert de glazenier de minste kwaliteit van $R_g = 1,7$.

*Figuur 5.
Bij een goede isolatie van het raam zal en bij vochtig koud weer condensatie op de buitenkant van het glas optreden, te vergelijken met condensatie op autoruiten.*

*Foto van Triple glas
 $g_c = 2,0$*



⁶ Tweedubbel glas heeft aan de zonzijde van de woning mogelijk beperkingen. Zie doc op www.nienhuys.info

Het plaatsen van triple glas achter een bestaande (HR⁺ of HR) ruit is niet aanbevolen vanwege de complexiteit en dikte van de constructie; in dat geval is het beter om de oude ruit te vervangen voor een goede kwaliteit triple glas of vacuümglas.

- Q. Vacuümglas (8,3 mm) achterzetruit aan de binnenkant van enkel glas of GiL. Rg 0,17 + Rc 2,0 = **Rc 2,17 (+1175%)**. Dit kan een optie zijn bij monumenten waar het aanzicht van het gebouw van buiten niet mag veranderen en dus GiL niet vervangen of afgedekt mag worden.

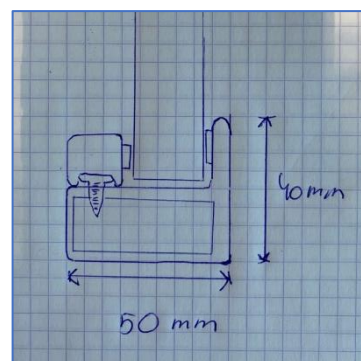
Opgelet: Bij een (geïsoleerd) monument zal op niet-geïsoleerde GiL **veel** condens optreden. Aan de onderkant van deze GiL-ramen is dan een gootje nodig met een waterafvoer naar buiten.

Bij GiL wordt soms overwogen om dit tussen twee nieuwe glasplaten te zetten. Dit is een vrij dure oplossing en verandert het aanzien van buiten omdat het dan een vlakke weerschijn heeft. De isolatiewaarde van een dergelijke constructie blijft laag (Rc = 0,4), tenzij gespecificeerd wordt dat op de binnenzijde van de binnenste ruit een warmte reflecterende Low-E coating komt. Zonder specificatie van de klant zal de glazenier dat niet vanzelf doen of aanbieden. Met een Low-E coating kan de isolatiewaarde Rc = 0,6 worden.

Bij het plaatsen van HR⁺⁺ of Vacuümglas achterzetruiten bij monumentaal GiL dienen deze ruiten volledig dampdicht op de dampdichte muur aan te sluiten om dampdoorgang naar het buitenstaande GiL te verhinderen. Openzetbare isolerende achterzet binnenramen van HR⁺⁺ zijn dan een goede oplossing wanneer ze goed (dampdicht) afsluiten.

Figuur 6. Slanke stalen profielen kunnen met HR⁺⁺ en een klemstrook worden voorzien. Op deze manier kunnen binnenzijdige achterzetramen of kozijnen (met scharnierende ramen) worden geplaatst. Schets van Blecks stalen ramen.

Met deze methode is het mogelijk om bij monumenten met oude weinig isolerende ramen een veel betere isolatie te krijgen. Of dat goedkoper is dan het plaatsen van vacuümglas is maar de vraag.



Wat levert de na-isolatie van de 2,5 m² voorzetruiten op?

Deze berekening is afhankelijk van de binnen- en buitentemperatuur en de energiekosten. Wanneer er met m³ gas wordt verwarmd dan is dat enigszins vergelijkbaar met een warmtepomp met een COP van 2,5 omdat de energetische waarde dan ongeveer gelijk is.

De berekening is gebaseerd op het aantal graaddagen dat weer gebaseerd is op de gemiddelde binnentemperatuur van 18°C en de buitentemperatuur. Die buitentemperatuur verschilt voor elk gebied in Nederland en wordt per jaar uitgerekend door de KNMI.

De **gemiddelde** binnentemperatuur⁷ wordt gesteld op 18°C. Elke graad lager levert veel energiewinst op van 6% - 7% bij een matig geïsoleerde gemiddelde woning (energielabel C).

⁷ Hoge thermostaatstand 20°C voor 6 uur en lage stand 16°C voor 18 uur maakt gemiddeld 18°C. Dat komt omdat de CV de ruimtes eerst allemaal moet warm stoken.

