

A XXI. SZÁZAD ÜVEGÉPÍTÉSZETE

ENERGIATUDATOS ÜVEGSZERKEZETEK

Szerző neve: Horváth Zsanett

szerkezettervező építésmérnök msc hallgató, Széchenyi István Egyetem, Győr
e-mail cím: zsanett.horvath90@gmail.com

KIVONAT

Korunk építészete aligha képzelhető el az üvegfelületek széles körű alkalmazása nélkül. Ez az anyag a vasbeton, az acél és az alumínium mellett az egyik legjellemzőbb napjaink épületeire, s azok külső megjelenését, esztétikai hatását nagymértékben befolyásolja. A homlokzati üvegezés aránya egyes épületeken megközelítheti a 100%-ot is. Sok esetben már-már megszűnt korábbi kizárólagos "ablaküveg" funkciója.

Nagy lendületet adott a felhasználás fokozódásának a 60-as években a könnyűszerkezetes program hazai bevezetése, azonban ez az építés mód az 1973-ban bekövetkezett energiaválság, a az azt követő energiatakarékossági intézkedések kapcsán felvetett olyan hőtechnikai, energetikai, gazdaságossági kérdéseket, melyek egy időre megkérdőjelezték a külső üvegfelületek nagyarányú alkalmazásának helyességét.

Napjainkra bebizonyosodott, hogy az üvegipar képes a megváltozott igények és követelmények kielégítésére, s termékek egyre bővülő választéka lehetőséget nyújt, hogy a megfelelő üvegfelületek helyes alkalmazásával minden káros hatást és gazdaságossági, üzemeltetési gondot kiküszöböljenek.

Az energiatakarékosság azonban egy újabb területet is megnyitott az üveg alkalmazása előtt. A nemzetközi kísérleti eredmények és megépült épületek után Magyarországon is megindult a napenergia épületeknél történő hasznosításának programja, mely a passzív napházak napkollektoraihoz, illetve az aktív napházak üvegházi hatást felhasználó zónáinál azok hőcsapdáihoz ismét üveget igényel. Ezekről az üvegekről ráadásul esetenként speciális összetételt vagy kialakítást követelnek meg, tehát az üvegipar műszaki fejlesztésére is ösztönzőleg hatnak.

KULCSSZAVAK

ÜVEGÉPÍTÉSZET, INTELLIGENS ANYAGOK, ENERGIATUDATOS TERVEZÉS, HŐÁTBOCSÁTÁS, ÜVEGIPAR

ÜVEGSZERKEZETEK ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉS

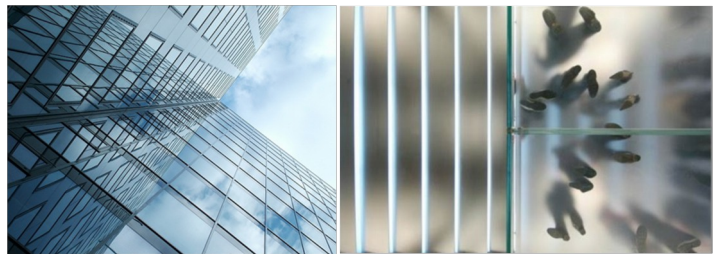
Az üveg az egyik legrégebbi anyag, melyet az ember birtokba vett, s napjainkig az élet legkülönbözőbb területeire kiterjesztette alkalmazását. Már a kőkorszakban felismerték, hogy a természet adta üveg, a vulkáni eredetű obszidián bizonyos eszközök készítéséhez kiváló tulajdonságokkal rendelkezik. A kedvelt anyag használatát azonban korlátozta az előfordulás ritkasága.

A mesterséges üveget elsőként az Egyiptomiak használták, de valószínűleg a föníciaiak közvetítésével, az egész földközi-tenger medencében elterjedt, s fejlett üvegművességet találunk a görögöknél és a rómaiaknál egyaránt. Ekkora azonban már nem az eszközkészítés, hanem az ékszerek és egyéb dísz tárgyak, kis edények előállítására volt a cél, többnyire színes ún. üvegpasztas anyagból.

Az üvegépítészeti alkalmazása a nagy fényátbocsátó képességének felismerésén alapul, s ezért évszázadokon keresztül legfontosabb felhasználási területe az ablakok készítése volt. A velencei üvegesek nevéhez fűződik a színtelen üveg és a már nagyobb méretű táblák fűvásos készítése.

A XIX. század közepén Anglia volt az az ország, ahol az acélüveg-építészeti kibontakozott (Kristály Palota), de az üveg igazi építészeti térnyerése a modern építészetben következett be. A Walter Gropius vezette Bauhaus és követői, valamint a Frank Lloyd Wright által megfogalmazott "organikus építészeti" képviselői – különösen Mies van der Rohe – alkalmazták szívesen az üveget, már nem pusztán ablakként, hanem a modern építészet kifejező eszközeként, számos szerkezet elemeként.

