

Constructief Glas

Dieter Callewaert, Didier Delincé, Jan Belis and Rudy Van Impe
dieter.callewaert@ugent.be

Laboratorium voor Modelonderzoek – Universiteit Gent

1. ABSTRACT

Tijdens de afgelopen twee decennia is het toepassingsgebied van glas in de bouw geleidelijk aan uitgebreid naar constructief dragende elementen. Ondanks het brosse karakter van het materiaal, slagen onderzoekers en ingenieurs er steeds beter in om op een veilige manier belastingen over te dragen via glazen elementen. Dit is slechts mogelijk met een gedetailleerde kennis van het mechanisch gedrag van glas en innovatieve veiligheidsconcepten. Ondanks de opmars van constructief glas is het toch nog een grote onbekende bij het grote publiek en zelfs bij veel bouwprofessionals. Om deze reden probeert deze bijdrage een indruk te geven van een aantal recente ontwikkelingen op vlak van constructief glas, een "state of the art", dat zowel onderzoek als realisaties omvat.

Aan (voornamelijk Europese) onderzoeksinstituten wordt fundamenteel en toegepast onderzoek uitgevoerd op zeer uiteenlopende deelaspecten, zoals de sterkte, de stijfheid en de stabiliteit van (gelamineerde) glascomponenten, postdestructief gedrag, constructieve combinatiemogelijkheden van glas met transparante kunststoffen, koud buigen van glas, lijm- en lastechnieken van glas, transparante verbindingen, enzovoort. Twee voorbeelden van gerealiseerde onderzoeksprojecten zijn het "all-transparent pavilion" aan de TU Delft en de glazen koepel met dubbelgekromde, gelamineerde glazen schaalementen aan de Universiteit van Stuttgart.

Dit onderzoek maakt het mogelijk dat constructief glas stilaan een onderdeel wordt van de courante bouwpraktijk: denk daarbij aan glazen traptrades of zelfs volledige trappen, verstijvingsvinnen van glazen showrooms of transparante geluidschermen langs de snelweg die moeten kunnen weerstaan aan de impact van een motorvoertuig. Verder zijn er ook meer en meer unieke glasrealisaties, zoals volledig glazen voetgangersbrugjes (vb. in Rotterdam, Leiden en Schwäbisch Hall), daken (vb. Glasgow Medical School, Yorkdale Shopping center in Toronto en Alte Mensa in Dresden), vloeren (zoals Grand Canyon Skywalk, private woning in Antwerpen en het Vlaams parlement), kunstwerken (vb. Gläserner Himmel in Frankfurt, National Police Memorial in Londen en Big Blue in Londen) en schaalconstructies (vb. Het Maximilianmuseum in Augsburg, de Beurs in Hannover en de overkoepeling in het Neumünster Abbey in Luxemburg).

Deze voorbeelden tonen aan dat het gebruik van glas verder kan gaan dan het "opvullen" van gaten in muren, en zelfs toegepast kan worden om krachten over te dragen via transparante balken, kolommen, wanden en schaalementen. Compleet transparante draagstructuren, waar men al eeuwen naar streeft, komen stilaan binnen handbereik van elke architect.

2. INTRODUCTION & OBJECTIVES

2.1 *History of glass*

Already in the Stone Age, obsidian – a type of naturally-occurring glass - was treated for sharp and strong utensils such as spearheads and cutting equipments (Fig 1). Despite this material was black and non-transparent, it already had a similar composition as the glass known today.

The first self-made glass products date from about 3500 BC. And around the beginning of the Common Era the Syrian discovered how to process molten glass by the use of a blowpipe. The first flat glass derived from this processing technique around 1300 AD with the Crown method (Fig 2).



Fig. 1 - Obsidian



Fig. 2 - Crown method

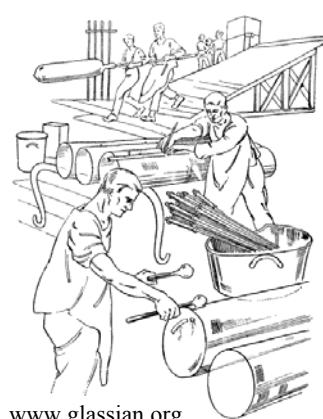
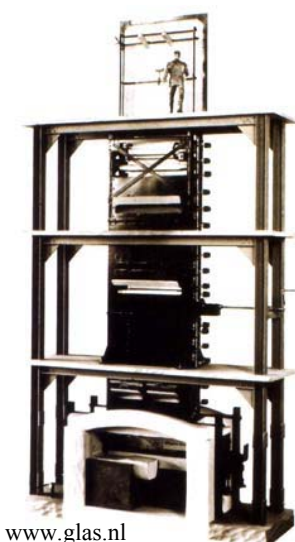


