

Technisch bulletin



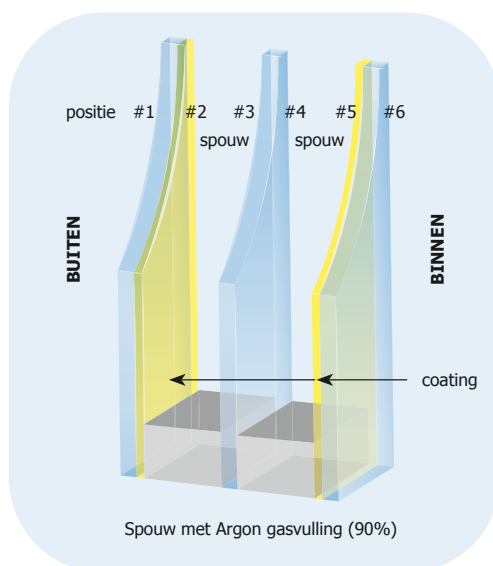
Triple beglazing
Drievoudig isolerend glas

Betere warmte-isolatie en meer comfort met Triple beglazing

Met drievoudig isolerende beglazing beter bekend als Triple beglazing of Triple glas, is het mogelijk om het warmteverlies via ramen en deuren nog verder te beperken en het (woon)comfort te verhogen ten opzichte van de huidige dubbelglas oplossingen. Naast de grote voordelen zijn er ook aandachtspunten die in acht genomen moeten worden bij Triple beglazing om het product duurzaam en optimaal te kunnen laten functioneren.

Opbouw Triple beglazing

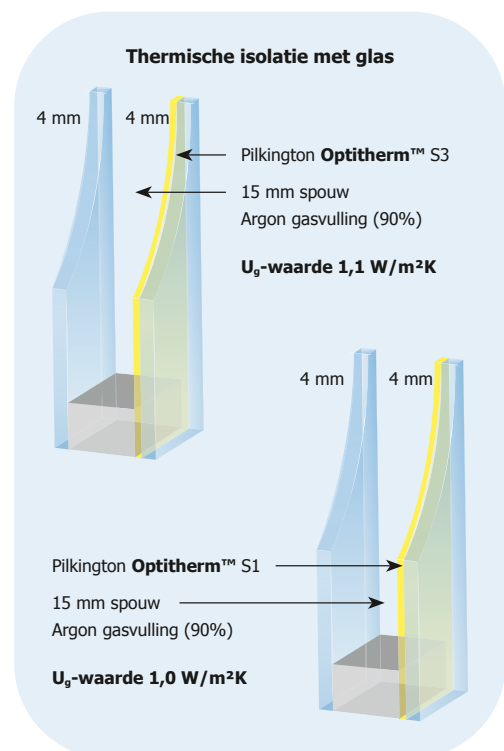
Een hoogwaardige Triple beglazing bestaat in het algemeen uit 3 bladen floatglas met daartussen 2 afstandhouders voorzien van een gas en vochtichte primaire dichting (Butyl) en rondom afgedicht met een polysulfide of siliconen randafdichting voor de mechanische sterkte. Hierdoor ontstaan er 2 luchtdichte en hermetisch afgesloten spouwen.



Op 2 van de 3 bladen floatglas is er aan de spouwzijde, meestal op positie 2 en 5, een warmtereflecterende coating aangebracht elk grenzend aan een afzonderlijke spouw. De beide spouwen zijn gevuld met een edelgas, zoals Argon of in bijzondere gevallen een Krypton gasvulling. Hierdoor ontstaat er een isolatieglas dat net zo duurzaam is als dubbelglas, maar met verbeterde isolatiewaarden en een hoger comfort.