Az üvegyártás technológiája a XX. században rohamos fejlődésnek indult. 1959-ben Sir Alastair Pilkington feltalálta a "float" üveget; ma is ezzel a technológiával készül az üvegek 90%-a. A float üveg feltalálásával egyre nagyobb mértékben terjed el az üveg építészeti alkalmazása, bár leginkább irodaházaknál alkalmazták meghatározó elemként, mert nagyon költséges építőanyag. A télikert építészetben és egyéb épületek esetében is az anyagtalanságra, a tágas, világos terek létrehozására való törekvés hozta magával az üveg elterjedését. Fontos, hogy ebben a korszakban az üvegre már nemcsak térhatároló, hanem szerkezeti elemként is gondoltak, legfőképpen a hőszigetelt és biztonsági üveglapok megjelenésével. Könnyed acélszerkezettel kombinálták az üveget, így megépülhettek teljes egészében üveghomlokzattal emelt épületek. Ennek első megvalósult példája a Fagus művek épülete, mely Walter Gropius tervei alapján és 1911-ben készült el. (l. 1. ábra)



1. Ábra: Europa Tower

2. Ábra: Chicago Sears torony, üvegpádós kilátója

Az edzett és laminált üveg kifejlesztésével egy nagy teherbíró képességű, és egyben biztonságosabb építőanyagot jelent meg az üvegek körében. Napjainkban már széles körben alkalmaznak teherhordó üvegszerkezeteket: lépcsők, járható üvegfödémek, biztonsági üvegkorlátok. (l. 2. ábra) A technológiai fejlődésével egyre javulnak az üveg épületfizikai tulajdonságai is: növekszik a hő és hangszigetelő-, illetve a napsugárzást megsűrítő képességük, így csökkentve a gázszámlákat, továbbá az öntisztuló üvegek megjelenésével már a takarítási problémák is megoldhatóak.

Tehát az előző században és napjainkban sorra emelkednek ki a földből az üveg épületek, az építészek világszerte kedvelt építőanyagává vált az üveg. Amit azonban eddig is láttuk, hogy a mérnöki kreativitás és a technológiai fejlődés gyakorlatilag nem ismer határokat, így ma még megjósolni sem lehet, hogy meddig képes még fejlődni az üvegépítészeti.

AZ ÜVEG

Az üveg több mint hét ezer éves múltra tekint vissza, és olyan anyag, melyet az ember alkotott. Kisméretű kézműves munkáktól mára már ipari méretű gyártásra fejlődött, újabb és újabb területeken alkalmazva. A történelem, a történelmi korszakokat az akkor leghasználatosabb anyag nevével jellemzik, bronzkor, vaskor, így a közeljövőt valószínűleg üvegekorszaknak fogják nevezni.

Tágabb értelemben üvegnek nevezzük minden nem kristályos, szilárd, átlátszó anyagot (például a plexit is, mely szerves vegyületekből álló műanyag).

Szűkebb értelemben pedig üvegnek nevezzük a különféle szilikátok és oxidok szilárd oldatát, amelyben a nagyra növekedett viszkozitás miatt elmaradt a kristályosodás. Ezt az iparban homok, szóda, nátrium-szulfát, hamuszír, különféle fémoxidok stb. 1400 °C körüli hőmérsékleten való összeolvasztása, majd az olvadék lassú, óvatos lehűtést útján állítják elő. Az így létrejött anyagra jellemző, hogy homogén és izotróp, átlátszó, kemény, de rideg.

ÜVEGEK TULAJDONSÁGAI

Keményiség: Az üvegek keménységi értéke 80-110 KN/cm², mely a keménység az üveg felületén értendő. Súrlódással, felülettel érintkező tárgyakkal szembeni ellenálló képességet mutató tulajdonság.

Mechanikai: Az üveg mechanikai tulajdonságát tekintve rugalmasan-rideg anyag és éppen ezért nagyon repedés-érzékeny. Az üveg a töréshatárig rugalmasan viselkedik, nem folyik meg, mert nincs képlékeny tartománya. Rugalmassági modulusa 7500 KN/cm², törőfeszültségi értéke 6,5-8 KN/mm². Előfordulhat ezektől az értékektől nagymértékben eltérő mért érték is, ennek oka, hogy az üveg nem teljesen tömör test, folytonossági hibái vannak. Üvegekre vonatkozó szilárdsági jellemzők: Nyomószilárdsági értéke 88-93KN/cm², húzószilárdsága 3-9 KN/cm², hajlítószilárdsága 3-9 KN/cm².

