

GÖCSEI Sándor
A jövő üvegből épül?
Hová mutat a high-tech építés?



BME Épületszerkezzettani Tanszék

Témavezető: dr Czeglédi Ottó

A választott témám címe: A korszerű (high-tech) homlokzatépítés szerkezeti problémái

nevezetesen: az acél-üveg homlokzati síkot áttörő tartószerkezetre épülő elemek (menekülőjárdák, árnyékolók, előtetők, gépészeti berendezések stb.) okozta szerkezeti problémák vizsgálata, értékelése és megoldási javaslatok.

Célja. a kilencvenes években hazánkban megjelent óriási termékválasztékban való eligazodás segítése. Értelmes szempontrendszert kíván adni a választáshoz, a továbbgondoláshoz illetve akár a teljesen új problémák megoldásához is. Nem akar a jelen állapothoz erősen kötődni, hanem hosszútávra próbál előrenyúlni.¹ Sokoldalúan használható eszköz a használó kezében.

Aktualitásának igazolását már a doktoranduszi munkám megkezdésekor megfogalmaztam, ma is ezt vallom:

*"TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA, KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI: a korszerű építészet - a posztmodern után - legfőbb sajátága a minőségi munka. A minőségnek meg kell jelennie a tervezésben, a szerkezettervezésben és a kivitelezésben is. A piaci tendenciák figyelembevételével előbb-utóbb Magyarországon is megjelenik az építés e korszerű fajtája. Természetes, mint minden új "eszme" fogadtatása, ellenkezést vált ki a közéletben és a szakmai közéletben is. A dolgozat nem fogja át az épületek egészét, csupán a homlokzatképzéssel foglalkozik. A jellegtelenség és az egyhangúság ellen veszi fel a harcot! A stílusra oly jellemző, világszínvonalon alkalmazott, gazdagabb homlokzatképzést segítve. A szerkezeti problémák feltárása, összegyűjtése, feldolgozása, elemzése és értékelése által. Stílusában, az ily módon tipizálható, esetleg egyedi példák adnák meg a használó számára a párbeszéd és az értelmes adaptálhatóság lehetőségét. E téren kíván a dolgozat jobbító szándékkal segíteni az újra fogékony építész társadalom javára."*²

Az újfunkcionalizmus és a high-tech térhódításával együtt kell megtanulnunk ezen problémák kezelését. Mint az angol és a német példák (gondolok itt Normann Fosterre, Richard Rogersre, stb.) mutatják, aki e területen is kiemelkedőt akar nyújtani, annak a konstruktőr szerepében is tájékozottnak kell lennie.

¹ Erre véleményem szerint a mai kor visszás helyzete miatt van szükség. Ma a megfizethető magyar háttérpar hiánya nyomja rá bélyegét az építőiparra. Nincs lehetőség a terméket az adott felelt körülményeihez szabni. A terméktervezők, a gyártók diktátuma az a valami, ami vagy túl sok fölösleges pluszt, de inkább sok hiányzó mínuszt tartalmaz.

² Részlet az 1995.12.04-i Egyéni Tématervből.

Tartalomjegyzék:

1. Bevezetés
2. Napjaink szokványos építés fajtái - technológiájuk szerint rendszerezve
 - Természetes anyagok felhasználásával - vályog, fa, kő
 - Nagyrészt beton alapú
 - Pneumatikus és műanyag
 - Acél-üveg, high-tech és industrial
3. A high-tech építés jelentősége és jogosultségi területei
4. Az üvegépítés történetének pillanatai
5. A homlokzat szerepe és helye az épületen belül
6. A high-tech homlokzat
 - Függetlenfalak
 - A függetlenfalak anyagai
 - Az üveg
 - Tartóváz-bordák
7. Összegzés

Bevezetés

Fal és falak határolta térköz-ez az építészet talán legegyszerűbb meghatározása. Igaz az ember alkotta építmények mindegyikére időtől függetlenül, s nemcsak az egyes épületekre, hanem azok csoportjaira, a településekre is.

Az ember az ősidőkben nem építkezett, ösztönösen foglalta el a neki megfelelő környezetet. Felfedezte és elfoglalta azokat a természetes tériségeket, melyek élettere számára megfelelőnek bizonyultak anélkül, hogy térfalakat épített volna. Az alkalmasnak ítélt tériségek nem nélkülözhettek azonban tárgyas alakzatokat, de e helyek testszerű részleteit nem emberkéz formálta.

Hosszú évezredek múltán a természet alkotta használható helyek fogytával ezek megsokasítása hozta létre az építési tevékenységet, mely a másolás útján jutott el az eddig soha nem tapasztaltak megépítéséhez. S ma a terek sok típusváltozata mellett új törekvések jelennek meg, melyek egy része elhal, de a fennmaradtak új alapokat képeznek a jövő számára. Azonban soha nem szabad elszakadni az alapvető igazságtól, hogy az ember a neki és tevékenységének megfelelő környezetet akarja csak elfoglalni. S ennek a megfelelésnek számos paraméterét ma egzaktul meg tudjuk fogalmazni - ezek egy része beépült a szabályozási rendszerünkbe, más része mint szokás, ösztön él tovább - míg vannak olyanok melyek még felfedezésre várnak, mert jelenleg csak misztikum szinten értelmezettek.

A terek létrehozása mint technikai feladat szintén az emberi történelem gyökeréig nyúlik vissza. A korokat jellemző felfedezések láncolatában, az anyagok és vele a megmunkálásuk módjának megismerése - kő, bronz, vas stb. - fontos eszközeink gépeink létrejötte, az építés kevésbé hangoztatott, de ugyanolyan fontos állomásai - oszlop-gerenda, kupola, boltozat stb. - is meghatározóak. Kialakultak az alaptípusok melyek összetevékenységünk szinte teljes egészét lefedik, hisz az idő során a kevésbé életképes elemek kirostálódtak. Jól nyomon követhetők az első kézből fakadó megoldások, szinte képletszerű megjelenései a történeti stílusok folyamán. A századforduló robbanása új anyagokat hozott és a hagyományos szerkezeti megoldások léptékét megváltoztatta. A ma építőmestere e tapasztalatokban gazdag hagyományokon alapuló és a megismerhetetlenségig bővített tárházban válogathat.

Tehát vannak egy oldalról a múltunkban gyökerező igényeink, másoldalról az állandóan fejlődő, de alapjaiban teljesen megismerhető építési megoldásaink.

