

A low-angle, upward-looking photograph of the Burj Khalifa skyscraper in Dubai, showing its iconic tiered design and glass facade against a clear blue sky. The building's structure is composed of several vertical columns that branch out at different levels, creating a distinctive stepped profile. The glass windows reflect the sky, giving the building a shimmering appearance.

3

ÉPÍTÉSZETI ÜVEGEK

ÉPÍTÉSZETI ÜVEGEK

DR KUBA GELLÉRT
Lektorálta
SCHÜLLER FERENC

TARTALOMJEGYZÉK

ÉPÜLETEK ÜVEGEZETT NYÍLÁSAI	
LEGFONTOSABB FUNKCIÓK	
AZ ÜVEG RÖVID TÖRTÉNETE	
ÜVEGGYÁRTÁS ALAPANYAGAI	
ÉPÍTÉSZETI ALAPÜVEGEK ELŐÁLLÍTÁSA	
HŐSSZŰRŐ – HŐVÉDŐ ÜVEGEK.	
HŐSZIGETELŐ, THERMOPÁN ÜVEGEK	
HŐSZIGETELŐ ÜVEGEZÉS FEJLŐDÉSE	
A HŐÁTADÁS FIZIKAI FOGALMAI	
A HŐSZIGETELŐ ÜVEG EREDETE	
A LÉGKAMRA	
A HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK ALAKVÁLTOZÁSA ÉS ÉLETTARTAMA	
ALACSONY EMISSZIÓS BEVONAT	
A HŐSZIGETELŐ ÜVEG HŐFORGALMA	
AZ ALACSONY EMISSZIÓS HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK	
VÁKUUMOS ÜVEGEK	
REFLEXIÓS ÜVEGEK.	
REFLEXIÓS ÜVEGEK HASZNÁLATÁNAK HÁTRÁNYAI	
REFLEXIÓS ÜVEGEK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI	
ABSZOROCIÓS ÜVEGEK	
TERMOKRÓM GYANTÁVAL RAGASZTOTT ÜVEGEK	
ANTI REFLEXIÓS ÜVEGEK	
BIZTONSÁGI ÜVEGEK	
EDZETT ÜVEG	
RÉTEGELT RAGASZTOTT ÜVEG	
FÓLIÁZOTT ÜVEG	
BEHATOLÁS GÁTLÓ ÜVEG	
TÚZGÁTLÓ ÜVEG	
INTELLIGENS ELEKTROMOSAN KAPCSOLHATÓ ÜVEG	
ELEKTROKRÓM ÜVEG	
FÚTHETŐ ÜVEG	
BEKAPCSOLHATÓ ÜVEG	
HŐSZIGETELŐ ÜVEG PÁRALECSAPÓDÁSA	
HAJLÍTOTT ÜVEG	
ÜVEGRADIÁTOR	
DEKORÁCIÓS ÜVEG	

AZ ÉPÜLETEK ÜVEGEZETT NYÍLÁSAI

Az épületek üvegezett nyílásai a legfontosabb funkcionális elemei az építészetnek. Az üvegezés minősége, mérete és tájolása döntően befolyásolja a mögötte folyó tevékenységet és az élő szervezet biológiai állapotát. Az ablakok és az üvegfalak teszik lehetővé a zárt terekben bonyolódó életfontosságú tevékenységek működését és minőségét. Az épület nyílások hangsúlyos szerepét, fontosságát már a korai időszakban felismerte az "ösztönös építészet", s a nyílásokat szegélyező formákkal hangsúlyozták, gazdagították. A nyíláskörüli felületek díszítésének nyomait a természeti népek agyagtapasztású kunyhóinál is megtalálhatjuk. A keretezés plasztikus formálásának fejlődése nyomon követhető minden kor és nép építészetében. Az épületek homlokzatán képzett nyílások elosztása, formája, mérete, díszítése, ritmusa vált az építészeti jelleg legfontosabb megjelenítőjévé. Mindazonáltal az üvegezett nyílások múltja, különösen általános használata, csak rövid történelemre tekinthet vissza. Az épület nyílások üvegezése korábban szinte ismeretlen volt. Az építészeti üveg használatában, mindennek ellenére, a mintegy évszázadnyi idő alatt látványos fejlődésnek lehetünk szemtanúi.

ÜVEGEZETT ÉPÜLETNYÍLÁSOK

Az épületek üvegezett nyílásai a legbonyolultabb épületelemek. Ezek méretei, felületi nagysága és elhelyezkedése, továbbá az üvegezés minősége alapvetően meghatározza a mögötte tartózkodók életminőségét, azaz szervezetük számos életfontosságú biológiai funkcióit, az üvegezésen keresztül lebonyolódó energia forgalmat, azaz az épület belső hő és fény komfortját valamint az épület energia fogyasztását. Mindezen tények indokoltá teszik az üvegezés problémakörének részletes tárgyalását. Az üvegezett nyílások jelentősége felmérhető, ha áttekintjük a funkcióit. A felsorolás rangsorolás nélkül értendő, mert az a rendeltetés szerint változhat.

LEHETSÉGES FUNKCIÓK

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Fény bebocsátása | Látási folyamatok teljesülése természetes fény által, a zavarokat okozó mesterséges fény használatának minimumra csökkentése. |
| 2. Kitekintés | Tájékozódás a külvilág eseményeiről, időjárásról, történésekről, zártság (klausztrofóbia) leküzdése, pszichés zavarok meggátolása stb. |
| 3. Szellőztetés | Friss levegő utánpótlás , légmozgás megteremtése a jobb hőérzet érdekében |
| 4. Energia hasznosítás | Napenergia passzív hasznosítása a fosszilis energiahasználat kiváltására, csökkentésére |
| 5. Hő kirekesztése | Nyári túlmelegedés megakadályozása, a forró levegő távoltartása |
| 6. Hővédelem | Hővesztesség csökkentése a fűtési időszakban |
| 7. Hang bebocsátása | Tájékoztatás a külső történésekről (eső, szél, közlekedés, vihar) hanghatás útján |
| 8. Zaj kirekesztése | Zaj távoltartása városi, vagy zajos környezetben |
| 9. Életmentés | Menekülés lehetőségének megteremtése katasztrófa, pl. tűz vagy földrengés esetén |
| 10. Vagyonvédelem | Erőszakos behatolás megakadályozása |
| 11. Architektúra | Építészeti arculat kifejezése |

AZ ÜVEG RÖVID TÖRTÉNETE

Az üveg keletkezésének története tisztázatlan. Több változata ismert. Plinius leírása szerint az **üveget** véletlenül fedezte fel néhány föníciai kereskedő, időszámításunk előtt kb. 5000-ben, akik Szíriában szálltak partra. Tábortűzet gyújtottak, és edényeiket a rakományként szállított salétromtömbökre helyezték. A salétrom a tűz melegétől megolvadva és összekeveredve a part homokjával egy új átlátszó, folyékony anyagot képezett. Az eddigi kutatások alapján az üveg legkorábbi előfordulása úgy tűnik, hogy egy amulett zománc bevonataként, az egykori Egyiptomból származik, és származási korát i.e 12 000 évek körüli időre becsülik.

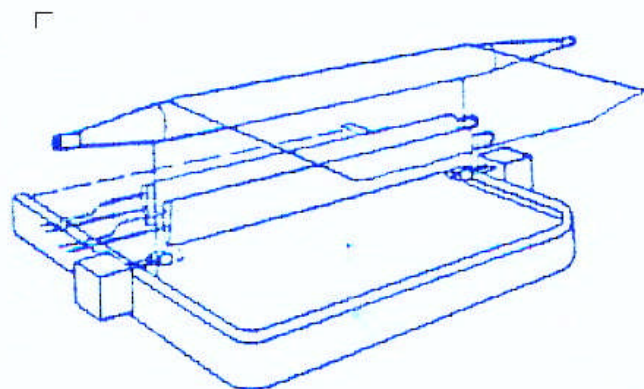
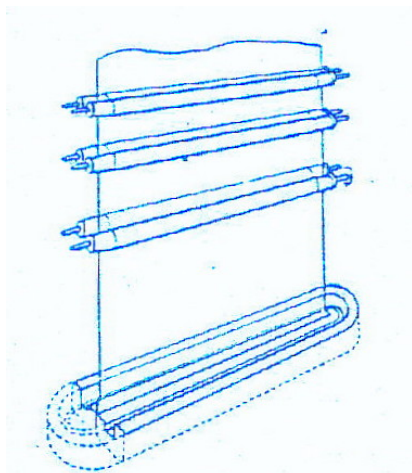
Feltételezik, hogy az üveg előállítása nem az egyiptomiakhoz, hanem az asszírokhoz, esetleg még előbbi korokhoz kötődik, s Egyiptomba csak kereskedelem útján kerültek a leletek. Bár az Asszíriában talált legkorábbi leletek eddigi előfordulása a feltételezésnek annyiban ellent mond, hogy azok csupán i.e 2700-ból származnak. Távol keleten Kínában, Japánban az eddigi legkorábbi üveg leletek az i.e 2000. évig nyúlnak vissza. Az első üveghuta építéséről, az i.e. 250-körül korból, Alexandriában van tudomásunk. A rómaiak csak Egyiptom meghódítása után ismerték meg az üveg előállításának technológiáját.

A légiók európai állomásozásán keresztül vált ismerté Germániában, Galliában és Britániában az üvegekészítés. Írásos tudósítás az üvegekészítésről csak az i.u. 77-ből maradt ránk Pliniusztól. Az üvegipar jobbra a XV. században fejlődött ki Velence mellett Muránóban. A középkor vége felé Németországban már nagy mennyiségben állítottak elő üveget. A kezdeti időkben a fúvott üveghengert szétvágás után kiterítették, és előmelegített vashengerekkel közel egyenletes felületűvé hengerelték, így készült az első ablaküveg.

A normál táblaüveg többféle eljárással is előállítható, például húzással. Az olvadt üveget gép segítségével lassan húzzák, mert ha pl. egy tárgyat az üveg olvadékba merítenek, arra az úgy tapad, mintha méz lenne és egyenletesen felfelé, vagy oldal irányba húzható. A levegőn lehűlve üvegtáblává dermed.