Hőtechnikai tulajdonságok: Az üveg hővezetési tényezője 0,84 W/mK. Többrétegű hőszigetelt, biztonsági üveg hővezetési tényezője akár 0,5 W/mK-nál is kevesebb lehet. Hőelnyelési képessége, normál ablaküveg esetén 2%.

Kémiai tulajdonságok: Az üveg vegyi ellenállásokkal szembeni besorolását hidrolitikai vizsgálatokkal határozzák meg. Folyékony halmazállapotú nedvességgel szemben az építőüveg ellenálló.

Akusztikai tulajdonságok: Akusztikai tulajdonságait tekintve az üveg nagyon jó hangvezető, ezért fontos az üvege épületek hangvédelemmel szembeni védekezése. Üvegszerkezetek hőszigetelő képességét növelve, a hangszigetelési problémái is javulnak.

Optikai tulajdonságok: Az általános üveg fényáteresztő képessége kb. 90%.

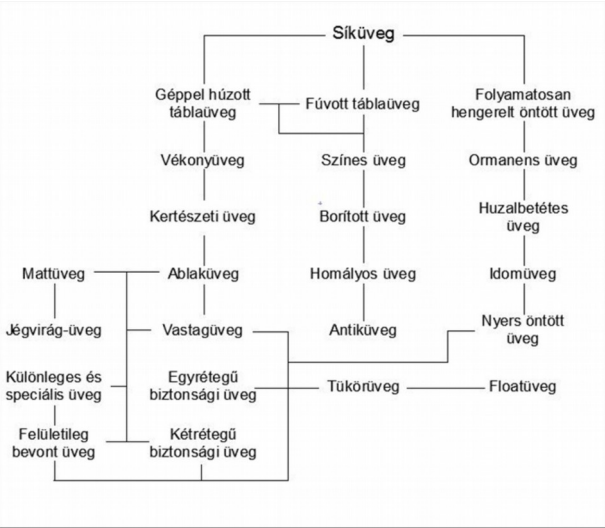
SÍKÜVEGEK GYÁRTÁSA, FAJTÁI

A síküvegek előállítása két technológiai alapesetre vezethető vissza:

- amennyiben a gyártóberendezés az olvadék szintje fölött helyezkedik el, és az abból való húzással, függőleges helyzetben állítják elő a síküveget, akkor húzott síküveget nyerünk,
- ha azonban a gyártóberendezés az olvadék szintje alatt helyezkedik el, és az üvegtáblák előállítása vízszintes helyzetben történik, a gyártóberendezés fajtájától függően további három eset lehetséges:
 - _öntött üveget nyerünk, ha öntőasztalra juttatjuk az olvadékot,
 - _hengerelt síküveget állíthatunk elő ellentétesen forgó fém hengerpárok közötti hengerléssel,
 - _forró fémolvadékon való úsztatással készül a float üveg.

Ez utóbbi három eljárás közül az öntőasztalon történő gyártás a kis termelékenységre miatt világszerte kiszorult a nagyüzemi gyártásból.

A húzott síküveg olyan üvegtermékek, amely az üveglvadéknak gépi úton történő síklappá húzásával készül egyenletes vastagsággal, mindkét oldalon sík, illetve sima felülettel. Az síküvegek általános csoportosítása a következő módok szerint lehetséges: alak-, előállítás-, felhasználás- és tulajdonságuk szerint. (1. 3. ábra)



3. Ábra: Síküvegek változatai

A két vagy három üvegréteg alkalmazása is egyaránt javít a hang- és hőszigetelési problémán, bár napjainkban gyártott üvegszerkezetek már főleg több réteggel készülnek. Továbbá a tartószerkezet helyes megválasztása, például hangcsillapító elemekkel készült vázak is akadályozzák a "zaj" terjedését.

A profilszerkezet centiméter pontos felszerelésével kezdődhet meg az üveglapok behelyezése. A hőszigetelés szempontjából fontos, hogy többrétegű, minél kisebb "U-értékű" üveglap kerüljön felhasználásra. Az "U-érték" már nemzetközi körökben is elfogadott hő átbocsátási mutató, mértékegysége W/m²K, és azt mutatja meg, hogy mennyi hő halad át egy négyzetméternyi üveglapon, egy időegység alatt. Tehát minél kevesebb az "U-érték" egy üveglap esetében, annál jobb a hőszigetelő képessége. Annak érdekében, hogy az üveget hőtechnikai szempontból is vizsgálni tudjuk, a "g-érték" fogalmát is tisztázni kell: a "g-érték", %-ban kifejezve, meghatározza, hogy a napsugárzás hány hasznosítható százaléka jut be a belső térbe. Azaz, egyes üveglapok esetében pontos információt ad, a napenergia felhasználhatóságáról. A következő táblázatokban a különféle üvegtípusok kerülnek összehasonlításra: (1. 1. táblázat és 2. táblázat)