E két halmaz metszete a fejlesztési folyamatban mindenképp megvan, azonban a felhasználás során estlegesen jelenik meg. (Hisz nem ismerheti a felhasználó - az építész, a szerkezettervező, a statikus stb. - a gyártmányok és szerkezeti megoldások teljes skáláját.) A gyártott - készen kapható - szerkezetek ha megfelelőek az adott szituációban akkor a kiválasztás egyszerűbb alapismeretek birtokában is elképzelhető, bár a részletes ismeretekkel felvértezve az építés során a szerkezet működése eredményesebbé tehető. Azonban ha nem felel meg semmilyen gyártott szerkezet mindenképp egy új vagy módosított szerkezet gyártása a teljes ismertanyag felhasználását teszi szükségessé.

Ezért fontos az ismeretanyagot a változásokra reagálva újból és újból átdolgozni, fejleszteni és publikus formában elérhetővé tenni.

Napjainkban használt lehetséges építési módok

1. Természetes anyagok felhasználásával - vályog, fa, kő stb.
2. Nagyrészt beton alapú
3. Pneumatikus és műanyag
4. Acél-üveg és előregyártott beton alapú, high-tech és industrial

1. Természetes alapú építés. Az hetvenes évektől - az olajválság következtében - ismét előtérbe került az égető szemétkézelési problémák és (főként az iparilag legfejlettebb országokban) az újrahasznosítás megoldása. Főként a felhasznált anyagok megjelölése, nyilvántartása, az egységes kódrendszer bevezetése stb. Ezen tényezők hatására indult el az ökológikus építés iránti kereslet felfutása. A környezetért tenni kívánó építető polgárok is felfigyeltek a főként Németországban, az USA-ban és a skandináv országokban e jelenségekre. Nagyobb és nagyobb támogatást kap a folyóiratokban és különböző banki hitelek formájában a napjainkra már áraiban és szolgáltatásaiban, színvonalában is versenyképes természetes és természetes úton visszaforgatható anyagokból való építés. Ilyenek a vályogtégla, a kő, a fa mint szerkezeti és a vakolatok, festékek, tapéták stb. mint felületképző anyagok. Fontosak a bioszoláris energiafelhasználás, melléktermék visszaforgatás egyedi, házanként történő alkalmazása. Az enrgiatudatos tervezés, mely a tájolásban, a kedvező formában, illetve elhelyezkedésben és az USA-ban oly divatos légkondicionáló- szellőztető berendezések nélkül tervezhető természetes módszerekben mutatkozik. Azonban a természetes anyagokkal épített épületeknek vannak határai. Nem minden méretű és igény szintű feladat oldható meg pl. a kis áthidalható fesztáv miatt csak kisterű, az építhető magasság miatt csak kisléptékű épületek létrehozására alkalmasak. Egyelőre azonban ez is előrelépést jelent, hisz a kis háztartások száma az építőiparban illetve az energiafogyasztásuk a világgazdaságban jelentős, országonként változó, kb. 30 - 40 %-ot jelent.

2. Beton alapú építés. A II. világháború után az addigi monolit építést az egyszerre jelentkező nagy igény miatt típuszerűen előregyártott, feszített vasbeton elemekből épített épületek, műszaki létesítmények építése váltotta fel. Az üzemben történő előregyártás a monolit építéssel szemben nagy előnyt jelentett a munkaerő, az anyag és energia egy helyen történő, koncentrált és gazdaságosabb felhasználása miatt. A korábban említett feszített szerkezetek a kedvezőbb erőjátékuk és igénybevételeik miatt jelentős megtakarítást mutattak. Nagymértékben felfutott (még az ötvenes években) a fejlesztés és a tudományos kutató munka Magyarországon is. Sajnos az akkori szűkös keretek inkább csak az elméleti munkát tették lehetővé és az építőiparban az hetvenes években jelentkező recesszió ölte meg és tüntette el gyakorlatilag teljesen napjainkra az efféle tevékenységet. Jelenleg csak a külföldről behozott építőanyagok és technológiák mérése és szabványosítása folyik. Jellemző példája a betonépítésnek, hogy míg a dunaparti Intercontinental 1965 körül teljesen magyar anyagokból és kivitelezéssel készült, addig az 1974 körül Fórum szálloda teljes mértékben külföldi, főleg osztrák anyagokból és kivitelezéssel. A minél nagyobb áthidalás elérésének versenyében nagy előretörés volt a matematikai fejlődés, a számítógépek használata következtében megjelenő vasbeton héjszerkezetek az húszas években. Az erőltetett elméleti munkát (héjelmélet és geometria) a gyakorlati tapasztalatok alapján szinte megelőző tapasztalati fejlesztés hozta létre. Az áthidalható fesztáv 200 m körüli és az ehhez szükséges

szerkezeti vastagság mindössze 5-6 cm, tehát a vasbeton építés egy nagyon gazdaságos módjával állunk szemben. Azonban ezek a terek a jellegükből fakadó strukturátlanságuk révén pszichésen nyomott hangulatot, rossz térérzékelést stb. okoznak, a szinte gravitációt meghazudtoló megjelenésükkel. Azonban az ipari építészet eszköztárának fontos elemeit adják. Gazdaságosan építhető nagy élettartamú és evvel kevés környezeti kárt okozó szerkezeti - egyes esetekben az egyetlen - megoldását jelentik pl. hűtőtornyok, silók stb. A mai építési gyakorlat a monolit szerkezetépítés kb. 70 %-os alkalmazását mutatja. Az előregyártó üzemek nem tudják a változékony formai, szerkezeti igényeket kielégíteni, csak a családi ház, illetve az ipari csarnok szintjén. A monolit, tehát helyszínen történő szerkezetépítés mindig túlméretezett (építési hibák miatti védelem) nagy energia ráfordítást, munkaerőt és gépesítést igénylő feladat. Hosszan tart és evvel hátráltatja az építés folyamatát, de nagyon variábilis és az építőipar berendezkedésének megfelelő.

3. Pneumatikus és műanyag alapú építés. Az hetvenes évek futurisztikus hangulatvilága váltotta ki az ilyen szerkezetek iránti felfokozott érdeklődés. Építészek és szerkezettervezők kísérletek sorát végezték a lehetőségek megismerésére. A felhasznált anyagok fejlesztése jó hatással volt az építőipar egészére. Az események csúcspontját az osakai EXPO jelentette. Azonban e fejlesztések és prototípusok felhasználása mindezekig csak kísérleti szinten maradt.

