



# Schijfwerking glas constructief benut

**Glas in gebouwen: het wordt vrijwel overal toegepast, maar zelden worden ruiten in optima forma benut. Schijfwerking biedt namelijk een grote kans om glas efficiënter te benutten voor de stabiliteit van een gebouw. ABT heeft een economisch en betrouwbaar systeem ontwikkeld waarbij het glas in gebouwen op eenvoudige wijze optimaal kan worden benut als stabiliserend element. Dit leidt tot slankere constructies met minder constructiestaal en meer transparantie. De techniek sluit aan bij de hedendaagse architectuur en bij duurzaam materiaalgebruik. Het principe wordt inmiddels succesvol toegepast in de glazen serre van 'De Boerderij' te Arnhem.**

In traditionele staalconstructies worden vaak 'windverbanden' toegepast. Windverbanden zijn meestal verdiepingshoge stalen kruisen die horizontale (wind-) belastingen afdragen naar de fundering. In de moderne architectuur zijn windverbanden veelal ongewenst. Bijvoorbeeld omdat open ruimtes maximale flexibiliteit moeten bieden, of vanwege grote glazen gevels waarbij het vrije zicht minimaal belemmerd mag worden.

Een windverband voor een glazen gevel kan het zicht teveel ontnemen. Bovendien vragen windverbanden om extra constructiestaal en verbindingen. Door schijfwerking in het glas te gebruiken, kan veel constructiemateriaal worden bespaard. De stabiliteit van het gebouw kan namelijk deels of volledig kunnen worden ontleend aan de ruiten. Het lijkt misschien eenvoudig om schijfwerking in glas te benutten. Een

dergelijke innovatie in de bouw blijkt vaak moeilijk, niet in de laatste plaats doordat de bouwsector vaak niet bekend is met de mogelijkheden van glas. Innovatie wordt beschouwd als een risico. Wat gebeurt er als het glas breekt? Hoe om te gaan met montage en toleranties? Om die vragen te beantwoorden is nu een systeem ontwikkeld dat de toepassing van glas als stabiliteitselement moet vereenvoudigen.

## Stelblokjes

Bij de ontwikkeling van het systeem is gekeken naar de traditionele wijze waarop glas wordt geplaatst. De meest eenvoudige methode is overgenomen: het plaatsen van glas op traditionele 'stelblokjes'. Aannemers gebruiken deze stelblokjes al van oudsher bij plaatsing van glas. De vernieuwing zit in het juiste materiaal met de juiste sterkte en juiste hardheid, dat bovendien op de juiste plek is aangebracht. Dit alles om het glas optimaal te benutten, namelijk niet op trek maar op druk. De perfecte situatie voor glas, want de druksterkte van glas kan zelfs de sterkte van beton overtreffen. Zo is er geen windverband meer nodig, het glas doet het werk.