1. Táblázat

	Üvegszélesség (mm)	U-érték W/m2K	Napenergia nyereség %-ban g-érték
Sima üveg	6	5,8	89
Régi típusú, hőszigetelt üveg	20	3,0	82
Nemesgázos, kétrétegű, hőszigetelt üveg	24	1,3	76
Levegős, kétrétegű, hőszigetelt üveg	20	1,9	76
Nemesgázos, háromrétegű, hőszigetelt üveg	28	0,7	63

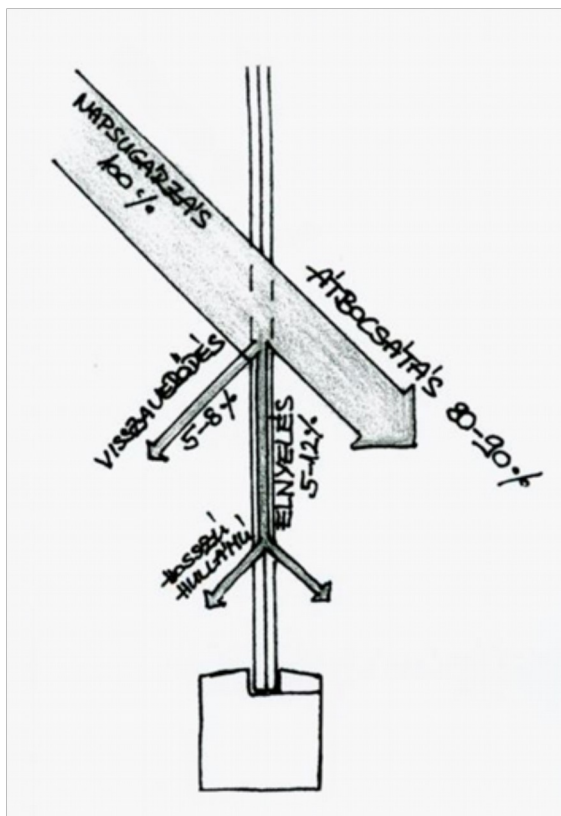
2. Táblázat

	-15 °C külső hőmérséklet és +20 °C belső hőmérséklet esetén, az üveglap közepén mért érték
Sima üveg	- 5 °C
Régi típusú, hőszigetelt üveg	+7 °C
Nemesgázos, kétrétegű, hőszigetelt üveg	+14 °C
Levegős, kétrétegű, hőszigetelt üveg	+10 °C
Nemesgázos, háromrétegű, hőszigetelt üveg	+17 °C

ÜVEGSZERKEZETEK

A megfelelő profilrendszer kijelölése után, a következő és egyben legfontosabb lépés: az átlátszó elemek kiválasztása. Sok épületesetében az épület formáját alapvetően a tartószerkezet határozza meg, mégis az üveg dominál az összhátásban, meghatározza a helyiség hangulatát, esztétikáját, még a klímáját is. A legtöbb építőanyaghoz hasonlóan az üveglapok is átengedik a meleget, azonban összehasonlítva például a fémekkel, rossz hővezetőnek számító építőanyag. Az egyrétegű üveglapok esetében ez nem nagyon érezhető, azonban többrétegű kialakításnál már nagy odafigyelést igényel a megfelelő üvegszerkezet kiválasztása. Üvegépületek szempontjából inkább arra kell figyelni, hogy mennyi hő szökik meg az üvegen keresztül, ugyanis az üveg a felületét érő hőszugárzást elnyeli és így felmelegszik. A hő az első üvegfelületen túlhalad és a táblák közötti térbe jut, így a külső üvegtáblát is felmelegíti. Annak érdekében, hogy az üveglapokon minél kevesebb legyen a hővesztesség, az üveg gyártók „új technikát” fejlesztettek ki: nemesfémréteg bevonat kerül a belső üvegtábla légrés felőli oldalára, megkésztvezve így az üvegszerkezet hőszigetelő képességét. Ezen túlmenően, sok gyártó a köztes tér különböző vastagságának változataival is kísérletezik, illetve a köztes légréteget ma már nem levegő tölti ki, hanem rossz hővezető képességű nemesgázok. Ilyen

nemesgáz főként az argon, a xenon vagy a kripton, mind közül a leggazdaságosabb és leghasználatosabb megoldás az argon, azonban a xenon és kripton felhasználásával kisebb köztes tér érhető el. (l. 4. ábra)



4. Ábra: Napsugárzás átbocsátása kétrétegű üveglap esetén

Egyrétegű, sima üveg: Csupán melegházban termesztett növényeink lefedésére szabad alkalmazni. A hatósági előírások tiltják, hogy lakóépület nyílászárójába vagy télikerteknél egyrétegű üveget alkalmazzanak.