4. Acél-üveg és előregyártott beton alapú építés. Ez a fajta építészet mint ipari építészet jelenik meg az acélgyártás kiteljesedése idején és a XIX. sz. végén, illetve az hetvenes évek végén is lökést ad az építészet kommunális irányzatainak. Az ipari épületek egyszerűsége, racionalitása nyugtázta le minden korban az építészeket és más területeken is egyszerűsége és gazdaságosságra buzdított. Ez jelenti a tipizálható, csereszabatos, előregyártható elemek használatát, melyek révén az üzemben előregyártott, szabványosított összetevők felhasználásával merőben más módon, mint az évszázados gyakorlat alapján készült épületek. (A görög peripterosz templomok is hasonló módon készültek egyes teóriák - származási helyek, fejlődési tendenciák alapján - szerint. Délosz szigeti márványbányára települt gyártó telep készített tipizált - fejlett modulrendszer - elemeket, melyeket hajón szállítottak pl. Athénba).

A nagy fesztávú, illetve nagy magasságú műszaki létesítmények egyedüli szerkezeti anyaga az acél, mely kedvező anyagi tulajdonságokkal rendelkezik. A túlracionalizált építészet kicsit a sablonos házak zsákutcájába juthat. Ezért jó nevű építészek pl. Norman Foster vagy Richard Rogers szerkesztő módszerei - ezeken a hibákon okulva - a változatos, egyedi szerkezeti megoldásokon és az erre típuselemekként szerelt burkolatokon nyugszanak. Így maradhat formagazdag és friss az építészetük. Az előregyártás nagy előnye az autóiparhoz hasonlóan a nagyobb mérvű szabályozhatóság, a koncentrált eszközök révén a gyorsabb fejleszthetőség, ellenőrizhető technológiák. Így a környezeti károk mérséklésének lehetősége nagyobb, ellenőrizhetőbbek a gyártmányok, a gyárak, mint a sokfelé szabdaltnak helyi építés esetén. A utólagos illesztések, szerelések, tömítések, mint a ház leggyengébb pontjai gyakori ellenőrzésre és cserére szorulnak és az előállításuk is költséges. Többnyire kőolaj származékokról van szó. Pl. az építőanyagok csomagolóanyagainak újrahasznosítása is gyerekcipőben jár. A befejező munkák fő anyagai a gipsz, a közetgyapot, az alumínium és a különböző műanyagok ill. vegyi oldószeres festékek, tömítések. Ezen anyagok előállítása, használata nagy energiaigényű, rendkívül környezetszennyező. Azonban ez a fajta építési mód rendkívül fejlődőképes, a műszaki és építészeti feladatok majd minden fájára adhat megoldást. A megfelelő ipari kultúrával rendelkező országokban - USA, Anglia, Franciaország, Németország - már ma is előszeretettel alkalmazott a high-tech és az industrial

építés. A környezetvédelmi, gazdasági szempontok figyelembevételével, melynek szabályozása az említett országokban élen jár a jövő egyik lehetséges alternatíváját adhatja.

A high-tech jelentősége és jogosultsági területei

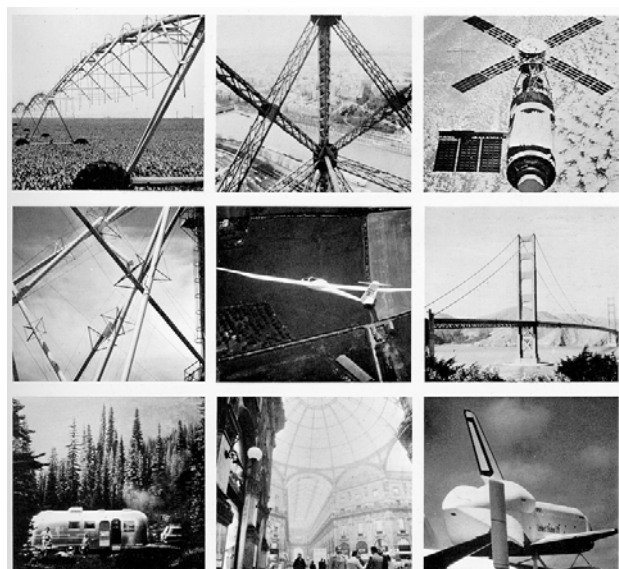


„ . . . a technika és az építészet egészen közeli rokonok Abban reménykedünk , hogy növekedésükben eggyé válnak , és elkövetkezik az az idő , amikor az egyik a másik kifejezőjévé válik .”

LUDWIG MIES VAN DER ROHE

A technika minden átalakított természeti elem és folyamat , amit az ember önmaga és a természet közé állít , hogy létét és tevékenységét fenntarthassa . Így valóban a technika , mint az építészet eszköze jelenik meg . Azonban korunkban ez az eszköz egyre inkább elveszti eszköz jellegét és célá válik az építészek kezében . A rohamosan növekvő tudásanyag birtokában lehetne valóban eszköz , de e tudás nélkül elszabadul és az emberi élet legfélelmetesebb , szinte legyőzhetetlennek tűnő ellenségévé válik .

A technicista felfogás minden korban a jövőt idézi. A hetvenes években a Csillagok háborúja, napjainkban a Szárnyas fejvadász, a Terminátor és a 12 majom. Általában embertelen, milicista kép jelenik meg a tudományos-technicizmus eredményeképpen. A kitágult kommunikációs lehetőségek ellenére az elzárkózás, elhidegülés már napjainkban is tendencia. Történik mindez a technika által kínált komfort, mindent az ember jobb kiszolgálása érdekében építés ellenére.



A high-tech építészet ma a magas technológiai szinten - napjainkban a fejlesztésben élenjáró gépipar és űrkutatás szintjén - megvalósított épülettermelésben jelentkezik. Azonban a high-tech képviselői sem gépek, tudatosan törekednek az emberléptékű megoldások alkalmazására, az irreálisan drága és fölösleges eszközök kiváltására. A stílus nagyja Norman Foster vallja, hogy a high-techet mint stílust nem ismeri, ha ez divat irányzat, óvakodik tőle, ő építész, vonzódik ugyan a science fiction-höz - Jules Vernétől a távközlési műholdak képviselte technikái - de a realitásokat mindig szem előtt tartja. Nem tervez tudatosan így de saját épületeinél mindig valamely jól körülírható kívánság, jogos emberi igény kielégítése vezet erősen technitizált megoldásokhoz., melyek a műszaki problémákra adott válaszok.³ Tehát mindig mások, a legmegbízhatóbb anyagok, a technológia és a minőség megjelenései.

