

Transformeren met drievoudige beglazing (1)

In het voortraject van een transformatie of nieuwbouw wordt tussen opdrachtgever, aannemer en glasbedrijf onvoldoende of zelfs geheel niet gecommuniceerd over de voors en tegens van de toepassing van drievoudige beglazing. Voor het probleemloos toepassen van dit glas, ook bekend als triple glas, is kennisoverdracht echter cruciaal. De voor- en nadelen van drievoudig glas in twee delen op een rij.

Een paar jaar terug schreven we dat het slechts een kwestie van tijd was dat drievoudig isolerende beglazing isolerend dubbelglas zal verdringen van de markt. Zo ver is het nog niet. Maar voor het transformeren van bestaande bouw en de realisatie van energiezuinige en energieneutrale (woon)gebouwen zoals Nul Op de Meter-woningen (NOM-woningen) en Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG), is drievoudig glas inmiddels de eerste keuze. En in 2020 dienen nieuwe gebouwen energieneutraal te zijn; dat kan alleen met dit type glas.

Scherpere eisen

Het aandeel van drievoudig glas groeit, al is dit nog steeds klein vergeleken met extra isolerende beglazing. Echter, met de aanscherping van de EPC-eisen komt de vaart er wel in. In 2015 is de EPC-eis aan de energieprestatie van gebouwen aangescherpt en aangepast in het Bouwbesluit. Voor woningen geldt een EPC-eis van 0,4. De aanpassing betekende een aanscherping van 20 tot 50 procent. De EPC voor utiliteitsgebouwen hangt af van de gebruiksfunctie en varieert van 1,1 tot 0,7.

De aanscherping van de EPC-eis en de gedifferentieerde verlagingen voor de

isolatiewaarden van daken, gevel en vloer leidde tot een verdere verlaging van de isolatiewaarden van ramen en deuren. Die is 1,4 W/m²K bij een EPC-eis van 0,4. Dit is nog steeds te behalen met de huidige houten of kunststof kozijnen in combinatie met isolerend dubbelglas met een isolatiewaarde van 1,0 W/m²K en een thermisch verbeterde afstandhouder. De volgende stap komt

er echter aan. In het 'Lente-akkoord Energiebesparing' is afgesproken dat de EPC voor nieuwbouwwoningen in 2020 'bijna nul' moet zijn, wat betekent dat we binnen enkele jaren met extra isolerend dubbelglas niet meer aan de eisen kunnen voldoen en drievoudig glas gemeengoed gaat worden.

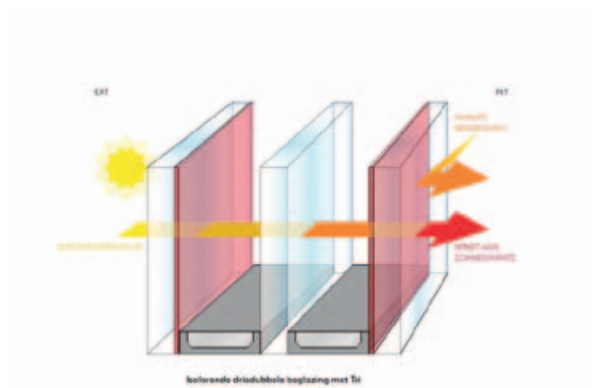
Lagere Ug-waarde

In vergelijking met gewoon dubbelglas heeft drievoudig glas een lagere Ug-waarde. Standaard extra isolerende beglazing behaalt een Ug-waarde van 1,1 W/m²K. Inmiddels biedt elke glasfabrikant glas dat 1,0 W/m²K haalt in een standaard opbouw van 4(15)4 met een 15 millimeter met argon gasgevulde spouw en de Low-E coating op positie 3 (spouwzijde binnenruit). Er zijn dubbel-

>>



In het Timmerhuis in Rotterdam is drievoudig glas van Saint-Gobain toegepast met een zeefdruk op positie 2. Over de zeefdruk is een zonwerende coating aangebracht (AGC/Interpane HP coating Ipsol neutral 70/39).