Kétrétegű, szigetelt üveg: Az ilyen profil 4mm-es dupla üveglapokból áll, üveglapok között pedig 12 mm-es légrés van. Általában a belső üvegtáblát biztonsági üvegből készítik. Ez a kialakítás csak olyan esetekben ajánlott, amikor az üvegezett helyiség nem érintkezik közvetlenül a legbelső, fűtött térrel (verandára épített télikert). A kétrétegű szigetelt üveg is jól hasznosítja ugyan a napenergiát, akár 40 %-át is megtakaríthatja, azonban hőszigetelő képessége csekély.

Kétrétegű, hőszigetelt, hővédő üveg: Szintén két üveglapból álló szerkezet, de a köztes teret nem levegő alkotja, hanem nemesgáz. Ráadásul a belső üveglap felületét láthatatlan nemesfémréteggel is bevonják, ami így napmeleg gyűjtőként is funkcionál. A nemesfémréteg a belső tér felé szórja a napsugárakat, megtartva a helyiség melegét és hasznosítva a napenergiát. Több mint 60 %-át is kamatoztathatja a napmelegnek, javítva így belső tér hőszigetelését. Nem csupán hőszigetelő tulajdonságokkal, hanem hangvédelmi tulajdonságokkal is bírnak, tehát a hőszigetelő üvegek egyúttal zajvédelmi szempontból is megfelelőek.

A hőszigetelő üvegek korábbi típusainál az üvegtáblák peremeit összehesztették vagy fémprofil segítségével összeforrasztották. A hőtágulási-különbségeknek köszönhetően ezek a kapcsolatok hamar tönkrementek, így a korszerű üvegszerkezeteket már nem hegesztik vagy összeforrasztják, hanem elasztikus ragasztóval rögzítik. A hőszigetelő üvegek utólag nem javíthatók, sérülés, vagy egyéb probléma esetén az üvegszerkezet cserélése szükséges.

Napvédő üveg: Három fő típusa: Bevonatos üvegek, mikro-lamellás üvegek és a diffúz felületű üvegek. E speciális üveg szinte bármilyen üvegszerkezetbe elhelyezhető, akár kétrétegű hőszigetelt rendszerbe, vagy drágább, többretegű üvegszerkezetbe. A bevonatos üvegek kívülről tekintve tükröződhetnek, mert ezt is nemesfémréteggel vonják be, azonban előzőektől eltérően, e nemesfémréteget akár rá is festik, vastagabb változatban, mint a hőszigetelt üveg esetében. Ezáltal csupán a napsugárak egyharmada jut át az üvegfelületen, így egyaránt árnyékol és hőszigetel.

A mikro lamellás üvegek a napállászögekhez alkalmazkodva viselkednek. Nyári időszakban a beeső napfény nagyobb százalékát verik vissza, mint a téli időszakban. A diffúz felületű üvegek pedig zománczott mintával rendelkeznek, melyeknek kiváló a fénytechnikai tulajdonságaiknak köszönhetően a fényt diffúz formában a sötétebb terek felé vetíti. Magyarországon ez a fajta üvegszerkezet még nem elterjedt, elsősorban a londoni, nagyméretű irodaépületek üveghomlokzatain figyelhetők meg.

Biztonsági üveg: Szintén speciális üveglap, amely a biztonságról gondoskodik. Sérülés esetén nem törik szilánkos darabokra, hanem elsősorban megreped, majd azután tompa élű darabokra hullik. Mechanikai tulajdonságait tekintve jobb értékekkel bírnak, mint a normál üvegek, alkalmazásuk főleg üvegajtóknál, üvegfalagnál, üveglépcsőknél, üveglépcsők mellvédjénél, fej fölötti üvegezéseknél történik. Télikertek tetejénél ez az előírt üveghasználat, két vagy többretegű, hőszigetelt szerkezethez is alkalmazzák. Sajátos tulajdonsága, hogy az üveg sérülésénél a megtört üvegdarabok a köztes réteghoz tapadnak, melyet a rugalmas és víztiszta műgyantatarasztásnak köszönhetünk.