Később megfigyelték, hogy ha az olvadt üveget fémlapra öntik, a folyékony üveg sima lappá folyik szét. Ezt követően az üveglap egy hidegebb fémlapon hűl ki és szilárdul meg, így készült a táblaüveg

Nagy üvegtáblát először 1688-ban Francia országban öntöttek. Az üvegablak még ebben a korban is ritkaságnak számított. Csak az elmúlt század végén a Siemens-Martin tüzelés és a szóda gyári előállításának feltalálásával vált lehetővé a tömeges öblös-üveggyártás. **Síküveg húzóeljárását** a XX. század végén sikerült kifejleszteni, amely lehetővé tette a folyamatos üvegszalagok előállítását. Legismertebbek a Libbey-Owens(1.sz. ábra), és a Fourcault féle síküveg előállítás, amelyek lehetővé tették az üvegvastagság szabályozását a húzási sebesség változtatásával.



FÜGGŐLEGES TECHNOLÓGIA

VÍZSZINTES TECHNOLÓGIA

1.sz. ábra A HÚZOTT SÍKÜVEG ELŐÁLLÍTÁSA LIBBEY—OWENS ÉS FOURCAULT ELJÁRÁSSAL

ÜVEGGYÁRTÁS ALAPANYAGAI

Az üvegyártás fő alapanyaga a szilícium-dioxid, a kvarc és homok, amely szennyeződésektől mentes, rendszerint fehér homok, s nem tartalmazhat számos mennyiségű vasoxidot, az üveg zöld elszíneződését okozó szennyeződést. A homok azonban csak 1700°C-on olvad amely a tiszta kvarcüveget szolgáltatja. Ez az üvegféleség részben a magas olvadáspont folytán, részben mert az ultraviola sugárzás legtöbb hullámhosszán jelentős átbocsátó képességgel rendelkezik, alkalmas az UV lámpák burájának elkészítésére. A magas olvadáspont az üveg olvasztás technológiájában jelentős nehézségeket okoz, s az építészeti üvegnek ilyen tulajdonságára nincsen szükség, ezért az olvadáspont csökkentésére segédanyagokat, általában szódát (Na_2CO_3) adagolnak, vagy hamuzsír, amellyel káli üveget állítanak elő. Az így nyert nagyfokú tisztasága révén kristályüveget, optikai és laboratóriumi üvegféleségeket állítanak elő. Az adalékok sorában használatos a mészkő, dolomit, alumínium-trioxid, bór-trioxid ólom és cinkoxid stb. Ezek az anyagok az előállított üvegek különféle tulajdonságainak fokozására használatosak.

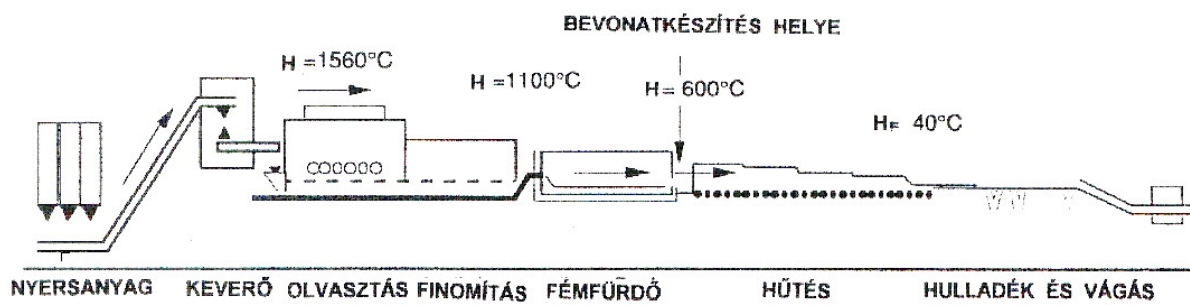
ÜVEG ELŐÁLLÍTÁSA

Az üveg olvadék előállításához az alapanyagot és az adalékot összekeverik és nagy hőállóságú kádban gázlánggal, vagy elektromos energiával 1100-1200°C-fokra hevítve megolvasztják. Az olvadék hőmérsékletét a technológia követelménye szerint pontosan beállítják. A kádnak a végpontján indul az üvegyártás. **Húzott síküveg** előállítás esetében, hengerek között fölfelé, vagy fölfelé és vízszintesen (lásd 1. ábrát) széles üvegszalagot húznak az olvadékból. Az üveg vastagságát a húzási sebességgel szabályozzák. Az eleinte még lágy üveg útja során lassan hűl és megmerevedik. A kellő szilárdság elérése után a szalagot átvágják és az így nyert táblákat először leszélelik, majd a kereskedelmi igények szerint méretre vágják. A

gyártás során keletkezett, nem szennyeződött üveghulladékot, az üvegcserepet megzúzva visszajuttatják a betáplálás pontjára és újra olvasztják. A **húzott síküveg, másképpen gépüvegnek is nevezett üveg technológiája nem teszi lehetővé optikailag hibátlan üveg előállítását.** A húzással előállított üveg felülete nem tökéletesen sík, hanem csekély, csupán néhány mikron nagyságú mértékben hullámos, s ez optikailag torzulást okoz. A **hullámosság** nem az üvegszalagot vezető hengerektől, hanem **az üvegolvadék akár csekély mértékű hőmérséklet különbségéből származik,** amely az olvadék viszkozitását megváltoztatva húzáskor eltérő üvegvastagságot eredményez.

Az optikailag nem tökéletes felületű, hullámos húzott üveg nem használható a járműiparban és nem alkalmas pl. tükörgyártásra sem. De használata az építészetben is zavart okoz a kitekintésben, mert a tekintet mozgása következtében a megjelenő táj hullámzik. Különösen zavaró ez a jelenség, ha az üvegtáblát az üveges kereszt irányban vágja, amikor a hullámok függőleges helyzetbe kerülnek. Ilyen elhelyezés mellett, helyváltoztatás nélkül is, csupán a tekintet elmozdulása következtében a külső látványa torzítottan, hullámosan tűnik fel. Ha az üvegezésnél ügyelnek a hullámosság vízszintes elhelyezésére, akkor ez a technológiai hiányosság kevésbé zavaróan jelentkezik, mert a tekintetnek csekélyebb a függőleges, mint a vízszintes elmozdulása.

A technológiai hiányosság kiküszöbölésére, a húzás helyén az üvegolvadék állandó gépi keverésével próbálják a hőmérséklet különbséget kiegyenlíteni. Ezen a módon a hullámosság mintegy 80 %-a megszüntethető, azonban optikailag kifogástalan üveg ezzel a technológiával sem állítható elő.



2.sz. ábra A FLOAT-ÜVEG GYÁRTÁSI TECHNOLÓGIA

Optikailag tökéletes síküveg gyártását Angliában, a Pilkington and Brothers cégnek csak a 1952-ben a **float-üveg technológia** kifejlesztésével sikerült megteremteni (2.sz.ábra). Az eljárás **övid idő alatt világszabvánnyá vált** a magas minőségű üvegyártásban, amelynek lényege, hogy az üveget nem húzzák, hanem olvasztott fémre (ónra) öntik és ezen úszva vízszintesen húzzák. A fémolvadék fölötti zárt térben védőgáz óvja az üveg felületét oxidációtól. Az eljárás többszörös előnyt nyújt: optikailag olyan tökéletes üvegfelület hozható létre, amit a korábbi csiszolási eljárással sem tudtak elérni. Az üveg felülete fényesebbé válik, mint amilyen a mechanikus csiszolással előállítható, s végül a termelékenység többszöröse a húzó eljárásnak. Az üvegvastagság gyorsan és csekély veszteséggel változtatható 0,8-24 mm között. Az üveglap vastagságát a szilárduló üvegszalag húzásának

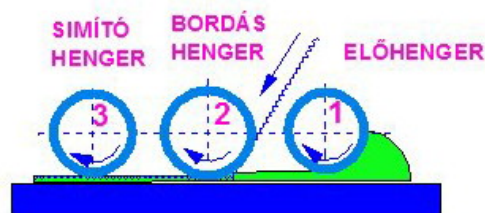
sebességével változtatják. A szokványos, s egyben a legnagyobb gyártási táblaméret 3x6 m, de mozgatási nehézségek miatt, a többnyire használt táblaméret a kereskedelemben a 3x3 m. Ma már Magyarországon is megszűnt a húzott síküveg gyártása. Húzott üveg csak importból szerezhető be, rendszerint csak a kedvezőbb ára miatt importálják.

Az építészeti alapüveg jelentős csoportját alkotják az **öntött üvegféleségek**. Az öntött üveg optikai tulajdonsága a csökkentettebb fényáteresztő képesség és átlátszóság. Az alapanyaga a nyersüveg, amelynek a nagyobb vasszennyezettség következtében zöldes árnyalatú a színe és felülete egyenetlen, rendszerint mintázott. A kereskedelemben ornamens, katedral, huzalbetétes üveg néven forgalmazzák a különböző változatokat. Az öntött üveg gyártása a nevére vezethető vissza. Az üveget a kemencéből kiemelve az öntő asztalra öntik. Többnyire az asztal felülete mintázott. A kiöntött üveget az asztal peremmagassága által szabályozva a kívánt vastagságra hengerlik. Ha az üveg mindkét felületén mintázatot akarnak létrehozni, akkor a henger felülete is mintázott (lásd 3. sz ábrát).

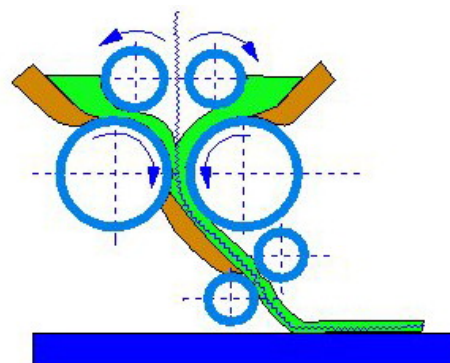


3.sz. ábra A HENGERELT ÜVEG GYÁRTÁSÁNAK ESZKÖZEI

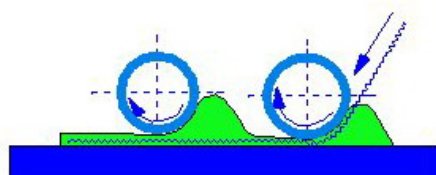
Huzalbetétes üveget a huzalháló beviteli nehézségei miatt sokáig nem tudtak gyártani, amíg az Appert féle eljárás meg nem született. Ennek segítségével a huzalhálót henger segítségével behengerlik a kiöntött üvegbe (4 sz. ábra), s így sikerül a háló oxidációjának a megakadályozása is. Az eljárás feltalálása óta számtalan továbbfejlesztett változat született. Tetőfedési célokra hullámos huzalbetétes üveget is gyártanak, de készülhet egyéb szelvényvel, pl. önhordó "U" alakú idomokkal is. A huzalbetétes üveg rendeltetése a biztonság, a törött üveg szilánkjainak helybetartása. **Fejfölötti üvegezés csak helybenmaradó szilánkú üvegféleségből készülhet.** A huzalbetétes üveget az alacsonyabb igényű esztétikai megjelenése, az alapanyagul használt nyersüveg következtében csökkent fényátbocsátó képessége továbbá, relatív olcsósága miatt alárendeltebb helyeken szokás használni. Egyéb biztonsági üvegek, magasabb optikai tulajdonsággal is készülnek, melyek tárgyalása alább következik. Gyártanak a húzott síküveg alapanyagából is jó optikai tulajdonságú, teljesen átlátszó, szabályos alakzatú huzalhálós üveget is magasabb igények kielégítésére.