Drievoudig glas bestaat uit drie glasbladen waarvan de buitenste voorzien zijn van een low-E coating op posities 2 en 5 (rood aangegeven). Afbeelding: AGC

glasproducten met twee Low-E coatingen, waarbij de tweede zich op positie 4 (kamerzijde binnenruimte) bevindt. In combinatie met een krypton gasvulling haalt dit glas een Ug-waarde van 0,8 W/m²K, maar dit glas is niet goedkoper dan drievoudig glas dat ook nog eens betere isolatiewaarde heeft.

Met drievoudig glas is standaard een Ug-waarde van 0,7 of 0,6 W/m²K te halen. Het isolatieglas bestaat dan standaard uit drie bladen 4 millimeter floatglas en daartussen twee argon gasgevulde spouwen van 12 of 14 millimeter, 4(12)4(12)4 of 4(14)4(14)4. Twee van de drie bladen zijn voorzien van een Low-E coating, doorgaans aangebracht op positie 2 (spouwzijde buitenruimte) en positie 5 (spouwzijde binnenruimte) waarbij de

middenruimte niet gehard hoeft te worden (zie verderop). Een Ug-waarde van 0,5 W/m²K is te behalen door het gebruik van krypton gas. In de praktijk wordt dit nauwelijks toegepast omdat krypton de prijs van het drievoudig glas onevenredig duur maakt. Een andere theoretische oplossing is de spouwbreedte te verhogen tot twee maal 18 millimeter in combinatie met een argon gasvulling. Echter, door het grotere opgesloten volume van lucht tussen de bladen zullen er grotere vervormingen en spanningen in het glas optreden die zelfs tot breuk kunnen leiden. Daarnaast wordt de randafdichting ook veel meer belast wat van invloed is op de levensduur. In de praktijk zal deze oplossing daarom niet snel worden toegepast of zonder garantie worden aangeboden. Het is mogelijk om nog lagere waarden te behalen door diverse producten te combineren. Zo is een Ug-waarde van 0,4 W/m²K of lager haalbaar door bijvoorbeeld vacuümglas samen te bouwen in dubbelglas.

Comfort

Naast de verbeterde isolatiewaarde heeft drievoudig glas ten opzichte van dubbelglas nog een groot voordeel. Door de dubbele luchtsponw zal de oppervlaktetemperatuur van de binnenruimte bij drievoudig glas hoger zijn en minder afkoelen bij extreme weersomstandigheden en koude wind dan bij dubbelglas, zelfs al wanneer beide opbouwen een gelijke isolatiewaarde hebben. Dit zorgt voor minder koudeval langs het raam en maakt het glas geschikt voor combinaties met zogenaamde LTV-oplossingen (Lage Temperatuur Verwarming), zoals bijvoorbeeld een woning met alleen vloerverwarming. Dat leidt tot energiebesparing en hoger wooncomfort.

Ook voor niet-verticale oplossingen, zoals daken, biedt drievoudig glas een grote verbetering. De opgegeven isolatiewaarde Ug van glas uitgedrukt in W/m²K wordt bepaald volgens de Europese norm NEN-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 het glas groter zijn en de isolatiewaarde verslechteren. Ook bij drievoudig glas treedt dit op, maar in mindere mate dan bij dubbelglas. De binnenruimte van drievoudig glas in daktoepassingen zal meerdere graden warmer blijven onder gelijke omstandigheden dan bij dubbelglas, wat de koudeval vermindert. Voor niet-verticale toepassingen is de grootste winst in isolatiewaarde te behalen wanneer drievoudig in plaats van dubbelglas wordt toegepast.



Voorbeeld van een moderne Nul Op de Meter-woning met drievoudig glas. Foto: AGC Interpane

Aandachtspunten

Naast de voordelen heeft toepassing van drievoudige beglazing ook een aantal nadelen; of beter gezegd te overwinnen uitdagingen. Een aantal daarvan ligt voor de hand, zoals extra gewicht en pakketdikte, maar er zijn ook punten die redelijk onderbelicht en toch erg belangrijk zijn voor een juiste toepassing. We behandelen allereerst kort de punten gewicht, hang- en sluitwerk, sponningbreedte en licht- en warmte-doorlaat en gaan dan uitgebreider in op condensvorming, isochore druk, randafdichting en plaatsing.