Bij een twee graden Celsius lagere gemiddelde binnentemperatuur is de energie bezuiniging van een gemiddelde woning ongeveer 12% tot 14%. Dit betekent een bezuiniging van **een hele maand stookkosten op het jaartarief** (bij elke maand een vast bedrag).

Voor de slaapvertrekken waar de gemiddelde temperatuur lager is dan in de woonkamers kan dan een lager aantal graaddagen berekend worden.

Op de website https://www.mindergas.nl/degree_days_calculation kan het aantal gemiddelde **gewogen graaddagen** berekend worden door de stookgrens en binnentemperatuur lager te stellen. Per één graad verschil in de gemiddelde temperatuur scheelt het ongeveer 12% graaddagen en daarmee dus ook energie. Voor een onverwarmde slaapkamer⁸ kan het gemiddelde verschil 3°C tot 4°C bedragen met 33% energieverschil.

24 is het aantal uren per graaddag. Het getal 9780 is de omrekenfactor in energiewaarden van gas.

Bij een **enkel glas ruit met Rg 0,17** is het warmteverlies⁹ $1/0,17 \times 24 \times 2600/9780 = 37,5 \text{ m}^3$ gas per m^2 glasoppervlakte en per stookjaar {gesimplificeerd $1/R_c \times 6,5$ }.

Bij een gezamenlijk ruitoppervlakte van 6 m^2 wordt het warmteverlies dan 225 m^3 gas of ongeveer € 337/jaar bij een gesubsidieerde gasprijs van slechts € 1,50/ m^3 .

Wanneer de gasprijs niet gesubsidieerd is met euro 3/ m^3 dan scheelt dat euro 664/jaar.

Bij het opwaarderen van die enkel glas ruiten naar HR⁺⁺ met $R_c = 0,85$.

Het warmteverlies is dan $1/0,85 \times 24 \times 2600/9780 = 7,5 \text{ m}^3$ gas per m^2 glasoppervlak per jaar. Het levert dus $37,5 - 7,5 = 30 \text{ m}^3$ gas per m^2 glasoppervlak per jaar op of € 45/ m^2 bij gasprijs € 1,50/ m^3 .

De kostprijs van een m^2 ruitverbetering van enkel glas naar HR⁺⁺ (euro 150/ m^2) wordt gedeeld door die € 45/ m^2 om het aantal jaren uit te rekenen waarbinnen het is terugverdiend op de energierekening. In deze opstelling: $150 / 45 = 3,3$ jaar terugverdientijd.

Wanneer de gasprijs hoger wordt, wordt de terugverdientijd korter.

Wanneer de installatie kosten hoger zijn, wordt de terugverdientijd langer.

Wanneer de oude ruit beter isoleert dan enkel glas wordt de terugverdientijd veel langer.

Er moet dus rekening gehouden worden met de variabelen.

Berekening van de terugverdientijd bij de vervanging van glas.

Het is mogelijk om de terugverdientijd van een isolatiemaatregel te berekenen, maar deze berekening is afhankelijk van de installatiekosten, de energiekosten, de waardeverandering van de woning, en of de CO₂-uitstoot of de milieuschade al dan niet doorberekend wordt. Bij een goede toepassing van nieuwe isolatie ruiten is het direct een waardevermeerdering van de woning. De toepassing van Acrylaat voor- of achterzetruiten is niet echt een meerwaarde van de woning.

⁸ Bij een gewoon houten plafond in de woonkamer zal de vloer van de slaapkamer behoorlijk verwarmen, waarbij de temperatuur in de slaapkamer zelden onder de 15°C uitkomt. Dat is ongeveer 4°C lager dan het plafond van de benedenetage. In feite heeft die slaapkamer dan 'vloerverwarming'. Het gaat hier dus om de werkelijke gemiddelde temperatuur.

⁹ Het aantal gewogen graaddagen is gesteld op 2800, bij een gemiddelde binnen temperatuur van 18°C. De gemiddelde temperatuur is wat lager genomen waarom het aantal graaddagen 2600 is genomen.

Sinds 2022 wordt de isolatiewaarde van de woningen meegenomen in de beoordeling van de woningwaarde.