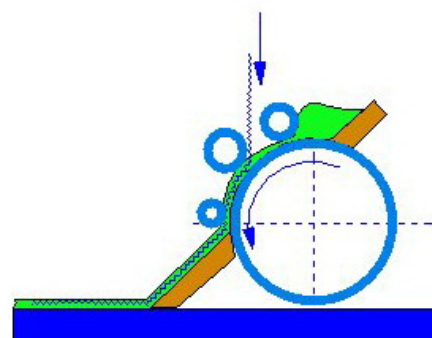
SHUMAN ELJÁRÁS



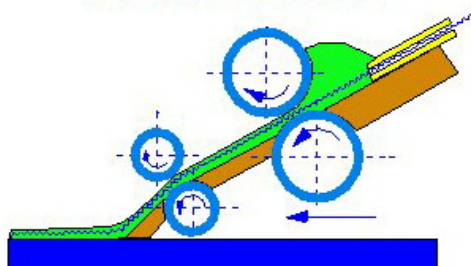
MÓDOSÍTOTT APPERT ELJÁRÁS



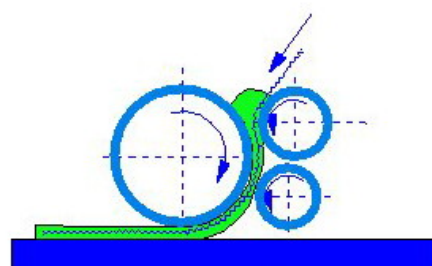
APPERT ELJÁRÁS



RÖGZÍTETT ASZTAL



ST. GOBAIN ELJÁRÁS



MOZGÓ ASZTAL

4.sz.ábra HUZALBETÉTES ÜVEGGYÁRTÁSI TECHNOLOGIÁK

Az építészeti síküveg körében az alapüveg gyártmányok bemutatása után a következőkben ismertetjük az alapüvegekből előállítható gyártmányféleségeket.

ÉPÍTÉSZETI ALAPÜVEGEK

ÁTLÁTSZÓ SÍKÜVEG

Húzott síküveg
Float-üveg
Szájjal fúvott síküveg
Réteges-ragasztott biztonsági üveg
Egy oldalon utólagosan fóliázott (biztonsági) üveg
Hőszigetelő többrétegű un. thermopán üveg

AZ ALAPÜVEGEKBŐL KÉSZÍTHETŐ GYÁRTMÁNYOK

Kezeletlen normál síküveg
Bevonatos, optikailag módosított üveg
Hőkezelt, biztonsági, vagy edzett üveg

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

Hangszigetelő többrétegű üveg
Naphő ellen védő üveg, hőszűrő üveg
Golyóálló üveg
Fűthető, okos, intelligens, termokróm (smart) üveg
Színét váltóüveg (elektrokróm) üveg
Laminált, rétegesen (gyantával fóliával) ragasztott üveg

NEM ÁTLÁTSZÓ ÜVEGEK

Húzott síküveg	Maratott (floursavval), mattírozott
Float-üveg	Homokfúvott mattírozott
Szájjal fúvott üveg	
Öntött, hengerelt üveg	
Ornamens, vagy katedrál üvegek, színtelen, színezett üveg	
Huzalbetétes üveg	
Idomüveg (profilit)	

FÉLIG FÉNYÁTERESZTŐ ÜVEGEK

Húzott síküveg	Reflexiós üvegek
Float-üveg	Termo-króm (hőre elszíneződő) üvegek, fotókróm, elektrokróm üvegek
Anyagában színezett	Abszorpciós üvegek
Szájjal fúvott üvegek	Színezett üvegek
Préselt üvegek	Üvegtéglák

ÜVEGGYÁRTMÁNYOK

Az építészeti alapüvegekből gyártott és általánosan leggyakrabban használt legfontosabb üvegyártmányokat, tulajdonságaikat, rendeltetésüket stb. az alábbiakban ismertetjük.

HŐSZŰRŐ – HŐVÉDŐ ÜVEGEK.

Meg kell különböztetni a **hőszűrő** és a **hővédő** üvegeket, mert feladatuk és tulajdonságaik is eltérőek. A **hőszűrőüvegek** tulajdonképpen a **naphő ellen védő üvegezések**. A belső terek naphő okozta túlmelegedése ellen hivatottak védelmet nyújtani. Ezeknél az üvegeknél a külső térből a belső térbe irányuló sugárzás ellen várjuk el a kellő védelmet. A belülről-kifelé irányuló hőforgalom, a hőveszteség ellen a **hővédő, hőszigetelő, vagy termopán elnevezésű** üvegekkel kíván az üvegipar kellő védelmet teremteni. Az összetett fizikai folyamatok, a befelé-kifelé irányuló hőáramok hatékony szabályozását, egy-vagy akár több levegővel, esetleg gázzal töltött kamrák, és egy, egy-vagy több, az üvegre felhordott sajátos fizikai-optikai tulajdonságokkal bíró bevonattal tudják teljesíteni

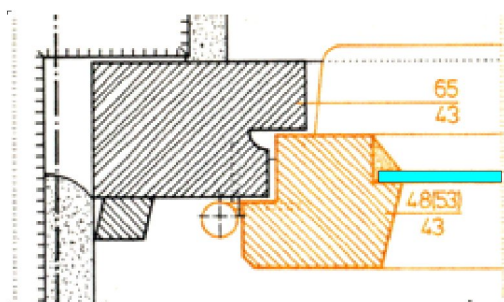
HŐSZIGETELŐ, TERMOPÁN ÜVEGEK

Az építészet az üvegezést mindenek előtt a homlokzati nyílások lezárására, térelzárásra használja. Újabban egyre kevésbé ablaknyílások üvegezésére kell gondolni, hanem inkább teljes homlokzati felületek üvegezésére, különös tekintettel a rohamosan terjedő buborékalakzatú „épületek” terjedésére.

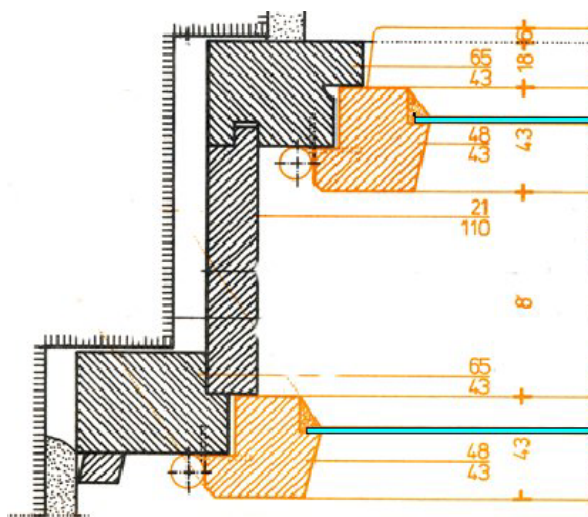
Az épületüvegezésnek meg kell felelni a fentiekben felsorolt, számos esetben egymással akár ellentmondásban is álló követelményeknek. Mindebből már előrelátható, hogy az üvegezés kiválasztásához széleskörű ismeretekre van szüksége a tervezőnek, s nem bízhatja magát az önértéke által vezérelt üvegkereskedelem tanácsaira. Az alábbi fejezetek az épületüvegezés ismereteiben kíván segítséget nyújtani az eligazodáshoz.

HŐVÉDŐ-HŐSZIGETELŐ ÜVEGEZÉS FEJLŐDÉSE

Az épületek nyílásainak, az ablakok beüvegezésének terjedésével, eleinte, már csak a magas költségek okán is, csupán egy réteg üvegezést alkalmaztak (gerébtokos üvegezés 5.sz. ábra. Azonban hamarosan tapasztalták, hogy az egy réteg üveg, nem nyújt kellő védelmet a hőveszteség ellen, s ekkor kezdtek rátérni a megduplázott üvegezésre, amikor egy közös ablaktokra két ablakszárnyat függesztettek (kapcsolt gerébtokos üvegezés 6.sz. ábra). Az asztalosipar fejlődésével megjelentek az egyesített szárnyú fa (un. teschauer) ablakok (8.sz. ábra), amely egy tokon, közös pánton két szárny volt elhelyezhető, úgy hogy ezeket szétnyithatóan összecsavarozták. Az összes előbbi esetben az üvegfelületek mind elérhetőek voltak tisztítás céljára. A gerébtokos egyrétegű üvegezésű ablak Hőszigetelő értéke $U=7-8 \text{ W/Km}^2$, a kapcsolt gerébtokos ablaké $U=5-6 \text{ W/Km}^2$ volt. Az egyesített szárnyú ablak két üvegrétege között a távolság jelentősen lecsökken 30-50 mm-re, de a két üvegtábla közötti légtér nem volt légtömören lezárva. Bár a hőszigetelő képessége némileg javul a kettős gerébtokos ablakhoz képest, mert a szűkebb légtérben belül a konvekciós energiaszállítás, a levegő molekulák megnövekedett sűrűsége miatt csökkent. Az ablak négy üvegezett felületét kellett tisztítani ennél a megoldásnál is, s nem volt mentes a belső párázódástól. Ebben az időszakban a termopán üvegek még nem voltak ismeretesek. Az egyesített szárnyú ablakok jelentősebb fejlődése akkor következett be, amikor az üvegipar előállította a termopán üvegezést, eleinte egy, később már kettős légkamrával.