U_g -waarden dubbelglas

In vergelijking met gewoon dubbelglas heeft Triple beglazing een lagere U_g -waarde (isolatiewaarde van glas). Standaard HR++ dubbelglas zoals Pilkington **Insulight**™ Therm met Pilkington **Optitherm**™ S3 en een met Argon gasgevulde spouw behaalt een U_g -waarde van 1,1 W/m²K bij een opbouw van 4-15A-4. Door het toepassen van een Pilkington **Optitherm**™ S1 coating of een Pilkington **Suncool**™ coating met verbeterde warmtereflecterende waarden kan een U_g -waarde van 1,0 W/m²K behaald worden. Een nog lagere waarde is te behalen door het toevoegen van een Pilkington **K Glass**™ N coating op positie 4 (kamerzijde binnenruit) van het dubbelglas, waarmee in combinatie met een Argon gasvulling 0,9 W/m²K behaald wordt en met een Krypton gasvulling zelfs 0,8 W/m²K. Echter lagere U_g -waarden zijn met gangbare dubbelglas oplossingen niet meer te realiseren. Daarvoor moet men dan voor een Triple beglazing kiezen.



U_g-waarden Triple beglazing

Standaard Triple beglazing zoals Pilkington **Insulight™** Therm Triple met een opbouw van 4*-12A-4-12A-*4 (2 × Pilkington **Optitherm™** S3 coating en beiden spouwen Argon gasgevuld) behaalt een U_g-waarde van 0,7 W/m²K. Door de spouwbreedtes te verbreden naar minimaal 2 × 14 mm wordt een U_g-waarde van 0,6 W/m²K behaald.

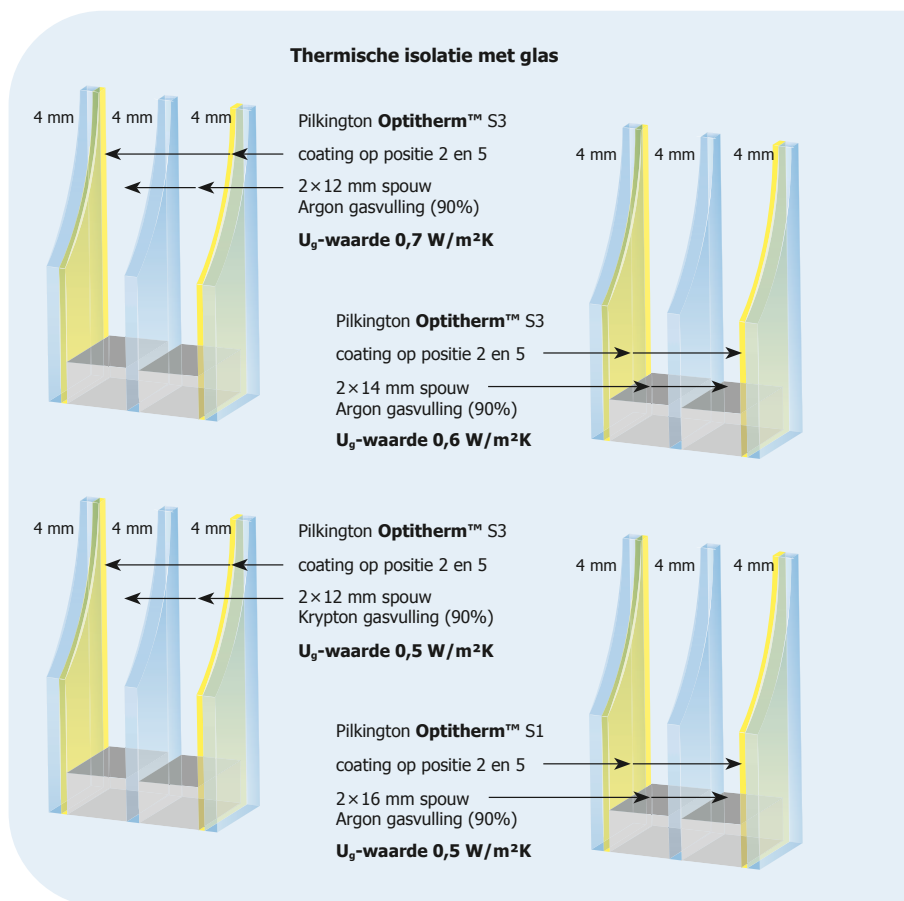
Een U_g-waarde van 0,5 W/m²K is te behalen door het toepassen van 2 × een spouwbreedte van 12 mm met een veel duurder Krypton gasvulling. Een goedkopere oplossing is om 2 × een verbeterde warmtereflecterende coating toe te passen en de Argon gasgevulde spouwbreedtes te verbreden naar 2 × 16 mm. Een opbouw 4*-16A-4-16A-*4 uitgevoerd met 2 × een Pilkington **Optitherm™** S1 of een combinatie van een Pilkington **Suncool™** (met U_g-waarde 1,0 bij dubbelglas) en Pilkington **Optitherm™** S1 behaalt dan ook een U_g-waarde van 0,5 W/m²K.