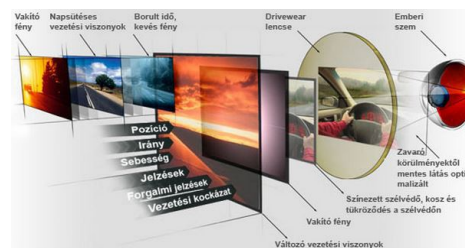
A többretegű üvegfelületek nemesfémréteggel való kezelésének azonban megvannak a maga "hátrányai" is. Mivel ennek a rétegnek köszönhetően a külső üvegtábla lényegesen hidegebb marad, mint a belső, ezért adott időjárási viszonyok hatására harmatos, jégvirágos vagy párás is lehet a külső felület. Esetleg az üvegtetőt hosszabb ideig is hó boríthatja. Az üveg felmelegedésével ezek a kellemetlen mellékhatások viszont nyom nélkül eltűnnek. Legnagyobb előnye, a megfelelő hőszigetelő képesség, a napenergia adott százaléki felhasználása, továbbá, hogy a belső üveglap nehezen párasodik, ill. a belső üveglap felmelegedésével, a környezetébe hőt sugároz. Így nagyobb komfortérzetet is nyújt az ablak mellett tartozódóknak.

Természetesen bármely égtájrát jártolt üvegépület üvegezésénél legfontosabb szempont a hőszigetelés, ám a déli oldalra készített nagy üvegfelületeknél, a túlzott felmelegedés ellen is érdemes védekezni. E szituációban fényvédő üveg alkalmazása és árnyékoló rendszer javasolt. A fényvisszaverő vagy színezett üvegtáblák kimondottan erre a problémára lettek kifejlesztve, csökkentik a belső helyiségbe bejutó fényt, de a napenergiát sem hasznosítják olyan jól. A déli oldalra jártolt üvegfelületek esetében érdemes tehát jól megfontolni: ha a természetes fény legyen uralkodó és téli időszakban üvegtábláink jól kamatoztassák a napenergiát, érdemes inkább mechanikus árnyékoló rendszert felszerelni, mint fényvédő ablaküveget alkalmazni. Ellenben pedig, ha a tulajdonos nyáron napfényvédő üvegszerkezetet szeretne, számolnia kell azzal, hogy télen elveszik helyiségének alapfunkciója, az üvegházhatás.

INTELLIGENS ÜVEGSZERKEZETEK

Intelligens üvegek: Az üvegfelületekkel szemben támasztott különböző igényeknek köszönhetően jutottunk el az intelligens üvegekhez, melyek között két fő üvegtípust különböztetünk meg: változó- és változtatható teljesítményű üvegek.

A **fotokromatikus** üvegek tulajdonképpen változó teljesítményű üvegek, mert UV sugárzás hatására csökkenti a fényáteresztő képességét.. A fotokromatikus üvegek áteresztő képessége ultraibolya fény hatására csökken, elnyelési tényezőjük nő. A változás az üveg anyagába kevert ezüsthalogenidekkel magyarázható, amelyek intenzívebb fény hatására barna vagy szürke árnyalatban elsötétednek. Amint a sugárzás intenzitása csökken, az üveg ismét visszanyeri átlátszóságát. Ez a technológia elsősorban napszemüvegek lencséjének kialakításában terjedt el, épületben való alkalmazásuk megkérdőjelezhető, hiszen áteresztő képességük a látható fény tartományában csökken jelentősen, míg a rövidhullámú infra tartományban csak kis mértékben. Ezzel a természetes világítás szenved csorbát, a nem kívánt hőterhelés nagy része viszont bejut a helyiségbe. Az üveg sugárzás hatására ráadásul télen is elsötétedik, amikor erre egyáltalán nem lenne szükség. (l. 5. ábra)



5. Ábra: Fotokromatikus üvegezés

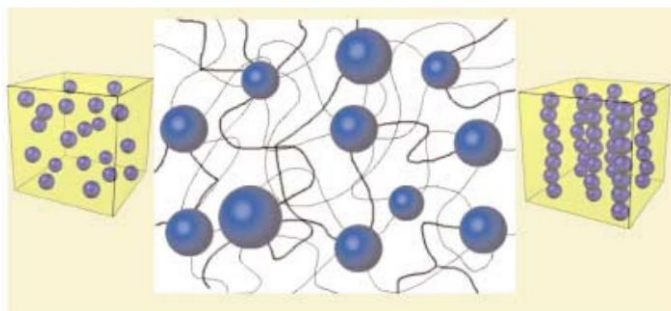
A **termotróp**, szintén változó tulajdonságú üveglapok, melyek az UV sugárzást szintén megsűrítik, és a fényt diffúz módon a belső terekbe bocsájtják. A technológia lényege, hogy két normál üvegréteg közé vékony, alacsony fagyáspontú géltreget helyeznek. (l. 6. ábra) Az egyik megoldás szerint a gélben feloldott állapotban lévő makromolekulák a hőmérséklet növekedésével molekuláris láncokká formálódnak, amelyek mérete meghaladja a fény hullámhosszát és ezáltal csökken a sugárzás áteresztés, az elhomályosodási hőmérséklet 1,5 K pontossággal beállítható.