Een vanzelfsprekend aspect waar rekening mee moet worden gehouden is de toename van het gewicht van het glas. Elke extra millimeter glasdikte heeft een extra gewicht van 2,5 kg/m². De dunste toevoeging, een extra 4 millimeter ruit zorgt dus voor een extra gewicht van 10 kg/m². De zwaardere dimensionering heeft gevolgen voor het hang- en sluitwerk en er is bovendien extra sponningbreedte nodig voor het glaspakket. Die is doorgaans voor aluminium en kunststof kozijnen geen probleem, maar in hout minder eenvoudig realiseerbaar.

De extra ruit in een drievoudige samenstelling absorbeert ook meer licht en warmte waardoor de licht- en zonnwarmtedoorlaat afneemt. Bij toevoeging van een extra 4 millimeter ruit met Low-E coating neemt de licht- en warmtedoorlaat met ongeveer 10 procent af ten opzichte van dubbelglas. Producenten hebben inmiddels echter drievoudig glas ontwikkeld met nagenoeg dezelfde licht- en warmtedoorlaatbaarheid (TI

73% en g 62%) als standaard dubbele beglazing.

Condensvorming

Een ander verschijnsel is condensvorming aan de buitenzijde van het glas. Condens ontstaat al bij extra isolerend glas, vooral in het voor- en najaar wanneer in de ochtend de lucht sneller opwarmt dan het glas en het aanwezige vocht in de lucht condenseert op het koude glasoppervlak. Maar door de nog betere thermische isolatie bij drievoudig glas zal dit effect eerder optreden, waardoor het aantal dagen dat de condensvorming optreedt, zal toenemen. Inmiddels zijn er glastechnische oplossingen verkrijgbaar die het doorzicht verbeteren of de condensvorming tegen gaan. De diverse aangeboden productoplossingen zijn grofweg in twee groepen te verdelen: specifiek ontwikkelde anti-condens coatings en glas met een hydrofiele coating.

De eerste en belangrijkste groep bestaat uit de anti-condens coatings die de laatste jaren specifiek ontwikkeld zijn om condens tegen te gaan. Deze metaalcoatings op positie 1 hebben een Low-E werking waardoor het oppervlak van het buitenblad enkele graden warmer blijft dan bij gewoon glas. Hiermee blijft de oppervlaktetemperatuur van het buitenblad langer boven het dauwpunt, de temperatuur waarbij het aanwezige vocht in de buitenlucht condenseert op het glasoppervlak, en wordt condensvorming vertraagd of zelfs vaak verhinderd ten opzichte van een glasoppervlak zonder een dergelijke coating onder dezelfde omstandigheden. Anti-

condens coatings zijn Viewclear van Saint-Gobain, Planibel AF van AGC, Pilkington AC, ClimaGuard Dry van Guardian en Free Vision T van Euroglas.

Hydrofiele coatings van de zelfreinigende beglazingen, zoals ClearShield, Pilkington Activ en SGGs Bioclean-e, bestaan al langer en anti-condensatie is een bijkomende eigenschap. De zelfreinigende coating bevindt zich ook op positie 1, waarbij het glasoppervlak hydrofiel is en er voor zorgt dat het afgebroken organische vuil door een waterfilm van het glas spoelt. De hydrofiele eigenschap van dit glas voorkomt dat er druppelvorming kan ontstaan wat het doorzicht belemmert en zorgt ervoor dat de aanwezige condensdruppels als een soort waterfilm over het glas worden uitgespreid. Hierdoor condenseert er nog wel vocht op het glas, maar blijft er een beter doorzicht behouden dan glas zonder deze coating.

Isochore druk

Sommige belastingen werken bij drievoudige beglazing sterker door dan bij dubbelglas. Omdat de tussenruimte tussen de glasbladen luchtdicht is afgesloten zal het glas doorbuigen als gevolg van drukverschillen binnen en buiten de spouw. Deze drukverschillen treden op doordat temperatuur- en atmosferewaarden bij het hermetisch afsluiten van de ruit in de productie verschillen van die tijdens het gebruik na plaatsing. Dit effect is zichtbaar als de vertekende spiegeling in het glas door het hol of bol staan van de glasbladen. Dit effect wordt wel de isochore druk genoemd. De isochore druk is één van die aandachts-

>>



Net als isolatieglas is het ook mogelijk drievoudig glas volledig automatisch te produceren. Foto: Bystronic