**5.sz. ábra EGYRÉTEGŰ
RÉRÉBTOKOS**

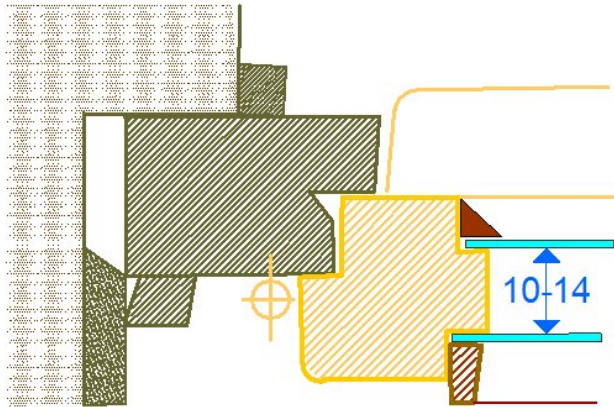


**6.sz.ábra KAPCSOLT GERÉBTOKOS
KETTŐS ÜVEGEZÉSŰ**

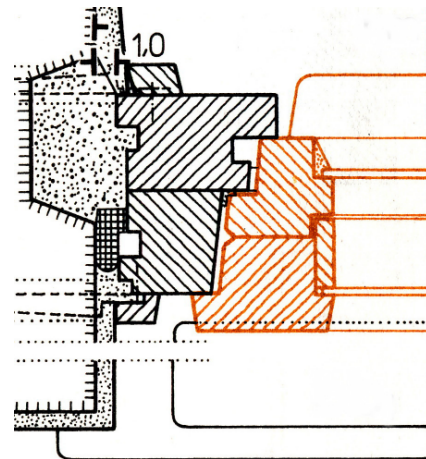
Az egyrétegű üvegezés hátrányait, a magas fűtési költségek következtében, hamar felismerték és kétrétegű üvegezést igyekeztek bevezetni. Eleinte – a két egymásmögötti ablakszárnyat kerülendő, a szárny profiljába, kettős, tehát a külső és

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

belső oldalon is üveghornyot martak, hogy kettős üvegezés elhelyezhető legyen. A külső üvegezést tapasszal (és szöggel) rögzítették, míg a belső oldalon, csak szögelt, vagy csavarozott fa üvegszorító léceket alkalmaztak 7.sz.ábra. Hővédelem



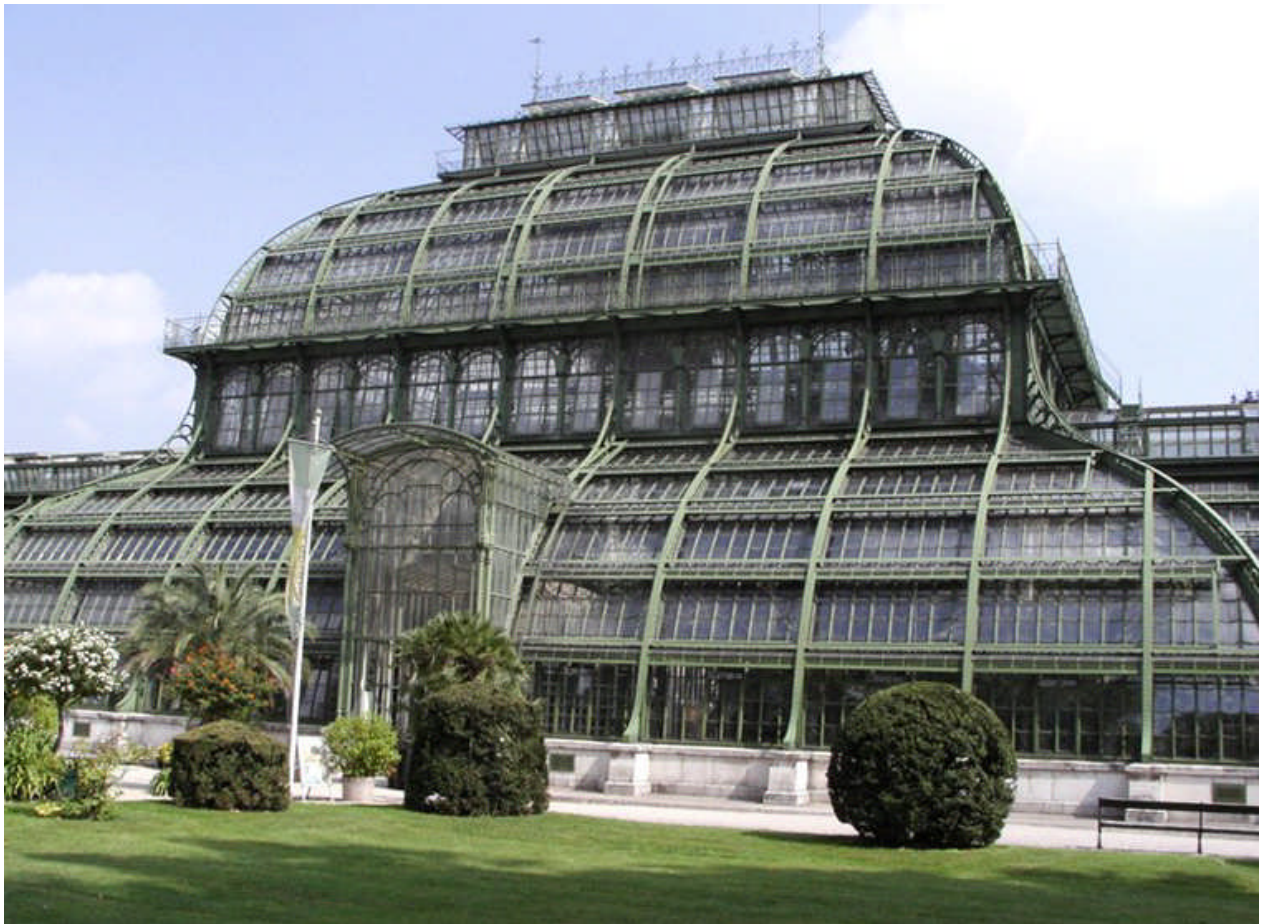
**7.sz.ábra SZORÍTÓLÉCES
KETTŐS ÜVEGEZÉS**



**8.sz.ábra EGYESÍTETT SZÁRNYÚ
TESCHAUER ABLAK**

Szemponyjából ennek előnye volt a 10-20 mm-re szűkült légtér a két üvegtábla között, de hátránya volt, hogy az üvegezés tisztításához a belső üvegtáblát ki kellett szerelni. Ugyanis a beszögelt üvegszorító léce nem nyújtott olyan légtömörséget, amely megakadályozhatta volna a légkamra és a belső tér közötti légáramlást, amely a légnyomás különbség változása és a felmelegedés-lehűlés következtében fizikailag kialakult. A folytonos légmozgás a két légtér között magával vitte a párat és szennyeződések, tehát a páralecsapódás is és az üvegtáblák közötti légtér felőli oldalakon maradandó szennyeződés alakult ki.

A szorító léccel kialakított kettős üvegezés, érthető okból, hosszú korszakon át használatos volt. Erre bizonyítékul szolgálhat például a Schönbrunni Palota pálmaháza (9.sz. ábra). Az üvegház acélszerkezettel épült, de már akkor kettős üvegezést alkalmaztak. Minthogy az építés idején a thermopán üvegezés ismeretlen volt, ezért kettős üvegezést a alkalmaztak, hogy a trópusi növények hőigényét minél alacsonyabb fűtési költséggel teljesíthessék. A pálmaház a második világháború idején bombázásban megsérült, s az üvegezés jelentős része elpusztult. Háború után újra üvegezték, a mikor még ugyancsak ismeretlen volt a thermopán üvegezés, ezért a korábban használt módszert alkalmazták.



9.sz.ábra A SCHÖNBRUNNI PALOTA PÁLMAHÁZA



**10. sz. ábra ELALGÁSODOTT
ÜVEGEZÉSŰ PÁLMAHÁZ**



**11. sz. ábra ÚJRA ÜVEGEZETT
PÁLMAHÁZ**

Azonban ekkor olyan üvegesek végezték el a munkát, akiknek már nem sok ismeretük volt a kettős üvegezés fizikai folyamatairól. Az eredeti üvegezés belső üvegének a két alsó sarka le volt vágva úgy, hogy a két üvegréteg között keletkező pára-csapadék mindég ki tudott folyni az üvegek közül. A felújítók ezt nem vették észre, s a belső üvegtáblákat teljes horonyméretben begittették. Ennek következtében a párányomás hatására a gittelésen át diffundáló pára, hűvös időben a külső rétegen lecsapódott és csapdába került, bent rekedt a légtérben. Fény hatására a felhalmozódó csapadékban megindult az algásodás(10. sz. ábra), amely végül megakadályozta a kellő mennyiségű fény behatolását, s a pálmaház funkcionálisan tönkrement. Hőszigetelő üveggel újra üvegezték (11. sz. ábra) A folyamatból már is levonható a következtetés, hogy kettős vagy többretegű üvegezés esetében **a perem légtömörsége eldönti a többretegű hőszigetelő üvegezés minőségét, élettartamát**, mert a hőszigetelő üvegezés élettartam szempontjából a pereme van alávetve a legnagyobb fizikai megterhelésnek.

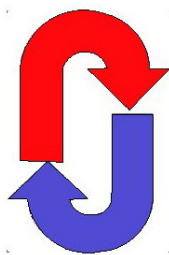
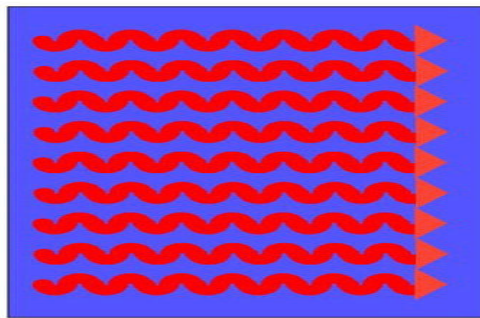
A HŐÁTADÁS FIZIKAI FOGALMAI

Mielőtt a hőszigetelő üvegek pereme mentén lebonyolódó fizikai folyamatok tárgyalását elkezdenénk, célszerű a használt fizikai jelenségek értelmezését rögzíteni. A **hővezetésről**, a **konvekcióról** és a **sugárzásról** fogunk beszélni.