A későfunkcionalista építészet high-tech ágának képviselői közül mások, mint Richard Rogers, szintén minden épületüket high-tech szinten és "stílusban" valósítják meg mérettől és funkciótól függetlenül, és vannak olyanok is, akik az adott feladatok milyenségétől függően válogatnak az eszközökben. A jellemzően high-tech módon megoldható épület típusok az ipari és középület funkciók keveredéséből kialakuló általában egyedi szerkezettel, csarnokszerűen megoldható feladatok. Az ilyen házak - optimális esetben - valamely technikai tevékenységnek ill. e tevékenységet segítő, bemutató folyamatoknak adnak kitűnő minőségű teret. Pontosan a közlekedés, a szállítás - vasút, metró, repülés hírközlési-, stúdióépületek, technikai kiállító és bemutató terek, stb. - ,az ipari és kommunális funkció keveredése - pl. lapkiadó nyomda - ,ipari szerkezeteket követelő kommunális - pl. sport létesítmények - ,magasan technicizációs igényű kommunális - pl. irodaházak - épületek lehetnek ilyenek. A másik nagy csoport a nagymennyiségű épületgépészetet igénylő épületek, pl. a gépészettel ellátott csarnokok -Norman Foster, Sainsbury Centre, University of East Anglia.

E szellemiség - a technikai eszközök szigorú strukturáltsága - vetül át az alkalmazott szerkesztőmódszerekre, szerkezetekre, anyagokra. Jellemzően az acél, az üveg, a műanyagok széles skálája ill. a kerámia. Megjelenésükben az előregyártás, a méretegyesítés gépi jellege, az ésszerű vizuális ökonómia és az elemek őszinte megmutatása uralkodnak. E terület a vezető kutatási eredmények elsődleges megjelenési lehetősége. A jellemzően magas igények és a megoldandó feladatok nehézsége generálja a fejlesztés tudományos oldalát, munkát ad a vezető ipari kutatásnak.

Hogyan hatnak ezek az épületek az emberre?

Egy ilyen épületben általában minden munkahely tökéletesen használható, gépészettel maximálisan kiszolgált és ami nem mellékes a közérzethez, látványban is sokat nyújt. Jó példa erre Európa most épült legmagasabb háza a Commerzbank épülete, Frankfurt am Main, 1997.

A használók oldaláról a könnyű tájékozódást, a kényelmes és gyors közlekedést és a maximális komfortot nyújtja.

³ Cachlin, Hervet, Lavalou: Norman Foster, Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt, 1987



Azonban e acél-üveg világ már anyaghasználatában is hideg-rideg, nélkülözi az otthont, a kiindulópontot, mást, szokatlant, idegent nyújt. Szakít a „középület az otthon felnagyított, ünneplős mása” érzésvilággal. Az egyirányból várt változás hatás cserélődik ki a minden mozog izgalmára. E állandó ingereltség állapot által kimerített ember a pl. a kommunikációs készségfokának csökkentésével válaszolhat. Tehát a szintén rossz hatású ingerszegény környezetet az állandóan változóval váltjuk fel - és ez méginkább igaz a dekonstruktív terekre - meglepő, de hasonló eredményt érünk el. Ezért jók az egyszerű szerkesztő módszerek, melyek által könnyen áttekinthető, világos szervezésű terek, térsorok jöhetnek létre. Könnyen megtanulhatóvá kell válniuk az ilyen épületeknek, hogy a high-techre jellemző épülettípusok javára váljanak. Járjanak jó példával előttünk az ily módon megszervezett fogyasztókezelés vezet a jövő felé

A későfunkcionalista high-tech építészet által kialakított tér optikailag nyitott térérzettel szolgál. Az általában szerkezeti gondolkodást kívánó téralakítás eszközei a kívül vagy belül illetve a kívül is belül is meglévő jellemzően acélszerkezet függőleges, vízszintes üveg térhatárolás és az árnyékoló szerkezetek.

Az ilyen üveggel határolt épületekben meglévő optikailag nyitott térérzet miatt vált ki mégis a falas épületekhez hasonlóan zárt térhatást?

Ami üvegből készült, annak nincs aurája, s az aura hiány jellemzi-e ezen épületek belső tereit, s az épületbelsőik egészét?

A zárt hatást adhatja az épület tartószerkezetei között lévő tér érzékelése, de adhatja az üveg tartószerkezetei között meglévő tér is. A nagy belmagasság esetén is jól érzékeltetik a teret, legalábbis a vasbeton héjszerkezetek lényegéből eredő strukturátlanságánál jobban, az erős azimut fény hatására létrejövő "szerkezetárnyékok". Érzékelhető, értékelhető a tudatalattiban, a megszokotthoz arányosíthatóan jelenik meg, eltüntetve evvel az összemérhetetlenség pszichés zavarát. ezért is fontos a stílus lényegéből fakadó szerkezetesség mutatása, sőt kihangsúlyozása. Képzeljük el egy repülőtéri óriás utascarnok osztatlan belső lehatárolásának nyomasztó érzését.

Azonban ez az optikai határolás nem azonos a hagyományos falasan tömör szerkezetekkel határolt terekben keletkező érzetekkel. De nem is oly távoli, hisz a többi érzékszervre gyakorolt hatása közel hasonló a megszokotthoz. Mert van hangvisszaverődés, állandó légsebesség, belső terekre jellemző relatív páratartalom, a tevékenységre utaló illat és a külső és a belső tér határa tapinthatóan jelenik meg.

Az optikai élményt pedig - egy többszörösen konkáv épület esetén - a külső és belső terek egymás utáni átlátása tudja fokozni. Ez a jelenség sok esetben pozitívan értékelhető pl. könnyű tájékozódás, de nem alkalmas az alapvető emberi igények - otthonosság, védettség stb. - igények kielégítésére, ezért nem alkalmasak ezen épületek minden feladat megoldására.

Az üvegepítés történetének pillanatai

Az üvegfúvásos készítés technológiája az ezerháromszázados években fejlődött ki. A középkorban maximum 90cm átmérőjű, 20 kg súlyú üvegkorongokat tudtak készíteni.

Joseph Paxton, Kristálypalota, London, 1851. Ekkorra kifejlődött a raszter elv, megoldódott a racionális előregyártás és szerelés problémája. Az építéstechnológia gépesítése elindult.