Door het krimpen of uitzetten van het luchtvolume in de spouw ontstaan er spanningen in zowel het glas als de randafdichting. Te groot drukverschil kan leiden tot glasbreuk.

punten die onderbelicht is, maar wel grote gevolgen kan hebben. Door het krimpen of uitzetten van het luchtvolume in de spouw ontstaan er spanningen 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 grote ruiten er minder door belast worden. Een groot glasoppervlak kan namelijk meer doorbuigen om het verschil in spouwvolume op te vangen. Juist bij ruiten met een kleine afmeting kan het glas niet genoeg doorbuigen, waardoor er hoge spanningen kunnen optreden in het glas en de randafdichting. Omdat de totale tussenruimte breder is dan bij dubbelglas werkt de isochore druk sterker door en de temperatuurverschillen kunnen hoger oplopen.

De isochore druk is al sinds 2007 opgenomen als belasting in de NEN 2608-2 voor niet-verticaal geplaatst glas. Met

de publicatie van de NEN 2608:2011 in december 2011 geldt de isochore druk voor alle toepassingen van isolatieglas en moet deze net als alle andere belastingen zoals wind, eigen gewicht, doorval, etc. getoetst worden. De NEN 2608:2011 is ook aangewezen door het Bouwbesluit 2012 en een toetsing op de isochore druk is dan ook wettelijk verplicht. Daarbij mogen de optredende spanningen in het glas niet de maximaal toelaatbare spanningen volgens de norm overschrijden. Omdat het effect van de isochore druk afneemt naarmate de overspanning van het glas groter is, hoeft de toetsing op isochore druk volgens de NEN 2608:2011 alleen plaats te vinden bij isolatieglas waarvan de kleinste zijde kleiner is dan 1.000 millimeter.

Uit berekeningen blijkt dat de kritieke overspanning van de kleinste zijde tussen de 400-600 millimeter ligt. Dit heeft als gevolg dat een standaard drievoudige opbouw 4(12)4(12)4 bij deze afmetingen niet meer voldoet aan de norm en er gekozen moet worden voor een oplossing zoals het harden van de ruiten of gebruik van dikker glas.

Randafdichting

Isolatieglas in een gebouw is altijd in beweging, niet alleen door de winddruk, maar ook door de continue wisselingen van temperatuur en druk. Geen probleem: die pompende bewegingen worden onder andere opgevangen door de randafdichting van het kader. Die kan enige vervorming hebben en garandeert dat de spouw hermetisch afgesloten blijft. De glasindustrie kan om die reden de garantie geven dat het

glas lange tijd intact blijft, 'luchtdicht'. In Nederland is die garantie standaard minimaal tien jaar, in andere landen vijf.

Inmiddels zijn alle producenten het er over eens dat met een hogere randafdichting bij drievoudig glas een gelijkwaardige levensduur als dubbelglas haalbaar is. Echter, per fabrikant kan de randhoogte verschillen. Die is afhankelijk van de fabrieksteigen systeemomschrijving in relatie tot de CE-eisen voor gas- en vochtdichtheid van isolatieglas. In het algemeen wordt bij dubbelglas voor polysulfide en polyurethaan randafdichtingen een standaard randhoogte (afstandhouder + rugdekking) van 10 tot 12 millimeter toegepast. Bij drievoudig glas ligt de randhoogte tussen de 12 en 15 millimeter.

Een hogere randafdichting brengt ook een grotere sponninghoogte met zich mee. Met een minimale omtrekspeling van 5 millimeter, is een sponninghoogte van 20 millimeter noodzakelijk om te zorgen dat de randafdichting niet in het zicht komt, ook nog rekening houdend met de toelaatbare toleranties op het verloop van de randhoogte. Om esthetische redenen en vanwege de gevoeligheid van de randafdichting voor UV-licht, adviseren fabrikanten bij drievoudig glas dan ook een sponninghoogte van 20 millimeter toe te passen in plaats van de in de NPR 3577 voorgeschreven minimale 17 millimeter.

In het tweede deel van dit artikel over drievoudig glas behandelen we de plaatsing en normen. Ook geven we antwoord op praktische vragen. Het tweede deel verschijnt in Glas in Beeld nummer 4 - september 2017. <