Energie besparen

De isolatiewaarde (U_g) van glas uitgedrukt in W/m²K geeft eigenlijk weer wat het energieverlies is per m² glas bij een temperatuurverschil van 1 graad tussen buiten en binnen. Hoe lager dit getal hoe kleiner het energieverlies en hoe minder energie er nodig is om de binnenruimte op dezelfde temperatuur te houden. Uitgaande van standaard HR++ dubbelglas met een U_g-waarde van 1,2 W/m²K kan gesteld worden dat tijdens een koude nacht met een buitentemperatuur van 0°C en een binnentemperatuur van 20°C, er bij een gemiddelde woning (20 m² glas) continu 480 Watt (1,2 × 20 × 20) aan warmte-energie verloren gaat. Bij wijze van spreken laat men de hele nacht 8 gloeilampen van 60 Watt onnodig branden. Ter vergelijking, bij eenzelfde woning zal met Triple beglazing met een U_g-waarde van 0,6 W/m²K dit warmteverlies gehalveerd worden tot 240 Watt.

Meer comfort

Naast de verbeterde isolatiewaarde heeft Triple beglazing ten opzichte van dubbelglas nog een groot voordeel. Door de dubbele spouw en extra warmtereflecterende coating zal de oppervlaktetemperatuur aan de kamerszijde van de binnenruimte bij Triple glas hoger zijn en minder afkoelen bij extreme weersomstandigheden ten opzichte



van dubbelglas, zelfs al zouden beide opbouwen een gelijke isolatiewaarde hebben. Dit zorgt voor minder koudeval langs het raam en maakt het geschikt voor combinaties met LTV oplossingen (lage temperatuur verwarming) in een woning, zoals bijvoorbeeld een woning met alleen vloerverwarming. Dat leidt niet alleen tot een energiebesparing, maar ook tot een comfortablere leefomgeving.

Meer (woon)comfort door betere isolatie met Triple beglazing.





Goede thermische prestaties leiden tot energiebesparing.

Oppervlaktetemperatuur bij wisselende omstandigheden

Buitentemperatuur (°C)	Binnentemperatuur (°C)	Windsnelheid (m/s)	Oppervlaktetemperatuur binnenblad	
			Dubbelglas U_g 1,1 W/m²K	Triple U_g 0,6 W/m²K
0	20	0	17,4	18,5
0	20	10	17	18,4
-10	20	0	15,9	17,8
-10	20	10	15,2	17,6
-15	20	0	15	17,4
-15	20	10	14,1	17,1

Windsnelheid 10 m/s is gelijk aan windkracht 5.

Ook voor niet verticale oplossingen zoals daken biedt Triple beglazing een grote verbetering. De gedeclareerde isolatiewaarde U_g van glas uitgedrukt in W/m²K wordt bepaald volgens de Europese norm EN 673 en geldt voor het midden van het glas bij verticale toepassing. Bij toepassing van hetzelfde glas onder een hellingshoek zal het

daadwerkelijke warmteverlies door convectie groter zijn en de isolatiewaarde verslechteren. Ook bij Triple beglazing treedt dit op, maar in mindere mate dan bij dubbelglas. Ook zal de binnenruimte van Triple beglazing in daktoepassingen een aantal graden warmer blijven onder gelijke omstandigheden dan bij dubbelglas, wat de koudeval vermindert. Om dit warmteverlies tegen te gaan en een niet verticaal toegepaste beglazing een gelijkwaardige (of betere) isolatiewaarde te geven, zoals het verticaal toegepaste dubbelglas, moet men minimaal Triple beglazing toepassen.