II. Viktor Emmanuel galériája, Milánó, 1867. Az üvegfedésű passzázs építészet csúcspontja, az üvegtető funkciója az időjárás védelem és a természetes megvilágítás biztosítása. Tudatosan tervezett szellőzés biztosítja a kellemes klímát.

E század elején a húzott-hengerelt eljárással nagytáblás üvegek előállítása válik lehetségessé.

Walter Gropius Bauhaus épületek függönyfalai, Dessau, 1921.

Richard J. Neutra Los Angeles környéki villák, 1929. Megoldja a lakóterek totális megnyitását kifelé, de a belső tér hővédelméről is gondoskodik. Az üveg az életminőséget javítja.

Charles and Ray Eames, Case Study House, Pacific Palisades, Los Angeles, 1949. A prospektusból rendelhető előre gyártott elemekből tervezett és épített ház prototípusa.

Mies van der Rohe, Farnsworth House, Los Angeles, 1950.

Norman Foster Associaton, Willis, Faber and Dumas igazgatási épület, Ipswich, 1975. Üveg tartószerkezetre függesztett hullámzó függönyfal.

Mike Davis - Richard Rogers Partnership - 1981. Koncepcionálja a többretegű intelligens üveget, mely úgy reagál környezetére mint egy kaméleon.

Homlokzatok helye és szerepe az épületen belül

A homlokzatok olyanok az épület számára mint az embernek a bőre. Technicista megoldások ezen is túltesznek, lehetőségeik határait próbálgatva a fejlődés irányányultságát kutatják.

Azt hogy a bőr milyen fontos - s itt sokféle szempontot lehetne sorolni - azt mindenki tudja. Tudja az ipar is az ilyen tárgyú reklámok meghatározó része irányul a fogyasztó felé a médiákon keresztül.

Az építőanyag és szerkezeti alrendszert gyártók is hasonló vehemenciával ostromolják a piacokat. Hatalmas termékválasztékkal kerül szembe a tervező, a kivitelező. A megismerhetetlenségig kibővült kínálat áttekintésére többnyire nincs idő és mód a helyes választás irreálisan nagy szerkezeti tudást követel meg.

A fontosság egyik oldala a küllem, mely az építészet tudományok asztala inkább, a másik a funkció. A homlokzatok által határolt tér minőségét nagymértékben befolyásolja a szerkezet működésének milyensége.

A homlokzat lehet az épület „bőre”, mint fent említettem és lehet a visszája, a belseje, az őszintén megmutatott működés.



Fakadhat az épület funkcionális szerkezeti rendszeréből képletszerűen, de az elburjánzó, külön életet élő fantazmagória is csak homlokzat.



Lehet szeme, szája, haja és orra, mikor saját képmásunkra alkotjuk, de lehet a megtestesült XXI. század, a gép, a köztünk élő science-fiction.



A fenti kiemelésekből kitűnik, hogy a homlokzat elsősorban tervezési kérdés és így az épülettel szervesen összhangban áll, szemléletet tükröz. Jelenti az adott hely társadalmi, gazdasági körülményeit, hangot ad a kor emberének. S ezt követően technikai, szerkezeti kérdés, mely a lehetőségeknek megfelelő, korrekt műszaki megoldást vár.

Az ilyen felfogásból emelt épületek lesznek maradandóak, s találnak kontaktust a környezetükkel, mely szintén homlokzatait mutatja feléjük.

High-tech homlokzatépítés

Az ilyen épületek általában már szerkezeti rendszerükben is különleges megoldások. Előregyártható, tipizálható elemek sorolásából, illetve egymásra építéséből képzett térváz - jellemzően látszóbeton vagy acél anyagú - szerkezet jelenti az alapot, mely elé homlokzati alrendszer épül.

A homlokzat anyagában acél és üveg, melyből az üveg a domináns, a meghatározó.⁴ Az üveg homlokzat tartó vázrendszere még napjainkban is többnyire fém anyagú azonban a hetvenes évek végétől megjelentek az üveg vázszerkezetű homlokzatok is. A fém kapcsolószerkezetek egyelőre maradtak, kiváltásukra még napjainkban sincs ismert példa. A homlokzat képzés jellemző szerkezete a függőnyfal.

A függőnyfal

Általános elvek:

A függőnyfal a vázas épületek és e csoporton belül elsősorban a magas irodaházak jellegzetes homlokzati szerkezetei voltak, de mára általánosan alkalmazottak a nagymélységű terek homlokzati lehatárolására.

Szerkesztési alapelve a következő:

Az épület külső térhatároló falait

a tartóváz elé helyezett, azt takaró és arra pontonként felerősített,
nagy méretű és mégis rendkívül könnyű,
előre gyártott, sorozatgyártással is készíthető,
lehetőleg azonos elemekből, azok egymás mellé és fölé sorolásával,
szerelőmunkával, teljesen száraz eljárással

összefüggő nagy felületeket állítanak elő.

Egyedi esetekben

az épület szerkezetétől eltartott,
önálló szerkezeti rendszerrel működő,
esetre szabott előregyártással,
szerelőmunkával, teljesen száraz eljárással.

A függőnyfalat

az építészeti formálás különös fontossága,
a nagy értékű (színes fémek, hőszigetelő és hőnyelő üvegek, különleges hőszigetelő,
hatékony párazáró, tartósan képlékeny és rugalmasan tömítő) anyagok használata, a
finom megmunkálású, kényes szerkesztés, az egészen csekély mérettűrésű gyártás, az
üzemi pontosságot elérő szabatoságú és rendkívül gyors szerelés, végül, de nem
utoljára a magas építési, de hasonló minőségű megoldásokhoz mérhető, költség
jellemzi.

⁴ Az üveg, mint anyag és mint épületszerkezeti elem nagymértékű fejlődése következtében a történelmileg jellemző 20%-os üvegarány a 80-as évekre a 80% fölé emelkedett.

Építészeti kialakítása akkor kedvező

ha az épület belső rendjét értelmesen tükrözi, azzal egybehangolt, alapelemeinek mérete az épület nagyságához, míg kiosztása a vázpillérek és a térosztó falak helyéhez, rendszeréhez, ritmusához igazodik,
ha az épület rendszerét nem zavaró más értelmes raszterű,
ha a tiszta szerkezeti felépítésből és a sorozatgyártás igényéből szükségszerűen adódó-egyhangúságát, egyformaságát az alapelem és az egész felület (a sejt és a szövet) finom rajza, jó aránya megnevesíti,
ha felületi rajza nyugodt, ésszerű, tehát bordarendszere nem válik túl játékosná, táblamerevítő tagozása nem fajul öncélú díszítéssé,
ha felületkezelése anyagszerű, élénk és színes, de nem hangos és tarka

összefoglalva:

ha a mai építészet esztétikáját fejezi ki, tehát még hagyományos anyagok használatakor sem a régi forma és avult szerkesztés jegyeit hordozza, hanem könnyed karcúsága, lebegő szerkesztése, a környezetet is visszatükröző csillogó üveg és fénylő (de nem vakító) fém felülete teszi széppé.