Fig. 3 - Cylinder blown sheets

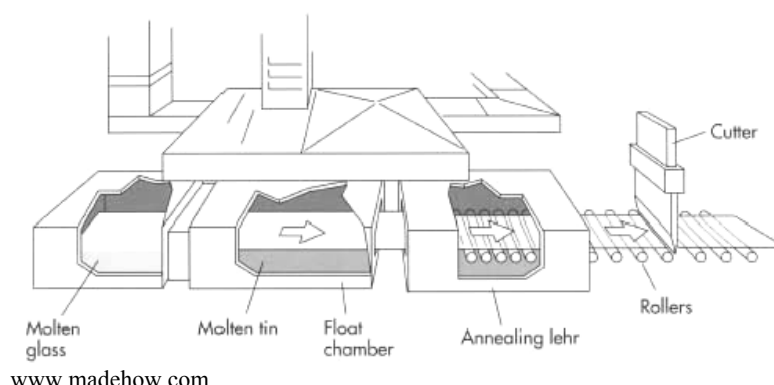
After this, some other small-scale flat glass production techniques were developed (e.g. The cylinder blown sheet method, Fig 3), but the true evolution came at the beginning of the 20th century with the industrial revolution.

In 1904 large glass plates were pulled out of a molten glass bath with the Fourcault-process (Fig 4) and in 1959 Sir Pilkington developed the until now most used float glass process (Fig 5). With this, the molten glass is continuously poured on a tin bath which results in the mass production of extremely smooth glass plates.



www.glas.nl

Fig. 4 - Fourcault drawn glass



www.madehow.com

Fig. 5 - Float glass process

2.2 Structural glass

During the last two decades, the range of glass applications is gradually extended towards structural bearing elements. Despite the brittle behaviour of the material, researchers and engineers increasingly succeed in a safe load transfer through glass elements. This is only possible with a detailed knowledge of the mechanical behaviour of glass and innovative safety concepts.

3. PROGRESS & ACHIEVEMENTS

3.1 Research

At (mainly European) research institutes, both fundamental and applied research is executed on diverse subfields such as the strength, the stiffness and the stability of (laminated) glass components; the post-failure behaviour; the constructional combination of glass with transparent plastics; the cold bending of glass plates; gluing- and welding techniques for glass; transparent connections; et cetera.

From time to time, these studies result in structural glass realisation to show the new possibilities of the executed research. The “all transparent pavilion” (Fig 6; TU Delft), the glass dome with double curved, laminated glass shell elements (Fig 7; University of Stuttgart) and the Tetra Glass Arch (Fig 8; RWTH Aachen) are some examples.



Fig. 6 - The all transparent pavilion, Delft



Fig. 7 - The glass dome, Stuttgart



Fig. 8 - The Tetra glass arch, Aachen

3.2 Realizations

This research makes it possible that structural glass gradually becomes a component of the current construction practice. Some frequently occurring examples are glass stair steps or even complete stairs, glass stiffeners in showrooms and transparent sound baffles along the motorway which must be able to resist the impact of a motorcycle.

Furthermore there is an increasing amount of unique glass realizations. In the following, an impression of the state of the art is given.

Transparent floors:



Fig. 9 - Grand Canyon Skywalk, Las Vegas



Fig. 10 - Private home, Antwerp

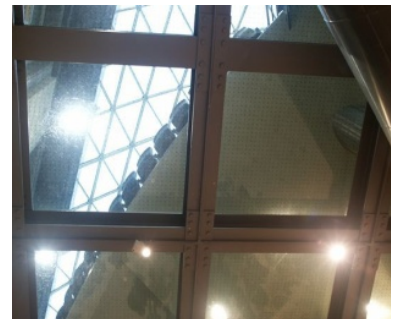


Fig. 11 - Flemish parliament, Brussels

Bearing walls:



Fig. 12 - Hanz Schmitz Haus,
Rheinbach



Fig. 13 - Temple de l'Amour,
Burgundy



Fig. 14 - Private house,
Santa Fe

Light roofs:



Fig. 15 - Wolfson Medical
building, Glasgow



Fig. 16 - International chamber of
commerce, Munchen



Fig. 17 - Alte Mensa,
Dresden

Thin shells:



Fig. 18 - Maximilianmuseum,
Augsburg



Fig. 19 - Entrance of the Messe,
Hannover



Fig. 20 - Neumunster Abbey,
Luxemburg

All-glass footbridges:



Fig. 21 - Glassbridge,
Rotterdam



Fig. 22 - Glassbridge,
Leiden



Fig. 23 - Glassbridge,
Schwäbisch Hall

Glazy art:



Fig. 24 - Gläserner Himmel, Frankfurt



Fig. 25 - National Police Memorial, London



Fig. 26 - Big Blue, London

4. CONCLUSIONS & ACKNOWLEDGEMENTS

4.1 Conclusion

The presented examples show that glass, besides filling up gaps in walls, can also be used to transfer loads by means of transparent beams, columns, walls, roofs, floors and shell elements. Completely transparent structures, which have been pursued for centuries, come gradually within hand range of each architect.

4.2 Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the support of FWO-Flanders and the Laboratory for Research on Structural Models at Ghent University.

4.3 References

www.google.com/images

www.glassfiles.com

Nijssen, R., *Glass in structures. Elements - Concepts - Design*. Birkhäuser, Berlin (2003).

Wurm, J., *Glass structures. Design and construction of self-supporting skins*. Birkhäuser, Basel (2007).