U_g -waarde bij verschillende hellingshoeken

Hellingshoek	U_g -waarde in W/m²K	
	Dubbelglas 4-15A-4 S3	Triple beglazing 4* S3-12A-4-12A-4 S3
Verticaal (90°)	1,1	0,7
75°	1,4	0,7
60°	1,5	0,7
45°	1,5	0,7
30°	1,6	0,8
15°	1,7	0,9
Horizontaal (0°)	1,7	0,9

S3 = Pilkington **Optitherm**™ S3

A = Argon gasvulling (90%)

Aandachtspunten

Naast de voordelen van de betere thermische isolatie zijn er ook een aantal aandachtspunten bij het toepassen van Triple beglazing. Een aantal voor de hand liggend, zoals extra gewicht en pakketdikte, maar ook punten die redelijk onderbelicht zijn, maar die wel erg belangrijk zijn vanwege de juiste toepassing.

Extra gewicht

Elke extra millimeter glasdikte is een extra gewicht van 2,5 kg/m². Ten opzichte van dubbelglas zal bij een extra 4 mm glasblad in Triple beglazing het gewicht toenemen met 10 kg/m². Naast dat men bij de montage hiermee rekening moet houden, dient ook het kozijnsysteem en het hang- en sluitwerk afgestemd te zijn op het extra gewicht.

Licht- en warmtedoorlaat

Het extra glasblad voorzien van een warmtereflecterende coating absorbeert ook extra licht en warmte. Ten opzichte van een standaard HR++ beglazing neemt de licht- en warmtedoorlaat met ongeveer 10% af bij toepassing van een extra 4 mm gecoat glasblad. Door te kiezen voor extra helder glas zoals Pilkington **Optiwhite™**, kan de licht- en warmtedoorlaat weer verbeterd worden.

Condensvorming

Condensatie op de buitenzijde van isolatieglas is een natuurlijk fenomeen dat plaatsvindt als de externe oppervlaktetemperatuur van het glas daalt onder het dauwpunt. De aanwezigheid van condensatie op de buitenzijde van isolatieglas is het bewijs dat het isolatieglas thermisch efficiënt is en effectief werkt. Door de aanwezige condens wordt het doorzicht beperkt. Condensvorming treedt al op bij HR++ dubbelglas. Vooral in de ochtend tijdens het voor- en najaar wanneer het 's nachts afkoelt en er relatief veel vocht in de lucht zit, zal in de ochtend als de luchttemperatuur stijgt het glasoppervlak door zijn thermische efficiëntie minder snel opwarmen en zal het in de lucht aanwezige vocht condenseren op het koude glasoppervlak. Door de betere thermische isolatie van Triple beglazing komt er nog minder warmte door het glas en blijft de buitenruit relatief kouder dan bij HR++ dubbelglas. Hierdoor zal dit effect eerder optreden, waardoor het aantal condensdagen kan toenemen.

De condensvorming gaat vanzelf weg wanneer de luchtvochtigheid afneemt en/of de temperatuur van het glasoppervlak stijgt tot boven het dauwpunt. Dit zal vaak aan het eind van de ochtend zijn.

Pilkington Anti-condensatie Glas

Om de aanzet van condensvorming te vertragen of in veel gevallen zelfs helemaal te voorkomen kan de buitenruit uitgevoerd worden met Pilkington Anti-condensatie Glas. Pilkington Anti-condensatie Glas is speciaal ontwikkeld om condensvorming tegen te gaan en het zicht door het raam te verbeteren. Het glas is aan de buitenzijde van een zeer dunne harde online coating voorzien waardoor het glasoppervlak aan de buitenzijde enkele graden warmer blijft dan gewoon glas en daarmee de oppervlaktetemperatuur boven het dauwpunt houdt.