A hővezetés, vagy konduktív hőátadás:

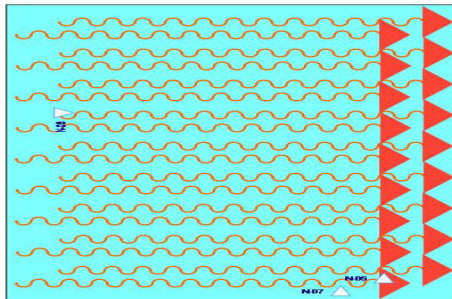
hőáramlás a szilárd, nyugalomban lévő anyagokban, a belső energia részecskéről részecskére adódik át és mindig a nagyobb hőmérsékletű hely felől a kisebb hőmérsékletű hely felé irányul. Az energia-megmaradás törvénye értelmében hő a hővezetés során sem tűnhet el vagy semmisülhet meg. Minél közelebb vannak a molekulák egymáshoz, annál nagyobb az

anyag hővezető képessége. A vákuumnak elvileg ezért lehet zero a hővezetése, mert nincsen benne anyagi molekula, amely közvetíthetné az energiát.



A **konvekció**: hőszállítás és hőátadás az alacsony viszkozitású anyagokban, folyadékokban, vagy gázokban a molekulák áramlása által jön létre. Az anyag csekély kohéziós erői következtében, a részecskék könnyen elmozdulnak egymáshoz képest és más közegbe kerülve tulajdonságaikat átadják egymásnak, pl. hőt cserélnek egymással, mert a melegebb molekuláról a hő átáramlik a hidegebbre.

A **sugárzás**: az anyag hőmozgása következtében kibocsátott elektromágneses sugárzás, a részecskék, vagy fotonok áramlása két felület között.



A HŐSZIGETELŐ ÜVEG EREDETE

A hőszigetelő üveget C.D. Haen nevű ember fedezte föl az Egyesült Államokban 1930-ban és már 1950-ben széles körben használatossá vált. A megoldás lényege két szilárdan egymáshoz kapcsolt üvegtábla, amelyek közös légteret zárnak közre. Ezt a légteret gyakran inert, lassan, nehézkesen mozgó gázzal, legtöbbször argonnal, vagy kriptonnal töltik meg, amely lecsökkenti a konvekciós áramlás, a molekuláris hőátadás sebességét, azaz megnöveli a hőszigetelő képességet. Mind a levegő, mind a gázok nem akadályozzák a fénysugarak áthatolását.

A LÉGKAMRA

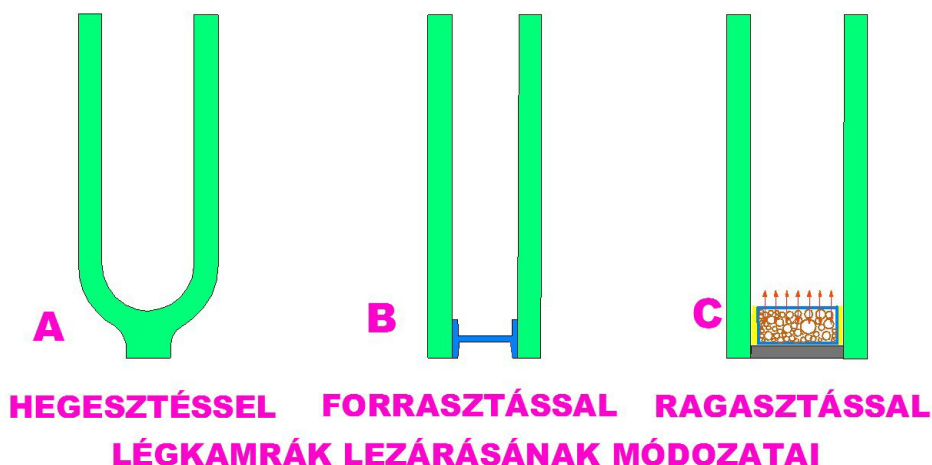
A hővédő, közismertebb néven a termopán, vagy hőszigetelő üvegek használatának célja a belső és a külső tér közötti hőmérséklet különbség hatására létrejövő energia vándorlás csökkentése. Az ilyen célra gyártott üvegszerkezetek rendszerint üvegtáblák által egy, vagy két lég, illetve gázréteget zárnak közre. Az üvegtáblák széleit távtartó lécekkel és ragasztással lezárják. A szokványos kamra lég vagy gázréteg vastagsága 9-16-20 mm között változott, de újabban ez a légkamra legszélesebb használatos mérete 16-20 mm. Ugyanis a kamra méretcsökkenésével a hőszigetelés romlik, növelésével javul, de az optimumot levegőtöltésnél 16, argonnal 15-18 és kripton gáznál 10-12 mm vastagságnál éri el. További kamra méret növelés esetén a hőszigetelő képesség újra csökken, mert jobban lehetővé teszi a gázmolekulák áramlásos hőszállítását, az úgynevezett konvekciós hőátadást.

Az egyszerűbb kivitelű hőszigetelő üvegeknél a két üvegréteg között különösebb kezelés nélküli levegő van, normális nyomáson, s nem vákuum, mint ahogyan azt sokan feltételezik. Vákuum ideális lenne, mert általa megszűnne a konvekciós hőátadás, de légritkított kamrával készült üvegek, jobbára még csak laboratóriumi szinten készültek. Egyenlőre, még nem teljesen megoldott a két üvegtábla légnyomás okozta behajlásának kivédése, kitámasztása. A levegő helyett, úgynevezett inert, vagy „lusta” áramlású gázt, argon, vagy kripton gáztöltést is alkalmaznak. Ezek nagyobb fajsúlyú gázok, melyeknek kisebb a konvekciós tulajdonsága, csökken a konvekciós hőtranszport. Ezért használatukkal javul az üveg hőszigetelő képessége. Rendszerint az olcsóbb argont használják. Gáztöltéssel 20-25 % - al lehet csökkenteni az üveg hőátadási tényezőjét. Tájékoztatásul egy szokványos 12 mm vastag légkamrás, levegővel töltött hőszigetelő üveg hőátadási tényezője $U = 3 \text{ W/K}^\circ\text{m}^2$. A hőátadási tényező azt jelenti, hogy a két felület között egy fok $^\circ\text{C}$ hőmérséklet különbséget feltételezve mennyi az óránkénti hőforgalom W - ban mérve.

AZ ELSŐ HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK

A fizikailag jól teljesítő hőszigetelő üveg gyártásánál, a legnagyobb műszaki problémát a perem „hermetikus”, azaz légtömör, légmentes, a külvilágtól hozzáférhetetlen lezárása okozta, s okozza mind a mai napig. A kezdeti időkben a két üveg között légtér lezárását (12. sz. ábra) üveghegesztéses (A) módszerrel próbálták megoldani, amikor a tábla peremén e táblákat összehegesztették. Légtömörség szempontjából ez nem lett volna kedvezőtlen, de számos gyártási,

szállítási és beépítési gondot okozott, úgy hogy hamar megjelent egy új gyártási technológia, a forrasztásos eljárás.



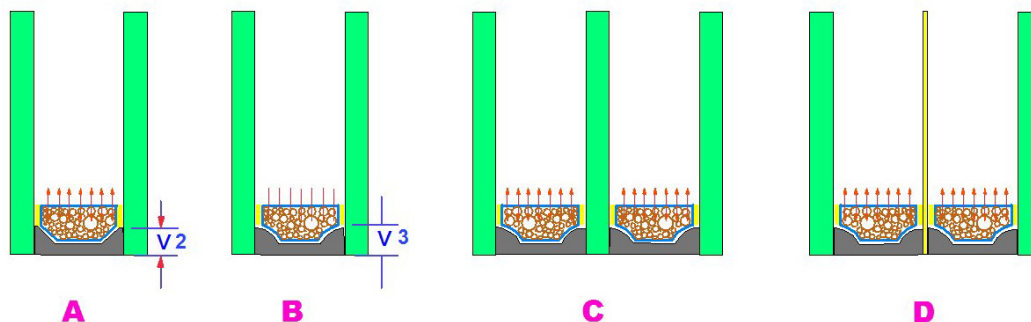
12. sz. ábra A HŐSZIGETELŐ ÜVEG PEREMLEZÁRÁSÁNAK FEJLŐDÉSE

A forrasztáshoz alkalmassá kellett tenni az üveg felületet, ezért plazma technológiával vörösréz felületet képeztek ki az üvegek pereme mentén, amelyhez azután forrasztással rögzíteni tudták a fém távtartó (B) léceket. A művelet sok munkafolyamatból állt és hosszadalmas volt. Az üveg légterében a gyártás helyszínén található levegő volt, amely kedvezőtlen esetben, akár túl sok nedvességet is tartalmazhatott, pl. egy nedves időjárásakor, tehát gondoskodni kellett a légtér száraz levegővel való kitöltéséről. Ezt úgy oldották meg, hogy a levegőből először kicsapatták a nedvességet, vagy abszorbeáló műgyanta szűrőn vezeték át a levegőt, amelyet, a távtartó lécen át, injektáltak a légkamrába, miközben a korábbról benn rekedt nedvesebb levegőt igyekeztek kiszívni.

A hegesztéses módszernél a kötés meglehetősen merevnek bizonyult az ott fellépő mozgásokkal szemben, ezért ez az eljárás nem volt hosszú életű. Hamarosan megjelent a ragasztásos eljárás (C), amely különféle finomításokkal napjainkig használatos.

A technológiában jelentős két előrehaladás keletkezett. Mindenek előtt a páratlanítás tekintetében. A távtartó léce, az egyszerű szelvényről kamra szelvényre váltott, s ennek üregében abszorpcióra alkalmas műgyantát helyeztek el. Ennek a gyantának a nedvesség felvevő képessége határozza meg a hőszigetelő üveg élettartamát. Ahhoz, hogy ez minél hosszabb lehessen, a műgyanta betöltés előtt a gyantából kicsapatták a nedvesség tartalmát, úgy mondják, kiszűtik. Valóban a gyanta túlhevítése által érik el, hogy a benne lévő nedvesség eltávozzon. Ezután töltik be a szemcsés gyantát az alumínium – újabban rozsdamentes acél, vagy műanyag - anyagú szelvénybe, amelynek a légkamra felé néző felületét lézeresen kiperforálják, vagy valamilyen módon megnyitják, hogy a légkamrába bekerülő nedvesség felvételére, elnyelésére lehetőség legyen. Ez az újítás jelentős technológiai előnyöket nyújt a korábbi eljárásokkal szemben és észrevehetően megnövelte a hőszigetelő üveg használati élettartamát és előnyösen lecsökkentette a munkafolyamatokat. De ami még tovább emelte a hőszigetelő üveg használati minőségét, az távtartó léce

rögzítése és a perem lezárása volt. A gyártásmenet is leegyszerűsödött és felgyorsult.



HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK SZERKEZETI FEJLŐDÉSE

13.sz.ábra. A PEREM LEZÁRÁS FEJLŐDÉSE

A távtartó lécz rögzítéséhez ragasztó csíkot hordanak fel az üvegtábla szélén (13.sz. ábra). Az ábrákon ez sárga színnel van ábrázolva. Erre ráhelyezik az elkészített, gyantával töltött léckeretet, majd ráfektetik a második, vagy harmadik üvegtáblát. Ennek a ragasztósnak csak a lécek helyben tartása a feladata. Ezután következik a peremek nagy légtömorségű lezárása.

A lezáráshoz egy Thiokol elnevezésű poliszulfid műgumit használnak. A ragasztásos eljárás nagy előnye, maga a ragasztó, amelynek igen magas a páradiffúziós ellenállása és viszonylag hamar szilárdul. Ez a poliszulfid alapú műgumi, amely Thiokol elnevezéssel került a közforgalomba. (Az elnevezés a görög kén „theo” és a ragasztó „kolla” szavakból tevődik össze). Egyébként számos helyen nagy páradiffúziós ellenállású szilikont is alkalmaznak, amelynek tízszer nagyobb a légzáró tulajdonsága, mint a szokásos szilikon tapasztoknak. Egyes gyártók azért használják a szilikont a thiokol helyett, mert az műszak végeztével nem kell eltávolítani a csőhálózatból és légmentes lezárás esetén akár napokig sem köt meg, úgy mint a thiokol.

A ragasztó páradiffúziós ellenállása annak vastagságától függ. Ennek magas költségei miatt, a gyártók igyekeztek olyan vékony réteget felhordani a lécre, amely még becslések szerint kellő élettartamot biztosít a hőszigetelő üvegezésnek. Azonban hamarosan rájöttek, hogy a 2-3 mm-es rétegvastagság elégtelen, mert a hőszigetelő üvegek hamarabb bepárasodtak, mint az várható volt. Különösen sok meghibásodást a magas párányomású helyiségek esetében tapasztaltak, mint pl. az uszodákban, fürdőkben stb., esetében.

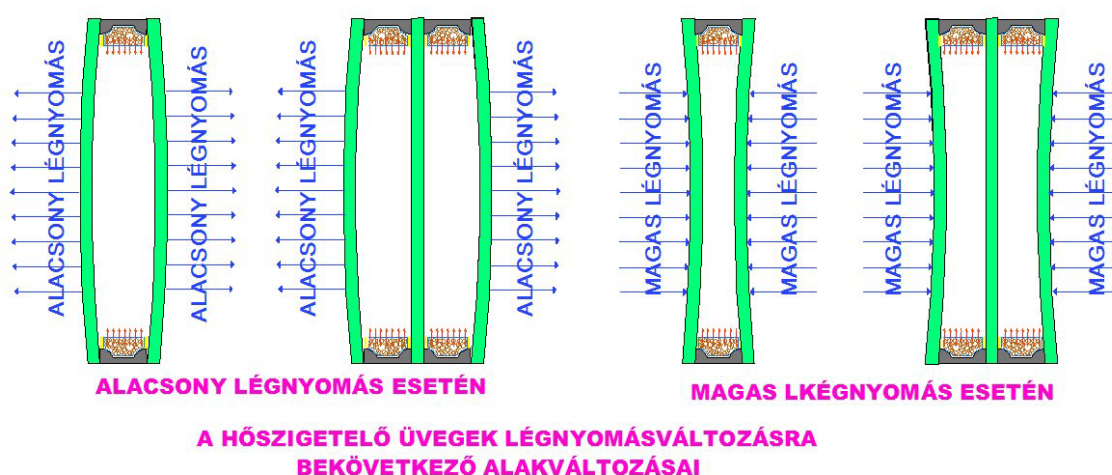
Ezen úgy akartak javítani, hogy a ragasztó mennyiségét lehetőleg ne kelljen növelni. Ezért a korábban derékszögű távtartó lécz helyett (12.sz.ábra „C”), negyvenöt fokban lesarkított léceket használtak (13.sz.ábra „A”). Ezzel meghosszabbították a páradiffúzió „V2” útját, anélkül, hogy a léceket takaró ragasztó réteget megvastagították volna. A peremzáró ragasztóban a páradiffúzió útját még tovább hosszabbították a távtartó lécz sarkainak (13.sz.ábra „B”) „V3” körívszegmens alakú lesarkításával. Ezt a távtartó léczformát használják a két légkamrás (13.sz.ábra „C”) hőszigetelő üvegek előállítására is, olyankor is, ha súlycsökkentés céljából a közbelső üvegréteget (13.sz.ábra „D”) polikarbon hárttyával helyettesítik.

A HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK ALAKVÁLTOZÁSA ÉS ÉLETTARTAMA

Az lenne feltételezhető, hogy az üvegtáblák peremét a nagy páradiffúziós ellenállású poliszulfid, vagy szilikon ragasztó megvédi a légkamrák elnedvesedéstől és ezáltal igen hosszú élettartamúvá válnak a hőszigetelő üvegek. Ez azonban több fizikai tényező miatt nem teljesül.

A hőszigetelő üveg élettartamát – még igen kiváló minőségi gyártás mellett is 25-30 évre becsülik, ha nincsen kitéve rendkívüli körülményeknek. Ez abból következik, hogy légtömör lezárás egyenlőre nem ismert. Következésképpen **pára diffúzió folyamatosan fellép**. Ennek azért nincsen azonnali következménye látható lecsapódás formájában a külső üvegtábla belső felületén, mert a páráat felveszi, elnyeli és magában tartja a távtartó lécebe töltött abszorpciós műgyanta. Ezért van a léce légkamra felőli oldala perforálva. A páralecsapódás mindaddig nem jelenik meg, amíg az abszorpciós gyanta nem telítődik. Ha ez az állapot bekövetkezik, megjelenik a páralecsapódás, s véget ért a hőszigetelő üveg élettartama.

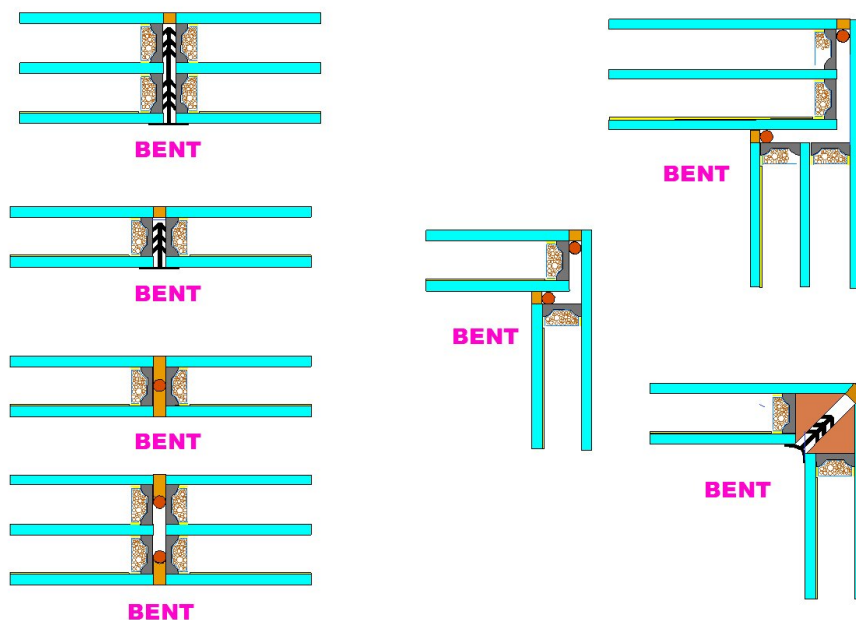
Az összeragasztott üvegtáblák nem mentesek az alakváltozástól. Ugyanis hat rájuk a mindenkor légnomásváltozás(14.sz.ábra). A légkamrákban a gyártás napján bennrekedt levegőnek az aznapi légnomás értéke lesz a belső nyomás. Ha gáztöltésű a kamra, akkor az adott nyomáson betöltött gáz. Amennyiben, akár másnap már a külső nyomás változik, úgy, attól függően, hogy csökken, vagy emelkedik, az üvegtáblák hopadnak, vagy domborodnak. Ez az alakváltozás szemmel nem érzékelhető, azonban, amikor szívó hatás lép fel légnomás csökkenés esetén, akkor megnövekszik a páradiffúziós mikró nyomás a nyugalmi állapothoz képest, s külső levegő áramlik a légkamrába, amely magával viszi az adott napi páratartalmat. S ha ez magasabb, mint amilyen a hőszigetelő üveg előállítása napján volt, akkor növekszik a légkamra páratartalma. A légnomás növekedésével a folyamat megfordul, azonban a kifelé áramló levegő már páraszegény, mert az abszorpciós gyanta elnyelte a beáramló többlet nedvességet. Ez a szív-pumpáló folyamat állandón ismétlődik, s megrövidíti a hőszigetelő üveg élettartamát, mert elősegíti a páradiffúziós folyamatot.



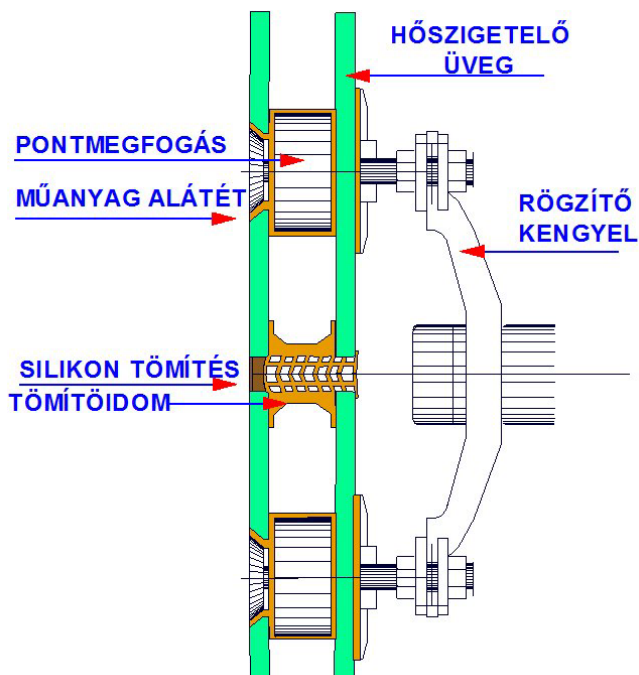
14.sz.ábra A HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK LÉGNYOMÁSTÓL FÜGGŐ ALAKVÁLTOZÁSA

E sorok írója találkozott olyan üvegfallal, amelyben a nagyméretű táblák üvegei középponton összeértek.