## Rekenmodel

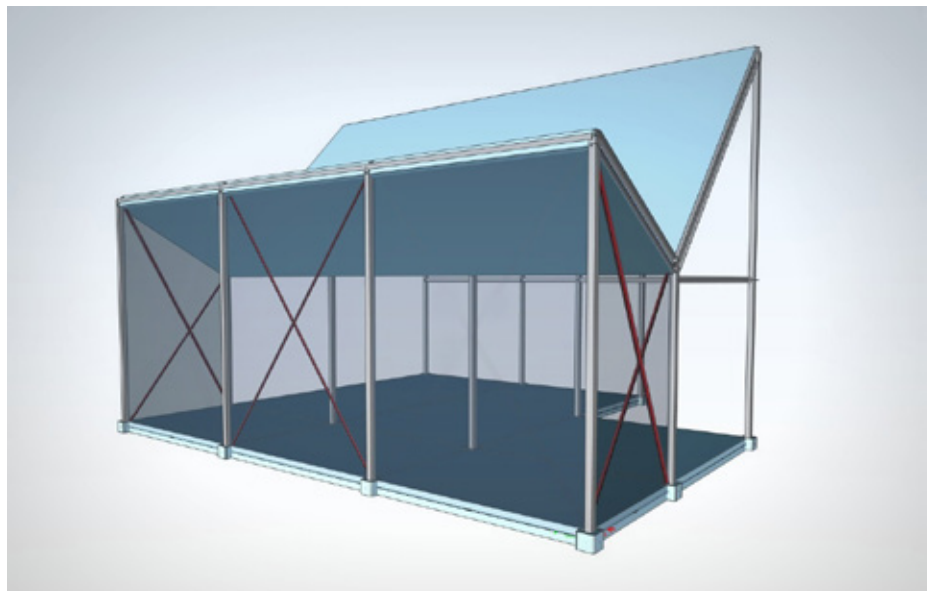
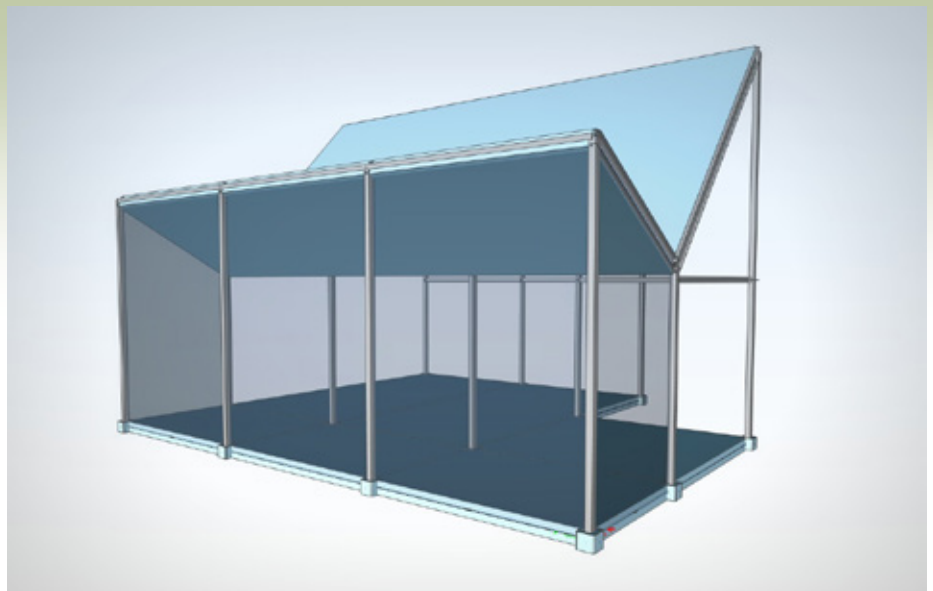
Traditioneel worden bij ruiten in een vast raamkozijn uitsluitend stelblokjes geplaatst onder een ruit. In dit geval is gekozen om blokjes rondom de ruit te plaatsen op elk hoekpunt. Op deze manier wordt de ruit 'opgesloten' in de staalconstructie door zogenoemde vulblokken. Uitsluitend het binnenblad van het isolatieglas worden opgesloten. De temperatuurswisselingen in het binnenblad zijn namelijk relatief klein, waardoor thermische spanningen beperkt



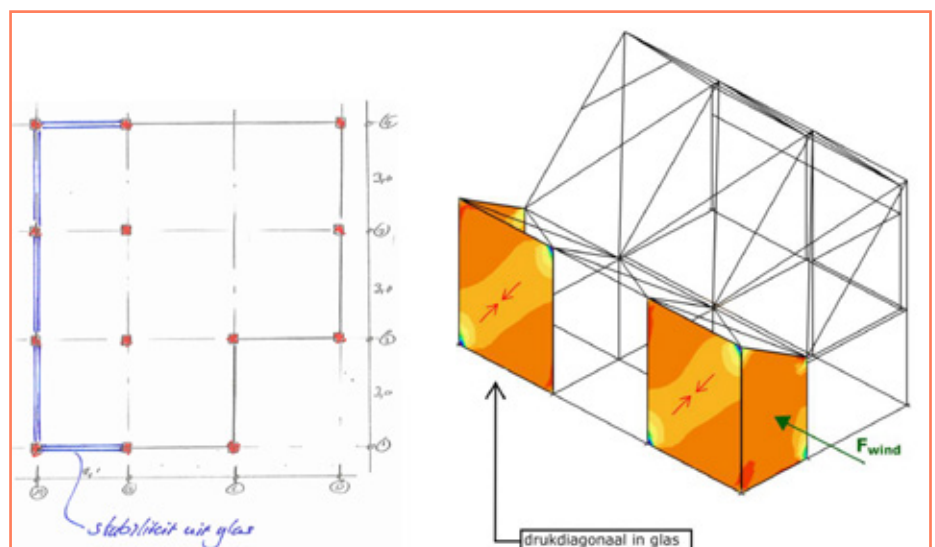
Ruit met traditionele stelblokjes



Ruit met vulblokken voor schijfwerking



De serre van de Boerderij. Interieur zonder (boven) en met windverband (onder)



Rekenmodel met schijfwerking



De Boerderij - Impressie NEXIT Architecten, interieur

blijven. De buitenruimte vangt de grootste temperatuurswisselingen op. Zodra horizontale belasting wordt geïntroduceerd op het gebouw, worden de krachten via de staalconstructie gelijkmatig ingeleid in de glasrand. Door vulblokken op elk hoekpunt te plaatsen zonder deze te verlijmen, kunnen uitsluitend drukdiagonalen in het glas worden gevormd. De toepassing vraagt om een geavanceerd rekenmodel, specifiek door ABT afgestemd op het gedrag van vulblok. In het rekenmodel werkt het staal samen met zowel het glas als de vulblokken. Dankzij niet-lineaire modellen kan de systeemwerking realistisch worden benaderd. Het model is zodanig gemodelleerd, dat (net zoals in werkelijkheid) de vulblokken uitsluitend drukkrachten overdragen op het glas.