Tot en met 2021 werd de milieuschade of de kosten van de CO₂ uitstoot niet of nauwelijks doorberekend, hoofdzakelijk omdat de energiekosten tot 2022 aan de lage kant waren. Wanneer de klimaatschade van de CO₂ uitstoot wel wordt doorberekend, en daarmee ook de uitstoot ten gevolge van de glasproductie, energieproductie, transport en bouwmaterialen **zal de energieprijzen dalen**.

Hoe kleiner de ruiten zijn, hoe hoger de kosten van de maatregel/m² zullen zijn. Wanneer de ruiten geplaatst worden door een glazeniersbedrijf dan zullen de kosten hoger uitvallen dan bij DHZ. Voor binnen geplaatste ruiten is het dan voordelig om het zelf te doen.

Het is echter niet alleen relevant om de terugverdientijd op de energierekening te berekenen want de verminderde CO₂ uitstoot is **als klimaatmaatregel ook erg relevant**.¹⁰ Bij een goede en duurzame isolatiemaatregel wordt meerwaarde van de woning gecreëerd, maar deze kan pas gekapitaliseerd worden bij de verkoop¹¹.

Een globale berekening is als volgt: Bestaand gasverlies/jaar in m³ voor de verwarmde ruimten: $1/R_g \times 6,5 \text{ m}^3$. Vermenig vuldig dit met de gasprijs/m³.

Na de isolatiemaatregel wordt $1/R_g \times 6,5 \text{ m}^3$ minder. Het verschil is de jaarlijkse bezuiniging. Voor de minder verwarmde ruimtes op de etage (slaapvertrekken) is het $1/R_g \times 6 \text{ m}^3$.

Uit de berekeningen volgt dat de terugverdientijd op de energierekening bij verwarmde ruimtes:

Voor de berekeningen zijn de volgende waarden aangenomen (december 2022).

Glazenier (HR⁺⁺ = euro 150/m² en triple glas euro 250/m²) excl. timmer- of schilderwerk door glazenier. Economische terugverdientijd berekend met euro 1,50/m³ gas. Wanneer de gasprijs verdubbeld naar euro 3,00/m³ gas zal de terugverdientijd op de energierekening halveren.

De isolerende glasfolies (pagina 4, bovenaan A) zijn niet vermeld omdat de prijs hier sterk afhankelijk is van de kosten van het plakken door de glazenier.

Van enkel glas (R_g = 0,17) naar enkel + voorzetraam (euro 100/m²) met frame (R_c 0,35) ≈ 3 jaar.

Van enkel glas (R_g = 0,17) naar enkel + voor + achterzet (euro 100/m²) met frame (R_c 0,5) ≈ 2,6 jaar.

Van enkel glas (of GiL R_g 0,17) vervangen naar HR⁺⁺ (R_g 0,9) ≈ 3 jaar.

Van enkel glas (GiL R_g 0,17) vervangen naar GiL tussen twee ruiten (euro 300/m², R_g 0,6) ≈ 7 jaar.

Van enkel glas (GiL) vervangen naar GiL tussen 2 ruiten+Low-E¹² (euro 330/m², R_g 0,7) ≈ 8 jaar

Van enkel glas naar enkel glas+spouw+HR⁺⁺ (R_c 1,27) ≈ 3 jaar.

Van enkel glas naar gewoon triple glas (R_g 1,7) ≈ 5 jaar.

Van enkel glas naar goed triple glas (R_g 2,0) ≈ 4,7 jaar.

Van enkel+voorzetruit (R_g 0,35) naar HR⁺⁺ (R_c = 0,9) ≈ 7,8 jaar

Van enkel+voorzetruit (R_g 0,35) naar enkel+voorzetruit+spouw+HR⁺⁺ (R_c = 1,27) ≈ 7,4 jaar.¹³

¹⁰ 1000 m³ gas levert 1,8 ton CO₂ uitstoot op. Momenteel wordt de CO₂-uitstoot niet gecompenseerd.

¹¹ Op basis van dit principe kan een bank een voordelige investeringslening geven.

¹² Dit wordt in de fabriek gedaan, maar de ruiten zitten zonder argongas dicht op het GiL.

¹³ Bij DHZ bestellen en plaatsen zijn de kosten aanzienlijk lager en dus ook de terugverdientijden.