Isochore druk

Isolatieglas heeft het kenmerkende verschijnsel dat het luchtvolume in de spouw continu blootgesteld wordt aan drukverschillen en dat bij lage temperaturen en/of hoge luchtdruk de ruiten hol gaan staan en bij hoge temperaturen en/of lage luchtdruk de ruiten bol gaan staan met vertekende weerspiegelingen als gevolg.



Vertekende weerspiegeling door isochore druk.

Deze drukverschillen treden op door een verschil in temperatuur en luchtdruk tussen het moment van hermetisch afsluiten van de spouw van het isolatieglas in de productie en de spouw gedurende de levensduur na plaatsing. Dit effect wordt ook wel de isochore druk genoemd. De isochore druk neemt toe naarmate het spouwvolume groter wordt. Zo is de isochore druk bij Triple beglazing van grotere invloed dan bij dubbelglas.

De isochore druk is één van die aandachtspunten die onderbelicht is, maar wel grote gevolgen kan hebben. Door het krimpen of uitzetten van het luchtvolume in de spouw ontstaan er spanningen



Rechts met Pilkington Anti-condensatie Glas, links zonder.

in zowel het glas als de randafdichting. Anders dan bij windbelasting waarbij de spanningen toenemen naarmate het glasoppervlak groter wordt geldt juist voor de isochore druk dat de spanningen in het glas toenemen bij kleinere afmetingen, waarbij het glas niet zo gemakkelijk kan vervormen om het verschil in luchtvolume op te vangen. Hierdoor ontstaan er hoge spanningen in vooral de buiten- en binnenruit. Indien deze spanningen in het glas te hoog oplopen breekt het glas. De meest eenvoudige oplossing om breuk te voorkomen in die situaties waar de isochore druk te hoog wordt is het thermisch versterken of harden van het glas, waardoor het de hogere spanningen aan kan.



Breuk door isochore druk.

In de Nederlandse norm NEN 2608 staat vermeld met welke belastingen voor isochore druk je rekening moet houden voor het bepalen van de glassamenstelling. De norm houdt rekening met de meest extreme situaties die in Nederland in de praktijk gedurende de levensduur van het isolatieglas kunnen optreden. De toetsing op de isochore druk is verplicht voor isolatieglas waarbij de kleinste zijde kleiner is dan 1000 mm. Boven de 1000 mm kan het glas zich zodanig vervormen dat er geen hoge spanningen door isochore druk meer optreden in het glas.

Glasdiktes

Triple beglazing heeft door het extra glasblad ook meer sterkte/stijfheid. Een Triple beglazing bestaande uit 3 bladen 4 mm floatglas zal minder snel doorbuigen dan dubbelglas met 2 bladen 4 mm floatglas. Echter dit gaat alleen op voor gelijkmatig verdeelde belastingen zoals wind. Bij windbelasting zal de Triple beglazing zich als één pakket gedragen en minder snel doorbuigen dan het dubbelglas. Dit zal zich vertalen in een groter toepasbaar oppervlak dan bij het dubbelglas bij toetsing op de windbelasting.

Echter voor geconcentreerde belastingen zoals de voorgeschreven punt- en lijnlasten die van toepassing zijn als het glas toegepast wordt als een vloerafscheiding (doorvalwerend glas), is het voordeel van een extra glasblad zeer klein. Hierbij is de sterkte van de gelaagde binnenruit bepalend en voegt een extra glasblad ten opzichte van het dubbelglas weinig toe. De gelaagde binnenruit voor doorvalwerende beglazing zal dan ook vaak bij dubbelglas en Triple beglazing dezelfde samenstelling hebben.