Szerkezeti megoldása akkor helyes

a hővédelem tekintetében:

ha a lehatárolt tércsoport előírt légállapot jellemzőiből és a fennmaradásukra szolgáló fűtő, szellőző vagy klimatizáló berendezésekből indul ki,
vagy ha a homlokzat átmeneti zónát jépez a benne mozgatott puffer légtömeggel. Így a szellőztető levegő hőveszteségét csökketi.
ha a homlokzat szerkezetébe juttatott előtemperált levegőt használja a belső tér légcseréjéhez, huzatmentes módon
ha az átlátszó és nem átlátszó (tehát magas értékkel hőszigetelhető) felületek arányát, szabatosabban az üveg minőségétől és a szerkesztés módjától, illetve a mellvédfal szigetelő értékétől függő hőátbocsátási k tényezők viszonyát és az e tényezőkből származó hőtechnikai követelményeket egyaránt számításba veszi,
ha a különböző rendeltetésű (tehát anyagú és szerkezetű) mezők hőszigetelő-értékének - az ésszerű lehetőségek határain belül - közelítésére törekszik,
ha a mellvédfal (mező) hővédelmére - a szerkezet jellegének megfelelően - nagyon könnyű és rendkívül magas szigetelőértékű anyagokat alkalmaz, azaz műanyaghabokat, ásványi gyapot, üvegpaplant, habüveget vagy a mező merevítésére is alkalmas sejtfelépítésű, szervesetlen hőszigetelő anyaggal kitöltött betétrácsokat épít be,
ha a - többnyire egészen csekély szilárdságú és nedvességre fokozottan érzékeny - hőszigetelőbetéteket a külső oldali csapadéktámadás és a belső oldali párabehatolás, illetve mechanikai sérülés ellen kétoldali teljes felületű fém, üveg vagy műanyag burkolattal védi,
ha e védőrétegek között - közvetlen érintkezésük folytán - keletkező hőhidak közül a páralecsapódás szempontjából veszélyes „sáv” alakúakat és „nagy” méretűeket kiküszöböli, míg a kis felületű, pontonkénti (pl. a külső és belső összefogó csavarok helyén fellépő) hőhidakat a belső felület hőmérsékletét csökkentő hatásuk alapján veszi számításba,
ha a bordák, kitöltőbetétek vagy táblák belső felületén a párakicsapódást harmatpont feletti felületi hőfok biztosításával, áramló, meleg levegővel stb., megakadályozza, az esetleg kicsapódó párávizet pedig (különösen a nehezen hozzáférhető helyekről, pl. a

födém sávja előtti szakaszokról) fémlemezcsatornák vagy egyéb szerkezetek segítségével elvezeti., végül

ha az alapelemek összeépítési hézagainak kedvezőtlen hőtechnikai kihatásával is a napsugárzás elleni védelem tekintetében:

ha az épület túlzott felmelegedését - a klímaberendezések adta lehetőségek mellett, de különösen annak hiányában - külső vagy belső oldalra, vagy a homlokzati szerkezetbe szerelt, égtájtól függő szerkesztésű, nem mozgatható vagy szabályozható leárnyékoló szerkezet (zsaluzia, redőny, fénytörő lemezek, árnyékoló rácszat stb.) vagy a hősugarakat kifelé visszaadó hővédő, stb. üvegek használata, esetleg e szerkezetek együttes alkalmazása akadályozza meg;

a tűzvédelem tekintetében:

ha a tűz továbbterjedését gátló szerkezetekre és a tűzmentes oldali legnagyobb felmelegedés mértékére vonatkozó előírásokat - még a hőhidak mentén is - betartja;

a hangvédelem tekintetében

ha a függönyfal léghanggátlásának fokát a belső tér hangszintje alapján állapítja meg, és a külső zaj behatolását a szerkezet kialakításával (pl. nyitható ablakszárnyak nélküli szerkesztéssel) is akadályozza,

vagy ha a homlokzati szerkezetbe juttatott előtemperált levegőt használja,

ha a belső hangforrások - különösen az iroda vagy háztartási gépek, gépészeti berendezések és a kopogó hangok - zaját korszerű gépek, felszerelések, úszópadozatok hanglágy padlók, szőnyegburkolatok, akusztikai (és emellett fényforrást rejtő) mennyezetek stb. alkalmazásával tompítja,

ha a válaszfalak és a födémek közötti hézagokat - a mozgás lehetőségének megadása mellett - megfelelő anyagokkal tömíti és jól záró szerkezeti elemekkel takarja

az energiatakarékosság tekintetében:

ha a napenergia felhasználását szem előtt tartja,

ha az elhasznált levegő hulladék energiáját újra hasznosítja,

ha a mesterséges temperálást természetes szellőzéssel váltja fel - ha csak időszakosan is.

az elemek szerkezete, csatlakozása és beépítése tekintetében:

ha a bordákból készített zárszerkezeteket és a merevre hajtott lemezekből szerkesztett táblákat a saját súlyból származó függőleges és a szélnyomásból (szívásból) eredő vízszintes erőhatások felvételére alkalmas módon szerkeszti és szereli fel,

ha a keretek vagy táblák hőhatás okozta - a használatos anyagok tulajdonságai folytán- meglehetősen nagy és - a felületi jelleg következtében - kétirányú mozgását, továbbá a csatlakozási hézagok csapadék-, sőt viharbiztos és pormentes elzárását, végül a mérettűrésből adódó pontatlanság háromirányú kiegyenlítését egyaránt biztosítja, tehát

ha a korróziómentes anyagú, megfelelő alakú és (hosszanti kivágású csavarlyukak, alátétek stb. segítségével) igazíthatóan szerelhető felerősíthető elemeket alkalmaz, a csatlakozó peremeket pedig jól tömített és az esetleg bejutó csapadékvizet is kivezető kötésekkel építi össze,

ha a külső felület nagyon tartós, teljesen korróziómentes, karbantartást nem igénylő, emellett öntisztító anyagból alakítja ki,

ha az egész fal belülről - állvány felhasználása nélkül - folyamatosan és gyorsan beépíthető és szerkesztése - szükség esetén - az egyes felületi elemek kicserélését is lehetővé teszi,
 ha a teljes falfelület időszakonkénti letisztítását gépi berendezés - pl. függőkocsi - segítségével oldja meg.