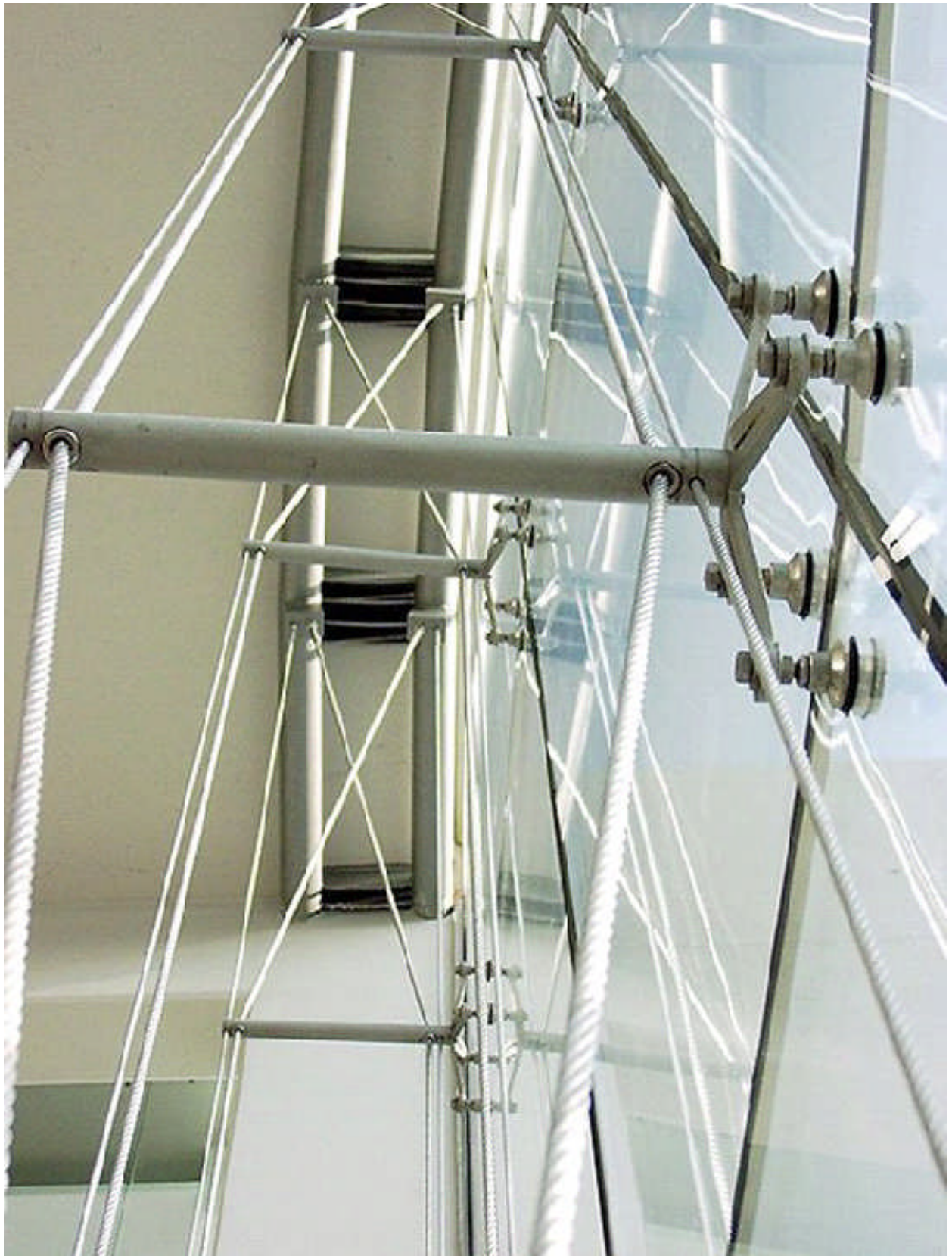
Az alakváltozásnak van más forrása is. A gázzal töltött üvegből idővel elszökik a gáz, mert a perem zárása nem áthatolhatatlan. Ennek következtében is megváltozik a sík üvegfelület optikai állapota. Kedvezőtlen esetben előfordulhat, hogy a napfényt a szemben fekvő épületre fókuszálja a konkáv felület. Feljegyeztek olyan eseteket is, hogy az üveg mögött fényre, hőre érzékeny anyagokat a fókuszálás miatt károsodás érte.



15.sz. ábra HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK ÖSSZEÉPÍTÉSI PÉLDÁI



16.sz. ábra HŐSZIGETELŐ ÜVEGEZÉS PONTMEGFOGÁSOS SZERKEZET METSZETE ÉS ÁTVÁNYA



17. sz. ábra PONTMEGFOGÁSSAL RÖGZÍTETT HŐSZIGETELŐ ÜVEGEZÉS

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

A HŐSZIGETELŐ ÜVEG HŐFORGALMA

Az épületek üvegezett felületeinek – a számos egyéb funkció mellett – legfőbb feladata a **fény** és a **napfény hőenergiájának** bebocsátása az épületek helyiségeibe. Mindkét fizikai hatás nélkülözhetetlen az egészséges életvitelhez, illetve szervezetünk biológiai működéséhez. Ugyanis a természetes fény szabályozza hormontermelésünket. A tudomány álláspontja szerint, hormontermelésünk olyan mértékben válik megzavarttá, amilyen mértékben a helyiségbe lépő természetes fény módosítottá válik, azaz amilyen mértékben eltér a természetes fény hullámhosszak szerinti megoszlásától, a természetes fény spektrumától.

Ennek az állításnak egyszerű magyarázata abban rejlik, hogy evolúciós fejlődésünk évmilliók alatt a természetes fény alatt ment végbe. A természetes fény napi dóziséhoz szervezetünk hozzászokott. Következésképpen sem a megvilágítás spektruma, sem erőssége nem változtatható meg biológiai következmények nélkül. Ezért hárul különös felelősség az építészetre, mert ismeret hiány okán, csupán divat szerinti döntésnek súlyos egészségügyi következményei vannak.

A bölcs népi megfigyelésben is nyomon követhető a fényváltozás pszichés következménye, amikor nyelvünkben a derűs-borús hangulattal fejezzük ki vidám, vagy nyomott kedélyállapotunkat, amely szorosan összefügg a novemberi borús, vagy felhőtlen tavaszi, nyári fényviszonyokkal. A tudomány, nevezetesen a fotobiológia azóta már nyomára bukkant, hogy a **fényszegény időben lehangoltságot keltő hormon, a melatonin**, ezzel szemben az **erős természetes megvilágítás hatására szellemi, fizikai, nemi aktivitást serkentő hormonok, a kortizon és adrenalin termelődik**. Mesterséges fénnel a természetes azért nem helyettesítő, mer egyelőre még nem sikerült előállítani olyan fényforrást, amelynek spektrális megoszlása akár csak jól megközelítené a természetes megvilágításét.

Ebből már is következik, hogy építészeti tereinkben a mesterséges megvilágítás számos biológiai zavar forrása. Különösen ilyen, az állami szabályozással lakosságra erőltetett energia takarékos fényforrások, amelyeknek kedvezőtlen spektruma mellett higany és egyéb mérgező anyagtartalmuk, használat után, évszázadokra nem lebomló anyagai, súlyosan szennyezi a környezetet, talán nagyobb mértékben is mint az izzószálas lámpák magas energiafogyasztásából keletkező szennyező anyagok légkörbe kerülése. Ezeket a tényeket az előző fejezet, A fény biológiai hatásai, részletesebben tárgyalja.

Az építészeti üveggyártás napjainkban mérföldes lépésekkel halad előre, s a tervezés nem bízhatja a beépítendő üveg minőségét, szerkezetét a kivitelezőre, vagy bárki másra. Ugyanis, nem biztosított, hogy a második, harmadik személy rendelkezik a helyes és kellő, a célkitűzést legjobban teljesíteni tudó ismerettel. Az építészeti üveg című jelen fejezet, a Magyar Építészkamara megbízásából azért jött létre, hogy minél szélesebb ismeret megszerzésére adjon lehetőséget azon tervezők számára, akiknek döntési feladatuk a legmegfelelőbb üvegezés kiválasztása.

Az üvegezés helyes kiválasztásához ismerni kell egyrészt a bebocsátandó fény fizikai jellemzőit, másrészt az átbocsátó közeg, az üveg szűrő tulajdonságait. Mindkét