Thermische spanningen

Door het toepassen van een extra glasblad met een warmtereflecterende coating neemt de warmteabsorptie van de hele Triple beglazing toe ten opzichte van dubbelglas. Vooral het middenblad en de spouwtemperaturen lopen hoger op bij Triple beglazing. Bij hogere temperaturen is het risico op een temperatuurverschil in het glasblad zelf ook groter, wat weer leidt tot extra spanningen in het glas. Wanneer het temperatuurverschil in het glasblad zelf te hoog wordt, dan zullen deze spanningen leiden tot een breuk, men spreekt dan ook wel van een "thermische breuk", herkenbaar aan een specifiek breukpatroon van het glas.

De warmteabsorptie van de middenruit in Triple beglazing neemt toe wanneer men op de middenruit een warmtereflecterende coating aanbrengt en daarmee verhoogd ook het risico op thermische breuk. Dit risico is weer te voorkomen door bijvoorbeeld de gecoate middenruit thermisch te harden, of alleen het buitenblad en binnenblad van een coating (positie 2 en 5) te voorzien.

Er zijn ook andere mogelijkheden om de warmteabsorptie van een gecoate middenruit te verlagen, zo kan er gekozen worden voor een gecoate middenblad van Pilkington **Optiwhite™**. Pilkington **Optiwhite™** is helderder en kleurneutraler, waardoor het een lagere warmteabsorptie heeft. Een andere oplossing is de buitenruit te voorzien van een coating die het belangrijkste deel van de warmte al absorbeert of reflecteert, zoals zonwerende coatings. Echter bij de bovengenoemde oplossingen moet rekening gehouden worden met diverse factoren die van invloed kunnen zijn op het optredend temperatuurverschil in de ruit. Raadpleeg daarom altijd uw Pilkington contactpersoon voor het juiste advies om thermische breuk te voorkomen.

Geluidwering

Triple beglazing bestaand uit 3 bladen met dezelfde dikte floatglas levert in het algemeen geen betere geluidwerende prestaties op dan dubbelglas met dezelfde glasdiktes. Elke dikte van floatglas houdt een specifiek frequentiebereik van geluid tegen en het toevoegen van een extra glasblad met dezelfde glasdikte reduceert eigenlijk het gereduceerde bereik. Het is zelfs zo dat door de geluidstrillingen het glasblad zelf ook gaat resoneren. Bij Triple beglazing heb je dus zelfs 1 extra glasblad dat resoneert, wat uiteindelijk zelfs kan leiden tot slechtere geluidwerende waarden dan dubbelglas.

Om toch betere geluidwerende prestaties te behalen dient er gekozen te worden voor verschillende glasdiktes en/of gelaagd glas met speciale geluidwerende folies. De geluidwerende prestaties kunnen alleen door middel van testen bepaald worden en niet worden afgeleid van behaalde resultaten met dubbelglas. Pilkington bezit een brede range aan geteste (geluidwerende) Triple beglazingen.

Kwaliteitsborging

Triple beglazing valt onder de wettelijke CE-markering van isolatieglas. De Europese productnorm EN 1297 maakt geen onderscheid tussen dubbelglas of Triple beglazing en stelt ook geen aanvullende eisen aan dit product ten opzichte van dubbelglas. Echter naast de wettelijke verplichte CE-markering is er in Nederland ook het KOMO kwaliteitskeurmerk voor Triple beglazing. De onderliggende beoordelingsrichtlijn voor Triple beglazing, de BRL 2207 geeft specifieke eisen en toleranties op voor de fabricage van Triple beglazing en borgt door middel van periodieke audits het kwaliteitsniveau van de gecertificeerde Triple beglazing. Pilkington Benelux is de eerste producent die sinds de introductie van het KOMO kwaliteitskeurmerk voor Triple beglazing zijn Triple beglazing van het KOMO-certificaat mag voorzien. KOMO gecertificeerde Triple beglazing is herkenbaar aan de HR3 aanduiding op de afstandhouder van de Triple beglazing en op het etiket van het product. De KOMO-certificering biedt de afnemer de garantie dat de Triple beglazing voldoet aan de hoge kwaliteitsstandaard die de BRL 2207 voorschrijft.