Szerkezeti típusok:

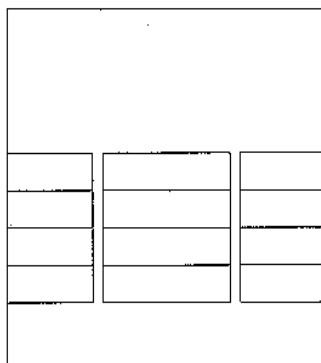
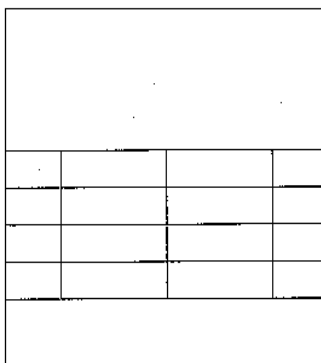
Az eddigi építőgyakorlat tanúsága szerint a függőnyfalak két fő típusa:

egyhéjű - a hagyományosnak ismert homlokzatok típusa, a szerkezet elé helyezett maximum 15-20cm vastag hőszigetelő, fényáteresztő héj, nyitható elemekkel

kéthéjű vagy klimahomlokzat - az elmúlt években kifejlődött szerkezet. A belső a hagyományos függőnyfalakhoz hasonló rendszerű héjból és a minimum 50cm-el elhelyezett, általában nem a hőszigetelésre törekvő, külső héjból áll. A közöttük áramoltatott levegő a külső tér szélsőséges klímaváltozásait csillapítja, ezért elsősorban a egyhéjű függőnyfalak által megkövetelt viszonylag nagymértékű és drága klimatizálást csökkenti. A szabályozható hő, fény, levegő és hang átbocsátóképességű tiszta üveg rendszer

Az egyhéjű illetve a kéthéjű homlokzat külső és belső szerkezete a következő elrendezésű lehet:

bordarácsos - lehet függőleges illetve vízszintes főbordás
 táblás
 egyedi
 rendszer alakult ki.



A bordarácsos rendszer

A függőnyfal rúdszerű elemek (bordák) és azokból szerkesztett zárt keretek felület jellegű rácsozatából és a rácsmezőket kitöltő - különböző rendeltetésű - betétek sorozatából áll.

A rudak építészeti jelentősége, szerkezeti szerepe és a teherátadás rendje alapján főbordák, azaz a függőnyfal össze terhét a tartóváza pontonként átadó elsőrendű elemek,

fiókboardák, azaz terhüket a főboardákra továbbító másodrendű elemek, és

osztóboardák, azaz a mezőkön belüli anyagelválasztó harmadrendű elemek

a mezők kitöltése szempontjából pedig

világításra szolgáló átlátszó (áttetsző) üvegbetétek,

világítást + szellőzést biztosító ablakszárnyak,

térelhatároló fém, üveg vagy műanyag betétek,

térelhatároló + hővédő kettős köpenyű, hőszigetelt, több rétegű betétek különböztethetők meg.

A táblás rendszer

A függönyfalat nagyméretű, felület jellegű - kezdetben csak csapadékvédelmi köpenyként szolgáló, később már hővédelmet is biztosító - összetett szerkezetű, több rétegű táblákból készítik.

E táblákat lehetőleg közvetlenül a tartóvázra - szükség esetén kiegészítő szerelőváz beiktatásával - erősítik fel.

A táblák felületét - hajtogatással, bordázással, hullámosítással, dudorítással, domborítással, bemélyítéssel - merevvé alakított fémlemezről szerkesztik, míg ablakait a járműkészítés elvei alapján alakítják ki és szerelik be.

Az egyedi rendszer

A homlokzat anyagai

Az üveg mint anyag is rohamosan fejlődik az igények szerint. A többrétegű intelligens üvegek korát éljük. A koncepció a hetvenes évek szülötte⁵, s mára megvalósult terveken elérhetően létezik.

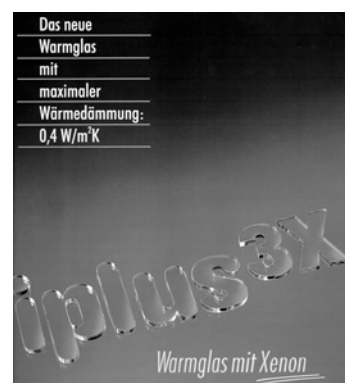
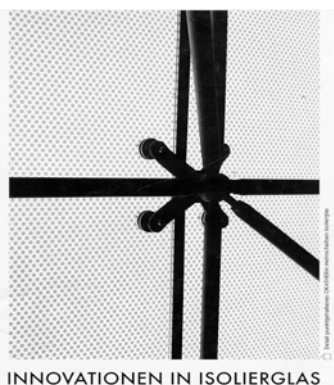
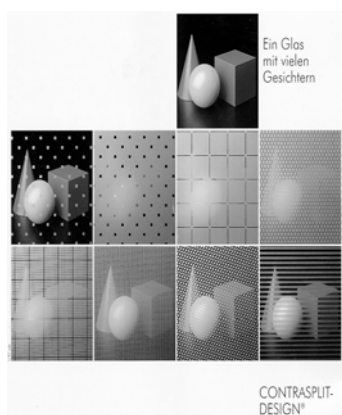
Az üveg története nemcsak a gyártás története, hanem kéz a kézben halad a társadalom fejlődésével, az emberi tudat fejlődésével. Az építészet e történet tükörképe. Az építészet és az üveg soha olyan szorosan nem volt összekapcsolódva mint napjainkban. Azt is mondhatnánk, hogy az üveg utolsó száz évének fejlődése az építészetünk, városaink és Földünk többet köszönhet neki, mint más építőanyagnak. A hagyományosan nehéz falakat fölváltotta az üveg a „kevesebb több” filozófia alapján indokolva meg, hogy eleinte az üveg épületek nem működtek. A nyár rettenetesen forró, a tél jéghideg volt kívül, s ami a baj belül is. Az épületgépészeknek a lecke fel volt adva, minél olcsóbban klimatizálni, fejleszteni a minél intenzívebb energiatudatos épületek felé.