6. Ábra: Gél üveg

A másik megoldásban a polárisan kötött víz felszabadul és a gélben lévő vízcseppek fénytörő oldata alakul ki. A termotrop üvegezések előnye, hogy a nyári hőterhelést hatásosan csökkentik, télen a kedvező sugárzást viszont átengedik. Hátrányuk ugyanakkor, hogy a hőmérséklet és a kívánt fény mennyiség nem feltétlenül függ össze.

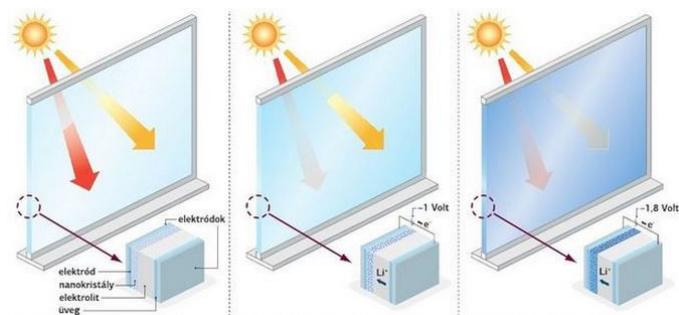
Az üveg tulajdonságai a géltreget vastagságától is függenek. Az 1 mm vastag géltreaggal készülő üveg áteresztő képessége homályos állapotban jelentősen csökken, transzparens állapotban a látható fény és az egészen rövid infrásugárzás tartományában a normál üveghez közeli. 10 mm gélvastagság esetén homályos állapotban az áteresztés egészen csekély, de az áteresztő képesség csökkenése transzparens állapotban is jelentős. (l. 7. ábra)



7. Ábra: Gél molekula rendeződés

Az intelligens üvegek másik fő típusa a **változtatható tulajdonságú üveglapok**, azaz az elektrokromogén üvegek, melyek még fejlesztés alatt állnak, továbbá az elektrokromatikus-, a folyadékkristályos-, az elektroforetikus, illetve a gáz hatására változó üvegezések.. A napfény átbocsátó képessége elektromos feszültséggel változtatható. A több rétegből összeépített szerkezetekben a két szemközti felületre kis villamos feszültséget kapcsolnak. Az üveg manuálisan gombnyomásra, vagy automatikusan változtatja áteresztési tulajdonságait.

Az **elektrokromatikus üvegezések** öt rétegből állnak: a középső réteg az elektrolit, amelyben az elektronok mozoghatnak, ennek két oldalán az elektrokromatikus rétegek, amelyekből elektronok távozhatnak, illetve ahol felhalmozódhatnak, és két üvegréteg. (l. 8. ábra) Feszültség hatására a rétegek között ionok mozognak el. A folyamat a feszültségkülönbség irányának változtatásával megfordítható. Az elektromos feszültségre nincsen tartósan szükség, egy átkapcsolás hatása akár több napig is megmarad.



8. Ábra: Elektrokromatikus üvegezés

A **folyékony kristályokat** tartalmazó réteget két elektromos vezető réteg és két üveglap határolja. Az üveg alaphelyzetben szórt fényt enged át. Az elektromos mező hatására a kristályok polarizációja megváltozik és az üveg homályossá válik. A homályosság fenntartásához folyamatos feszültségkülönbséget kell biztosítani.

Az **elektroforetikus üvegezés** a következőképp működik: Az aktív réteg két vezető réteg közé kerül, amelyet két normál üveglap határol. Normál állapotban az üvegezés nem átlátszó, mert az aktív rétegben lévő elemi részecskék rendezetlenül helyezkednek el. Elektromos feszültség hatására a részecskék párhuzamos helyzetbe kerülnek és a fényt átengedik. Az áteresztő állapot fenntartásához állandó elektromos feszültségre van szükség. Ez a technológia még kísérleti stádiumban van.

Az egyik üvegtáblára wolframoxidot, arra egy vékony katalizátor réteget visznek fel. Átkapcsoláskor kevés hidrogén gázt engednek a légkörbe, amely kékes árnyalatúra színezi a wolfram réteget és ezáltal az áteresztő képesség csökken. A **gazokrom üvegezések** előnye, hogy az átkapcsolás gyorsan lezajlik.