Plaatsen van Triple beglazing

De plaatsing van Triple beglazing dient net als dubbelglas volgens de NPR 3577 uitgevoerd te worden.

Triple beglazing leidt tot een dikker en zwaarder glaspakket. Het kozijnsysteem moet afgestemd zijn op de dikte van het glaspakket zodat er geen overmatige belastingen op de randafdichting ontstaan bij het aanbrengen van klem- of kliklijsten. Ook dient men rekening te houden met het feit dat Triple beglazing een hogere randhoogte heeft dan dubbelglas. Door de isochore drukverschillen en de beweging in de ruiten wordt er voor Triple beglazing standaard een hogere randafdichting gebruikt om dezelfde levensduur als dubbelglas te kunnen garanderen. Om te voorkomen dat de randafdichting in het zicht komt en UV-belast wordt, dient de sponninghoogte afgestemd te worden op deze randhoogte. Een sponninghoogte van 20 mm wordt dan ook aanbevolen.

Een belangrijk aandachtspunt is dat de ruiten op een juiste manier ondersteund worden. Alle drie de glasbladen moeten gelijkmatig ondersteund worden met voldoende lengte van de ondersteuning. Het gebeurt vaak dat men te smalle steunblokjes bij zich heeft en dan maar het steunblokje schuin onder het glas plaatst zodat alle ruiten

nog ondersteund worden. Echter doordat de glasbladen dan op een relatief klein oppervlak hun gewicht moeten afdragen ontstaat er een verhoogd risico op breuk. Indien het steunblokje niet alle glasbladen ondersteund zal dit leiden tot extra belastingen op de randafdichting door het wegzakken van het niet ondersteunende glasblad, met een lekke ruit als gevolg.

Een andere veel voorkomende situatie is het gebruik van een aluminium plaatsingsprofiel voor van binnenuit beglaasde houten kozijnen. De breedte van het aluminium beglazingsprofiel is vaak een vaste maat en die is voor de breedte van een Triple glaspakket vaak niet toereikend. Vroeger werd dit profiel nog in een gefreesde sparing geplaatst zodat het gelijk lag met de sponningsbodem, tegenwoordig wordt dat niet meer gedaan en ontstaat er een hoogteverschil van 2 à 3 mm tussen de sponningsbodem en het profiel. Als daar een steunblokje op geplaatst is, dat in verband met het glaspakket breder is dan het profiel, ontstaat er onder het steunblokje een hoogteverschil. Dit hoogteverschil dient opgevangen te worden. Anders is het mogelijk dat de binnenruit niet ondersteund wordt en afzakt, met een lekke ruit als gevolg.

Deze publicatie verschaft slechts een algemene beschrijving van het product. Meer informatie kan worden verkregen bij uw leverancier van Pilkington producten. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker om ervoor te zorgen dat dit product geschikt is voor een specifieke toepassing en dat het gebruik voldoet aan alle geldende wetten, normen, regels en andere vereisten. In de mate die door de geldende wetten is toegestaan, zijn Nippon Sheet Glass Co. Ltd en alle dochterondernemingen niet aansprakelijk voor fouten of weglatingen in deze publicatie en voor de gevolgen van het feit dat men op de informatie in de brochure heeft vertrouwd. Pilkington, "Insulight", "Optitherm", "Suncool", "K Glass" en "Optiwhite" zijn trademarks van Nippon Sheet Glass Co. Ltd, of een dochteronderneming daarvan.



CE-markering bevestigt dat een product voldoet aan de relevante geharmoniseerde Europese norm.
De CE-markering voor elk product, waaronder de opgegeven waarden, staat op www.pilkington.com/CE.



Pilkington Benelux B.V.

De Hoeveler 25 Postbus 143 7500 AC Enschede
Telefoon +31 (0)53 483 58 35 Fax +31 (0)53 431 91 78
E-mail: pilkington.benelux@nsg.com
www.pilkington.nl