

# DÖNTÖTT ÜVEGHOMLOKZAT HÁTSÓKÚPOS TECHNOLÓGIÁVAL RÖGZÍTVE

**Várhelyi-Nagy Lilla** / mérnök tanácsadó,  
fischer Hungária Bt.

## Bevezetés

A XXI. század építőanyaga az üveg, amely légies megjelenésével mindig felhívja magára a figyelmet. Különösen igaz ez akkor, ha az anyaghasználat építészeti és műszaki megoldásokat tekintve is eltér a hagyományostól.

Jelen cikk egy közelmúltban átadott reprezentatív épületről szóló német cikk alapján készült. A cikk közlését a már említett, és igen nagy területen használt üveg és az alkalmazott rögzítések egyedisége indokolja.

## Porsche Múzeum, Stuttgart

A Stuttgart-i Porsche Múzeum (2009) tervezésekor és építéskor Delugan Meissl bécsi építész koncepciója válhatott valóra. Az épület olyan geometrikus formák összessége, melyek a derékszöget nagyrészt nélkülözik. Külön érdekesség, hogy az épületet a látogatók felé döntött üveghomlokzat zárja le a Porsche tér irányában (1-2. kép).



**1. kép:** Porsche tér, Stuttgart (forrás: Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG)

A futurisztikus építmény feszegeti a határokat, és ezzel Stuttgart építészeti arculatát is különlegessé teszi. A 35 000 tonnás óriás acélból, üvegből és fémburkolatból áll, amely 5600 négyzetméteres kiállítóteret



**2. kép:** Porsche Múzeum este (forrás: Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG)

rejt magában, ahol a födémek, falak és tető egyszerű fehér színűek. Az épületben folyamatosan változtatva kerülnek majd bemutatásra az egyedülállóan különleges járművek, illetve 200 további kisebb „esemény” a Porsche-történelemből. Ezen kívül a múzeum magában foglalja még a vállalászati levéltárat, az oldtimer-javítóműhelyt, a konferenciaterületet és különböző gasztronómiai egységeket is.

## Kihívás az üveghomlokzattal kapcsolatban

Felépítését tekintve a dinamikusan formált tömeg 150 m hosszú, monolit alapozásból, alig észrevehető megtámasztásokból és egy „lebegő” tömegeből áll. A tényleges kiállítóteret ez utóbbi, 16 m magasságban lebegő részbe került, melyet egy komplex acél tartószerkezet jellemez 60 méteres fesztávval. Az üvegezett elülső oldalon szabad kilátás nyílik a Porsche tere. A többi homlokzat fehér fémburkolatot kapott. A kiállítóteret tömege egyúttal a bejárat fölé, óriási előtetőként nyúlik. Különösen igényesen kellett kialakítani ezt a fogadó homlokzatot, mert a főbejárat felett helyezkedik el, emiatt kettős homlokzatként funkcionál. A belső hőszigetelő üvegfal lineárisan megtámasztott és biztosítja a külső-belső térelzárást. A külső másodlagos homlokzatot pontmegfogásos szerkezet tartja. Takarítási- és fenntartási munkálatok céljára járható a speciális dupla-homlokzat közötti tér.

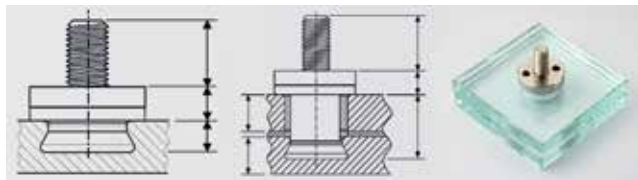
A külső oldali üvegfal a vertikális irányhoz képest 16,5°-kal dől kifelé. A dőlt homlokzat méretei jelentősek; 41 m a felső szélessége, az alsó pedig 40 m, 14 m magasságból 27 méteres magassáig nyúlik. A hajlásszög alapján az építési előírások szerint ez már „fej feletti” üvegezésnek minősül, ahol nyitott fugákkal lettek az üveglapok egymás mellé építve. Emiatt több szigorú német előírásnak kellett megfelelnie.

Rétegelt-ragasztott biztonsági üveget (VSG) tartanak a pontmegfogások, a külső réteg 10 mm, a belső pedig 8 mm vastag edzett üveg. Az egyes üveg elemek maximum 3454 mm szélességet és 1917 mm magasságot érnek el. Alsó és felső peremük mentén 6-6 hátsókúpos FZP-G-Z megfogással rögzülnek, melyek peremtávolsága mindössze 85 mm.

Két szögacél hivatott a szerkezet önsúlyának hordására. Továbbá acél pántok kapcsolják az üveg rögzítési pontjait a háttérszerkezethez ovál-furatokon keresztül, biztosítva ezzel a hőtágulás szempontjából fontos, feszültségmentes rögzítést. A háttérszerkezet S 235 minőségű, háromszögletűvé formált acél bordákból, és azokat függőlegesen merevítő laposacélokból áll.

### Az alkalmazott FZP-G rendszer

A hátsókúpos technológiának köszönhetően világszerte először vált lehetővé olyan üveg pontmegfogás alkalmazása, ahol az üveglapokat nem kell teljesen átfúrni. A ponttartó egy kónuszos (hátsókúpos) zsákfuratba, meghatározott nyomatékkal épül be, mellyel feszültségmentes formazárást biztosít (3. kép). Ilyen módon lehetséges az üveglapok külső oldalról nem észrevehető, nem feltűnő rögzítési pontokon keresztül történő megfogása. A teljesen sík külső felület sokkal esztétikusabb, mivel nem állnak ki kapcsolóelemek a felszínből, így a homlokzat szennyeződése, foltosodása is sokkal csekélyebb mértékű.