A NAPENERGIA PASSZÍV ALKALMAZÁSA

A passzív szolár építészet elsősorban a napenergia felhasználás eredményes kihasználása érdekében alakult ki, mindezt kevés anyagi költségű beruházással kivitelezve. Ha az épületet a megfelelő módon alakították ki a napenergia-befogadására, minimális mechanikus beavatkozással saját rendszere szerint képes működni. Ilyen épületszerkezetek nem csupán a nap energiáját hasznosítják, hanem majdnem minden esetben több feladatot is ellátnak: befogadják, elnyelik és tárolják a napenergiát, majd biztosítják annak továbbterjedését a hasznosító közegbe, mindezt gépészeti berendezések nélkül.

Célja a napenergia biztosítása azokban az időszakokban is, mikor a külső levegő már hűvös és az épület határoló szerkezetein hőveszteség keletkezik, de a napsugárzás még hasznosítható. Az üvegházakban működő teljes értékű fűtőberendezés így eredményesen kiegészíthető. Feladata még, hogy ne csak a hideg átmeneti időszakban működjön a passzív hasznosító, hanem a szerkezet a nyári túlmelegedést is kellemesen befolyásolja. Nem csupán a fűtési berendezés kiegészítésére alkalmas, hanem a világítási, szellőztetési és hűtési megoldásokra is felhasználható. Azonban a napenergia passzív kihasználása elsősorban csak kiegészítő funkció, a napenergia-hasznosító berendezéseket főleg olyan területeken alkalmazzák, ahol alacsony hőmérsékletű levegőre vagy vízre van szükség, például uszodák hőellátására tökéletes megoldás.

Amennyiben lehetőség van rá, a napenergia-hasznosító szerkezet beszerelésére, érdemes alkalmazni, mert jelentős mennyiségű fűtési energiát lehet vele megtakarítani.

ÁRNYÉKOLÁS

Napjainkban, mikor az üvegházépítészet hódít, nagy üvegfelületek árnyékolók nélküli alkalmazása csupán speciális üvegekkel lehetséges. Míg az 1900-as évekig egy épület ablak-felületaránya kb 15%-os volt, mára sokszor a 80%-ot is túllépi. E változás az építészetben azt eredményezte, hogy az épületek nyári hőterhelése növekedett, míg a télen a hőveszteség emelkedett. A hátrányok kiküszöbölése érdekében komplett intézkedésekre van szükség: árnyékoló berendezések alkalmazására, mozgási hézagok betervezésére és feszültségmentesítő rétegek beépítésére a belső burkolatokba, ezen kívül a színek és a felületek gondos megválasztása is fontos szerepet játszik.

Az árnyékolók alkalmazása az épületen építészeti és energetikailag is meghatározó. Nyáron a túlzott napfény ellen védelmet nyújtanak, télen pedig a

hővesztesség mérséklésében jelentősek. Kialakításuk, akkor megfelelő, ha a természetes megvilágítás mellett a helyes szellőzést és az előírt benapozást is biztosítani tudják. Nyári időszakban kb. 1200 órában kell védekezni a túlzott felmelegedés ellen, télen szintén ennyit a lehűlés ellen, az átmeneti időszakban pedig pont a napsugárzás által hasznosítható energia a cél. Tehát a meleg évszak kivételével, mindig nagy naptényezőjű szerkezetekre van szükség. Ezeket a feltételeket a hagyományos, mobil árnyékolók kielégítik, hiszen ilyen szerkezetekkel az épületbe bejutó napsugárzás időtartama, mennyisége és minősége is biztosítható.

IRODALOM

SZAKIRODALOM

- [1] Adolf – W. Sommer Passzívházak
- [2] Dr. Széll Mária: Transzparens épületszerkezetek, 2001
- [3] Balassa Bálint, Dr. Sárvári Géza: Üveg az építészetben, 1986
- [4] Zrínyi Mikós: A huszonegyedik század anyaga: az intelligens anyagok
- [5] szakdolgozat: Horváth Zsanett: Téli kertek épületszerkezetei, 2013

INTERNETES JEGYZÉK

- [1] http://napelemek.blog.hu/2010/07/20/specialis_uveg_a_napelemekben
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_glass
- [3] <http://www.multimex.hu/hu/termek/multimedias-rendszerek/q-zoner>
- [4] http://www.julichglas.hu/hirek/223/edzhető_multifunkcionális_uvegek
- [5] <http://ajtoablakkapu.hu/2010/06/22/mitol-intelligens-egy-nyilaszaró/>
- [6] <http://termtud.akg.hu/okt/7/tudos/intelligens.htm>
- [7] <http://www.pharmtech.sote.hu/pharma/sites/default/files/mindentudkonyvfejeze.pdf>