### Materiaalonderzoek

Inmiddels zijn testen uitgevoerd om een geschikt materiaal te vinden voor de vulblokken. Het materiaal dient uitsluitend druk te kunnen overdragen op het glas, zodat trekkrachten worden vermeden. Trekkrachten worden vermeden, omdat glas onder trekspanning een lagere capaciteit biedt. Het vulblok dient daarnaast in staat te zijn om krachten

gemakkelijk te spreiden vanuit het staal over de glasrand. Zowel het staal als het glas zijn nooit perfect vlak. Kleine imperfecties zijn altijd aanwezig, waardoor kleine piekspanningen kunnen ontstaan in het glas. Kleine piekspanningen zijn gevaarlijk voor glas, aangezien deze gemakkelijk leiden tot breuk. Het vulblokmateriaal dient daarom relatief slap of 'zacht' te zijn. Tegelijkertijd zorgt een zacht materiaal vaak voor een lage druksterkte. De vraag was welk materiaal zacht genoeg is, maar toch de juiste druksterkte biedt. In overleg met ERIKS Kunststoffen is gekozen voor

een polyester-polyurethaan. Daarbij is gezocht naar de juiste hardheid en druksterkte. Tevens is kritisch gekeken naar een materiaal dat makkelijk in grote hoeveelheden verkrijgbaar is tegen een economische prijs.

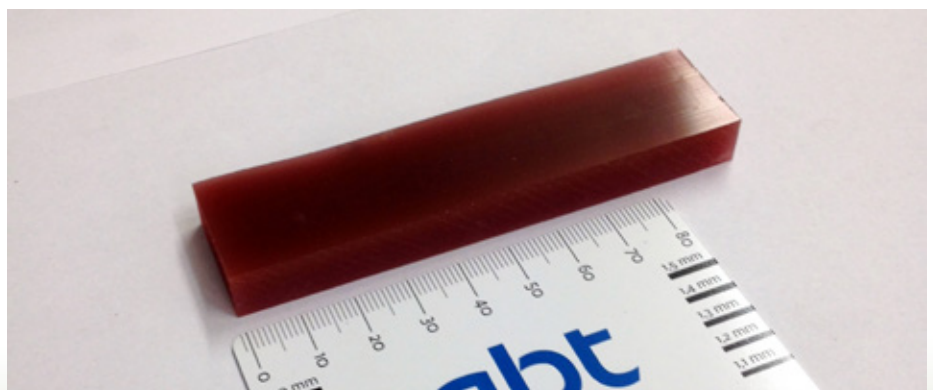
### Risico's en politiek

De testresultaten zijn verwerkt in de rekenmodellen voor de glazen serre van restaurant 'De Boerderij' te Arnhem. ABT heeft voor deze serre de volledige engineering verzorgt. Tijdens de engineering bleek dat een deel van de ruiten al voldoende sterk en stijf was om de stabiliteit van het gebouw te verzorgen. Afzonderlijke analyses zijn gemaakt van het plooien (uitknikken) van de ruiten op druk. Door de half-geharde ruiten gelaagd uit te voeren, is de constructieve veiligheid gewaardborgd. Mocht één laag glas breken, dan blijft altijd een tweede laag intact.

### Toekomstige mogelijkheden

Het systeem met schijfwerking in glas kan feitelijk overal worden toegepast, door de stelblokjes door het juiste materiaal te vervangen en met de juiste detaillering op de juiste plek toe te passen. Op die manier kunnen ruiten rondom worden aangesloten op een geschikte staalconstructie. De glastoetsingen zijn in dit geval gebaseerd op slechts een deel van de aanwezige ruiten die al voldoende stijfheid bieden. Bij benutting van alle ruiten kan dit constructiesysteem gemakkelijk een stap verder worden gebracht. Momenteel worden zelfs de mogelijkheden onderzocht voor toepassing in hoogbouw. ABT hoopt dat duurzaam en innovatief bouwen op deze manier een stap dichterbij komt.

*Ir. K.J. (Kars) Haarhuis (ABT bv)*



Polyester-polyurethaan proefstuk