3. kép: fischer FZP-G pontmegfogás / **fischer** 

A fischer hátsókúpos üveg ponttartó FZP-G-Z német építőhatósági engedéllyel rendelkezik. Az engedély maximum 2000x3000 mm méretű üveglapokra érvényes, és kiszellőztetett külső burkolathoz alkalmazható a DIN 18516-41 szerint, illetve függönyfalakhoz. A rögzítőelem beépíthető mind egyrétegű biztonsági üvegbe (ESG), mind rétegelt ragasztott biztonsági

üvegbe (VSG). Az üveglapok rendelkezhetnek akár felületi kezeléssel, bevonattal, ezen kívül szolgálhatnak laminált napelemek fogadófelületeként is.

### Sikeres törés- és tartós terheléspróba

Különböző műszaki szabályok vonatkoznak a végül kialakított „fej feletti” üvegezés kiépítésére, ahol figyelembe kell venni előírásokat a síkban megtartott üvegezésre és a pontmegfogás kialakítására is. A szabályok középpontjában az üvegezés tartós terhelhetőségének biztonsági vizsgálata áll törött állapotban. A felhasznált fischer üveg pontmegfogó FZP-G-Z méretezhető a rá vonatkozó engedély szerint. A választott üvegtípus (VSG), az üveglapok mérete és a beépítés módja viszont már nincs szabályozva a rendelkezésre álló engedélyben. Ezért az építetető kérvényezte az építési hatóság hozzájárulását a rendkívüli kialakításhoz. Az alapot ehhez egy számítási megvalósíthatósági tanulmány, mint kísérleti koncepció szolgáltatta a SuP Ingenieure GmbH (Darmstadt) jóvoltából, mellyel az illetékes hatóság egyetértett.

Összetett terheléspróbaival kellett igazolni a teherbírás megfelelőségét. A szükséges tesztek Rupert App (Leutkirch) homlokzati kivitelező végezte az Allgäu-i telephelyükön, melyeket az MPA Darmstadt és a Baden Württemberg-i tartományi hatóság felügyelte. A maximális teherbírás megállapításához meghatározták a vízszintes beépítési irányt, illetve hogy az üveg homlokzat terheit függesztett homokzsákokkal fogják helyettesíteni. Az elvégzett tesztek alapján bebizonyosodott, elegendő a  $\gamma = 4,30$  minimális biztonsági tényező alkalmazása.



4. kép: Döntött üveglapok tesztelése

### Tesztelés szisztematikus tönkretétellel

A tartós terhelhetőség megítéléséhez az MPA Darmstadt megfelelő terheléspróbákat végzett el (4. kép). Ehhez az építésnél alkalmazandó

16,5° dőlésszögben kellett az egyes lapokat vizsgálni. A tesztelési koncepció szerint a szélterhelés felét homokzsákok segítségével ráterhelték a tesztelendő elemre. Ezután a VSG üveglapok (10+8 mm) kívülről és belülről is meghatározott pontokon hegyes kalapáccsal be lettek törve, így biztosítva a szakaszos tönkremenetelt (betörést). Az üveglapok az edzett üvegre jellemző törésképet mutatták. A nyolc ütés után semmilyen jelentős deformáció nem jelentkezett a mintadarabon.

A sikeres teszt feltétele: a mintadarabon 24 óra elteltével sem jelentkezhet változás a szimulált, redukált szélteher és önsúly hatása alatt. Majd a szimulált szélterhelés eltávolítható és a szerkezet kiértékelésre kerül. Semmilyen jelentős változás nem volt tapasztalható a kialakult helyzetben. Végül további 24 órán keresztül megfigyelik a mintadarabot. Továbbra sem volt semmilyen változás tapasztalható. A pozitív kutatási eredményekre és a SuP Ingenieure GmbH végső szakértői véleményére alapozva jóváhagyásra került ez az egyedi megoldás.

### Összefoglalás

A Porsche Múzeum panorámahomlokzata egyedülálló. Ehhez nagyban hozzájárult a bemutatott műszakilag igényes, esztétikus megoldás.

A beruházás tervezői, illetve a fischer vállalat mérnökei jóvoltából kifejlesztett és itt alkalmazott különleges üvegmegfogás új dimenziókat nyitott az üvegszerkezetekkel kapcsolatos építéstechnológiában.

### Felhasznált forrás

Dr.-Ing. Klaus Fockenbergr - Dr.- Ing. Roland Unterweger, Fischerwerke, Waldachtal:  
HInterchnittanker halten geeignete Glasfassade;  
Bautechnik 86 (2009), Heft 7

Cégek, melyek részt vettek a dőlt homlokzat megépítésében:

- Építető: Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
- Építészet: DELUGAN MEISSL ARCHITECTS  
Wenzel + Wenzel Freie Architekten
- Tartószerkezet tervezése:  
FELDMANN + WEYNAND GmbH
- Üveg homlokzat tervezése:  
R+R Fuchs Ingenieurbüro für Fassadentechnik
- Üvegezés tesztelése: MPA Darmstadt
- Méretezés és tanúsítás: SuP Ingenieure GmbH
- Üveg: Glas Trösch GmbH Nördlingen
- Szerelés: App Fassaden aus Metall + Glas
- Üveg-pontmegfogás: fischer FZP-G-Z

**fischer**   
innovative solutions

## A tervezés szabadsága

Hátsókúpos pontmegfogás az üveg átfúrása nélkül, fischer FZP-G dübelrel:

- engedéllyel rendelkező esztétikus megoldás
- 8 mm üvegvastagságtól
- edzett és rétegelt biztonsági üvegnél is
- méretezhető

További információval kapcsolatosan várjuk jelentkezését!

fischer Hungária 1117 Bp. Szerémi út 7/b. +36 1 347 97 55 www.fischerhungary.hu info@fischerhungary.hu