Van enkel+voorzetruit (Rg 0,35) naar enkel+voorzetruit+spouw+tripleglas (Rc = 2,25) \approx 10,5 jaar.¹⁴

Van oud dubbel glas (< 1990 Rg 0,5) naar nieuw HR⁺⁺ (Rg 0,9) \approx 17 jaar.

Van oud dubbel glas (< 1990 Rg 0,5) naar zeer goede kwaliteit HR⁺⁺ (Rg 1,1) \approx 14 jaar.

Van oud dubbel glas (< 1990 Rg 0,5) naar gewoon triple glas (Rg 1,7) \approx 15 jaar.

Van oud dubbel glas (< 1990 Rg 0,5) naar goed triple glas (Rg 2,0) \approx 17 jaar.

Van oud dubbel glas (< 1990 Rg 0,5) naar oud dubbel+spouw+HR⁺⁺ (Rc 1,6) \approx 11 jaar¹⁵.

Van oud HR glas (< 1995 Rg 0,6) naar nieuw HR⁺⁺ (Rg 0,9) \approx 28 jaar.¹⁶

Van oud HR glas (Rg 0,6) naar oud HR+spouw+nieuw HR⁺⁺ (Rg 1,7) \approx 14 jaar.¹⁷

Van oud HR glas (< 1995 Rg 0,6) naar zeer goede kwaliteit HR⁺⁺ (Rg 1,1) \approx 20 jaar.

Van oud HR glas (< 1995 Rg 0,6) naar gewoon triple glas (Rg 1,7) \approx 24 jaar.¹⁸

Van oud HR glas (< 1995 Rg 0,6) naar goed triple glas (Rg 2,0) \approx 22 jaar.¹⁹

Van HR⁺ glas (> 1995 Rg 0,7) naar HR⁺+spouw+nieuw HR⁺⁺ (Rg 1,8) \approx 17,5 jaar.

Van HR⁺ glas (> 1995 Rg 0,7) naar gewoon triple glas (Rg 1,7) \approx 30 jaar.

Van HR⁺ glas (> 1995 Rg 0,7) naar goed triple glas (Rg 2,0) \approx 28 jaar.

Van HR⁺⁺ glas (> 2010 Rg 0,83) naar HR⁺⁺+spouw+nieuw HR⁺⁺ (Rg 1,93) \approx 22 jaar.

Van HR⁺⁺ glas (> 2010 Rg 0,83) naar gewoon triple glas (Rg 1,7) \approx 42 jaar.

Van HR⁺⁺ glas (> 2010 Rg 0,83) naar goed triple glas (Rg 2,0) \approx 37 jaar.²⁰

Van HR⁺⁺ naar vacuumglas van euro 300/m² (Rg 2,0) \approx 38 jaar.

¹⁴ Bij bovenruiten en GiL zijn de afmetingen klein en dan vaak de kosten per m² hoger. Voor triple glas is er wel voldoende kozijndikte nodig. Het opdikken van het kozijn zit niet in de prijs of berekening.

¹⁵ De goedkopere oplossing met HR⁺⁺ scheelt dus ongeveer 10 jaar (of halvering) in de terugverdiëntijd maar is niet geschikt voor alle ramen. Zie document "Twee dubbel glas" op www.nienhuys.info

¹⁶ Hoe hoger de isolatiewaarde van de oude ruit is, hoe kleiner de toegevoegde isolatie is. Deze berekening laat zien dat het economisch minder rendabel is, maar wel energie bespaart. Bij het lek raken van een oude ruit is het wel belangrijk om deze te vervangen door een zeer goede kwaliteit ruit en niet met gewoon HR⁺⁺.

¹⁷ Dit laat zien dat het bijplaatsen van een HR⁺⁺ ruit (wanneer mogelijk) 2X zo rendabel is dan het vervangen.

¹⁸ Hetzelfde economische rendement als de voorgaande, maar minder CO₂ uitstoot en hogere woningwaarde.

¹⁹ Dit is uitgezonderd de eventuele timmer werkzaamheden aan de ramen of kozijnen (kostenverhogend).

²⁰ Het is dus belangrijk dat de isolatiewaarde van het glas wordt opgegeven. Deze veranderingen zijn dus vooral relevant wanneer er sprake is van verbouwingen waar ook het raam/deur/kozijn verandert gaat worden.