A legnagyobb felülettel jelen lévő anyag az üveg fejlesztése különböző kombinációkkal, - két, háromrétegű, gáztöltésű stb.- a fűtés és hűtés által felhasznált energiamennyiséget jelentősen csökkentette. A színezések, betétek, adalékok nemcsak a külső térből érkező sugárzás

⁵ Az angol építész Mike Davis - Richard Rogers Partnership - 1981-ben koncepcionálta a többrétegű üveget. A kilenc réteg tartalmaz szenzor és receptor hálókat, intelligens szűrőket stb. gyakorlatilag mindent, amit a mai tudásunk szerint az üveg tulajdonságának javítására fel tudunk használni.

szűrésének, visszaverésének, stb. változását jelentette, hanem a belső tér komfortosabb természetes hatásának javulását is. Az elmúlt negyven évben Alastair Pilkington korszakalkotó felfedezésétől⁶ kezdve az üvegek minden tulajdonsága adott, hogy hihetetlen teljesítményeket érjen el.

Az üvegiparnak vannak fantasztikus új termékei is, elég a legújabb személygépkocsikat megnézni, az ötvözött üveg, két irányban görbült szélvédőit, fénycsőhossz-szelektív hővédő fólia bevonattal. Ez néhány éve még elképzelhetetlen lett volna. A fényt szóró diffúz üvegek a kontraszteres hővédő üvegek, a gáztöltéses új K-üvegek kecskötő lehetőségek az építőipar számára. Azonban ezek még csak az első lépések.



Talán valamely gáz vagy folyadék vagy az elektromos áram ad egy új lökést, mely az üveg más célú felhasználásához vezethet.

Talán az üveg nem csak a hullámok számára lesz átjárható, hanem mint a „bőr” a vizet és a szelet távol tartja a belső tértől, de a levegőt átengedi. Talán tud majd úgy viselkedni mint ahogy egy fa levelei a fotoszintézis folyamán, a napenergiát felveszik

A jövő épületeinek képesnek kell lenniük arra, hogy meg tudjanak újulni a környezet megterhelése nélkül a fenntartható fejlődés keretein belül, hogy a jövő generáció esélyeit ne rontsák, inkább javítsák. A cél a természetesen meglévő körforgásba épülés itt a Földünkön.

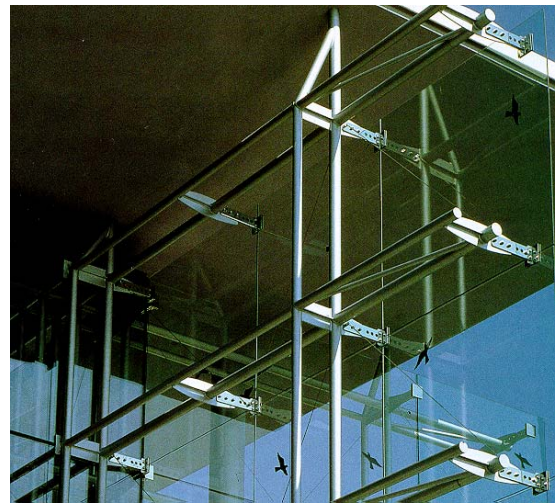
⁶ Az építészeti síküveket húzott eljárással készítik, azonban tökéletesen párhuzamos oldalú üvegek így nem készíthetők. A költséges és hosszú csiszolást küszöböli ki a Pilkington eljárás. Az üvegszálat önfűdő felületen úsztatják és felülről lánggal polírozzák. Így az üvegtábla utólagos megmunkálást nem igényel. Az építőipar általában E és A típusú üvegszálat használ.

A tartóváz - bordák:

A kezdeti szögacél elemeket mára a hőhídmentesített, porszórt és aerodinamikailag tervezett csodák váltották fel. Tartószerkezeti jelentőségük elveszőben van. Igényes kialakítás esetén szinte mindig egyedi tartószerkezetre ültetett, jó minőségű üvegfogadó elemekről van szó. Anyagában ma zömmel alumínium ötvözetek - néha acél termékek -, de kísérletek folynak kellően szilárd műanyag bordák kifejlesztésére is. A régi gittelést a bordák gumitömítései, majd az üvegtáblák közötti szilikonkitt hézagképzés váltotta fel. Gyakorlatilag mára a borda nélküli pontonként megfogott üvegtáblák - közöttük szilikon fugákkal - is jól működő, bevált szerkezetek lettek.

Összegzés:

A high-tech építészet, építés, homlokzat képzés korunk más területeinek fejlődésével lépést tart, az építészet, építés mozgatója, fejlesztője. Fontos az eredmények kiértékelése józan, a realitások talaján maradó feldolgozása. Fontos mindig megemlíteni az épület létrehozásának minden körülményét, az adott kort, országot, gazdasági, társadalmi körülményeket, az ipari háttér fejlettségét, hogy nézni tudjuk a kiváltott hatását. Segíteni kell a magyar kísérletek eredményeinek közlését, segíteni kell a magyar építészeket, szerkezettervezőket a világszínvonal eredményeinek gyors feldolgozásával, kiértékelésével, illetve ezen eredmények átültethetőségének vizsgálatával. Ösztönözni kellene a magyar építőipart ellátó szerkezetgyártókat a jól megoldott szerkezetek reklámértékének felismerésére, hogy segíteni tudják a szerkezettervezők ilyen - high-tech - irányú törekvéseit



Irodalomjegyzék:

Ph.D. Széll Mária , „Az üvegfal ideájától a kéthéjú homlokzatig”

Építésfelújítás 1997. 1. szám, 31-35. oldal

F. Stahl, A Narosdy, „Lass die Sonne rein...”, DB 1997 /2., 94-100 oldal

Vüngen Braun, „Haut Kleidung-Fassade”, GLAS 1996 /4., 44-47 oldal

Prof. Clemenz Richarz, „Ökologie-Ökonomie”, das Bauzentrum 1996 /1., 68-80 olda

„Die „iplus Familie””, das Bauzentrum, 1996 /1., 128. oldal

Dr. Balázs György: Építőanyagok és kémia, Budapest, 1983, Tankönyvkiadó Vállalat

Saját jegyzet alapján GLAS TEC konferencia, Düsseldorf, 1996. október

Helmut F. O. Müller, „ Holographische Farb und Lichtspiele”, GLAS 1997 /3., 5-8 oldal

Dr. Gábor László: Épületszerkezettan, Budapest, 1964, Tankönyvkiadó Vállalat