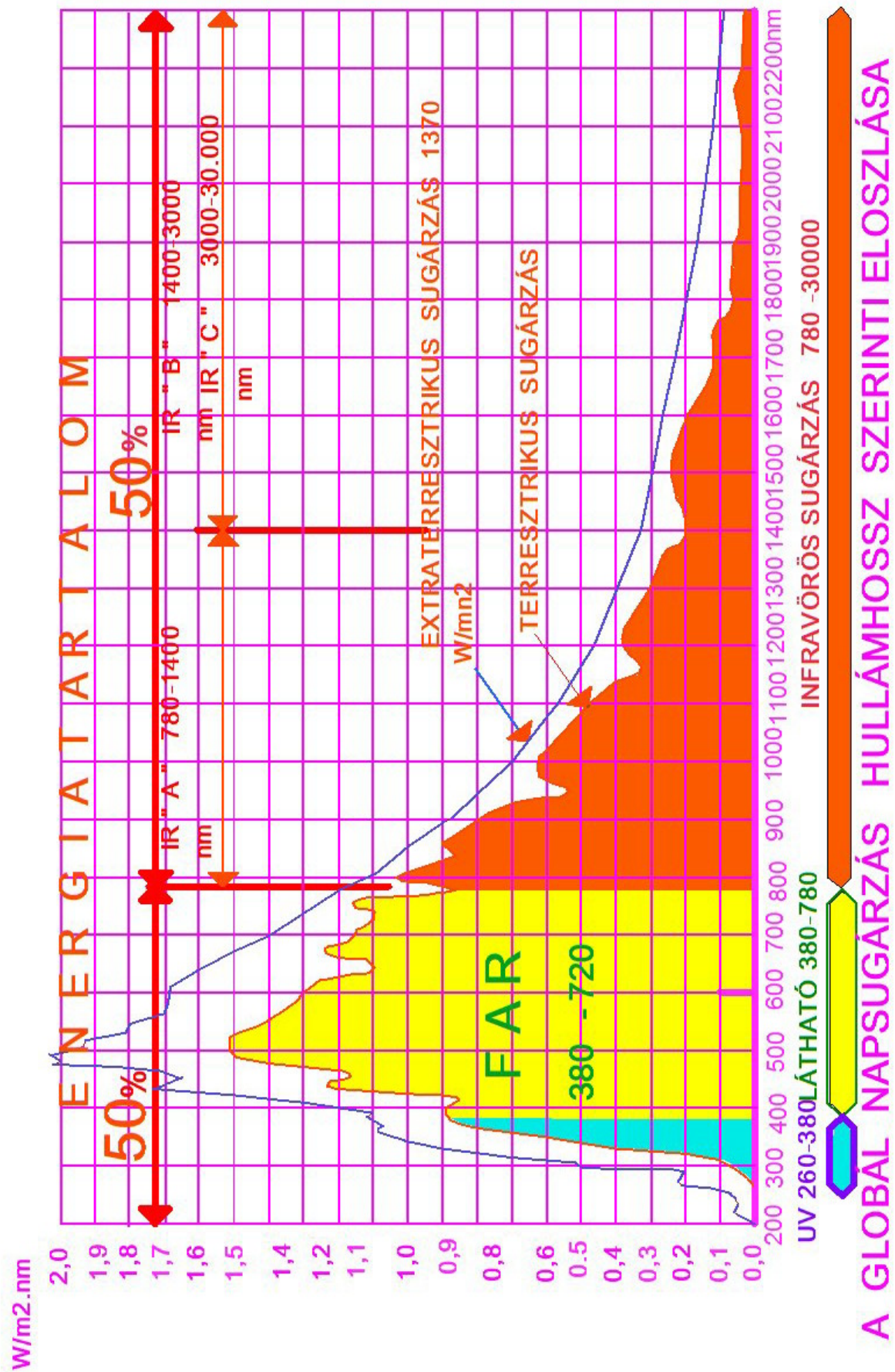
tényező részletes ismeretének birtokában lehet a jó döntést meghozni. A természetes fény fizikai tulajdonságairól, a hullámhossz szerinti megoszlásról és a hullámhosszakhoz tartozó energia tartalmáról, a természetes fény spektruma ad megfelelő tájékoztatást. Az üvegezésről, az **egyes üvegeket jellemző átbocsátási tulajdonságokról, a transzmissziós görbe nyújt kellő tájékoztatást.**

A napspektrumot a 18. sz. ábra mutatja be. A diagramon az x tengelyen a hullámhosszak nanométerben, a milliméter milliommód részét jelentő mértékegységben, a függőleges y tengelyen az egységnyi felületre érkező energia, W/m² egységben van ábrázolva. Az ábrán **kék vonal jelzi** a légkör határán mérhető, **extraterresztrikus spektrális eloszlást**, s ennek értéke a napállandó 1370 watt. A **terresztrikus eloszlás a napspektrum.**

Ez a tengerszinti magasságon, a talajfelszínre érkező hullámhosszak szerinti sugárzás energia **eloszlásnak burkoló görbéje**. Ugyanis a tényleges eloszlás a valóságban egy nagyon szaggatott, és pillanatonként, az időjárás, felhősödés szerint változó, helyenként hiányos, meg-megszakadó görbe, mert bizonyos hullámhosszakon egy adott időben sugárzás nem is érkezik a földfelszínre. A bemutatott görbe az **Nemzetközileg elfogadott spektrum**. A spektrum három részre, az **ultraviola**, a **látható** és az **infravörös** tartományra oszlik. Az ultraviola és infravörös tartományokat a tudomány még további alcsoportokra osztja. **Biológiai felosztás** szerint **A-B-C**, **fizika felosztás** szerint **közeli, közepes távoli**, csoportokat különböztetnek meg. Tárgyalásunk szempontjából fontos az egyes tartományokhoz tartozó energia tartalom ismerete, amelyről az alábbi (19.sz. ábra) táblázat ad tájékoztatást.

HULLÁMHOSSZAK TARTALOM nm	SUGÁRZÁSI TARTOMÁNY	ENERGIA W/m ² %
< 130 változékony, nincs adat		ionizáló UV
130 - 190	ózonképzésben hatékony UV	0,035
190 - 210		0,234
210 - 290	UV "C"	10,94 7 %
290 - 315	UV "B"	14,44
315 - 380	UV "A"	68,65
380 - 720	FAR , fotószintézisben aktív sugárzás látható fény	565,73 41 %
720 - 30 000	Infra vörös (IR) sugárzás	709,97 51 %
ÖSSZESEN		1370,0 100 %

19.sz. ábra A NAPENERGIA HULLÁMTARTOMÁNY SZERINTI ELOSZLÁSA A LÉGKÖR HATÁRÁN



18.sz.ábra

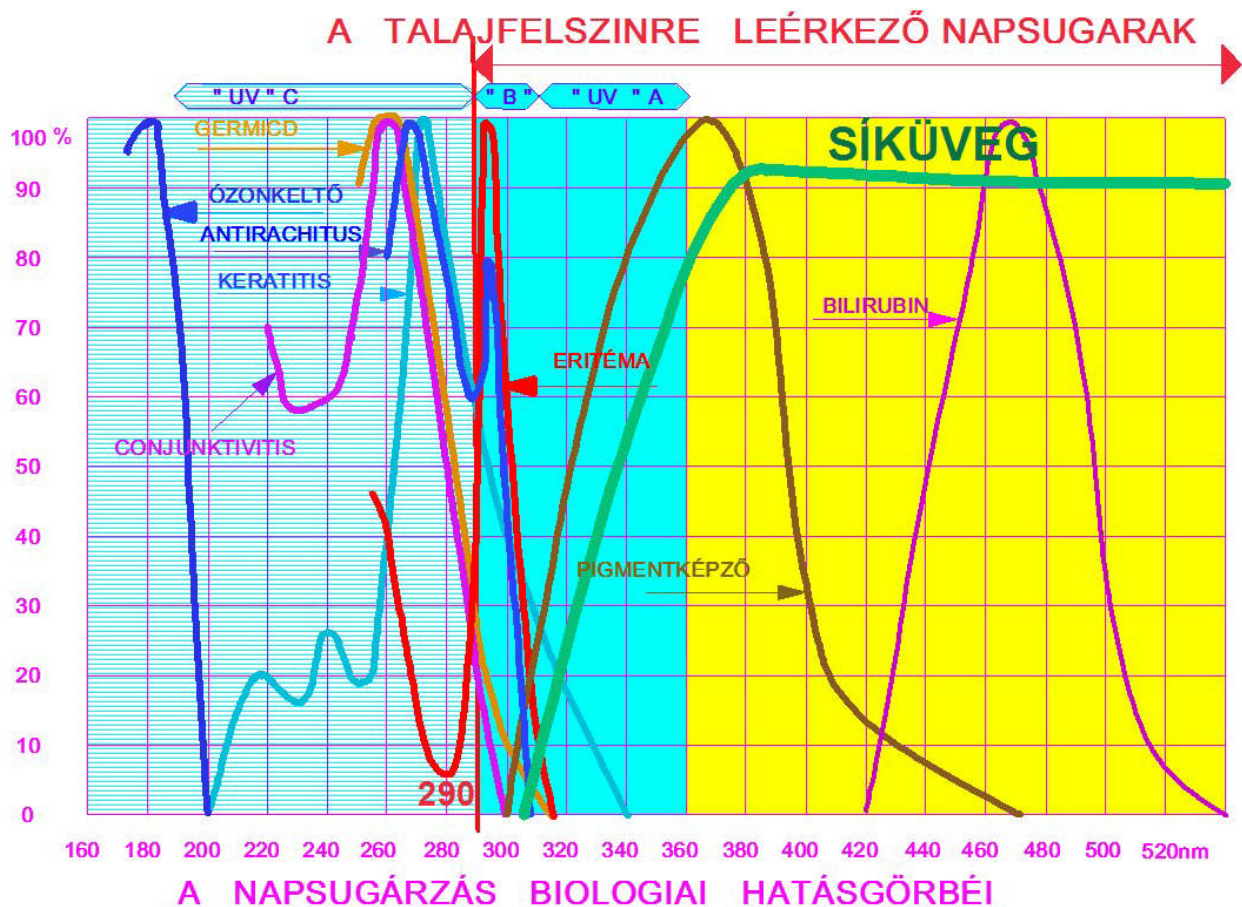
© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

Az UV (ultraviola) tartomány energia hozama mindössze csak 7 %-a a napsugárzás energia tartalmának, mégis ezeken a hullámhosszakon érkező fotonoknak van a legnagyobb energiája és ebből ered a szerves anyagokat érintő roncsoló hatása. Az UV sugárzás rendelkezik a legnagyobb biológiai hatással az élő szervezetre, mint ezt az alábbi 21. Sz. ábra szemlélteti.

A látható tartománynak energiataralma 41%, míg az infravöröse 51%. A gyakorlatban az UV és látható, valamint az infravörös tartomány energia tartalmát, egyszerűség kedvéért 50-50 %-os megoszlásúnak tekintik.

Az orvostudomány kiderítette, hogy az ultraviola sugárzás melyik tartománya fejt ki biológiai reakciót az emberi szervezetben. A kutatás eredményeit a 20. sz. ábra hatásgörbéi mutatják be. A Föld felszínére egyelőre 290 nm-nél rövidebb sugárzás nem érkezik le, amíg az ózonszörny az emberiség sértetlenül hagyja. A rövidebb hullámhosszon leérkező sugárzás veszélye, hogy azok mutációt, soha nem észlelt új vírusokat, baktériumokat hozhatnak létre, drasztikus változást okozva a vírusok világában. A száz nanométernél rövidebb hullámhosszúságú sugarak már a röntgen sugárzás tartományában találhatók (22.sz. ábra). Hogy ma már nem tekinthető az ózonszörny érintetlennek, arra a madár influenza és egyéb járványok időnkénti megjelenéséből lehet következtetni.

Az ultraviola sugárzás számos jótékony biológiai hatásából, sajnálatosan az üvegezés mögött nem sok juthat érvényre, mert a szokványos síküvegek többségüket elnyelik, csupán a pigment képző hatás egy része és a bilirubin hatás jut érvényre



20.sz. ábra

Az ultraviola sugárzás spektrális megjelenítése felvilágosítást nyújt arra nézve hogy, a különböző hullámhosszúságú sugárzások milyen mértékben játszanak közre az egyes biológiai hatások kialakulásában (20.sz. ábra). A grafikon vízszintes tengelyén a hullámhosszak, a függőlegesen a hatékonyság van jelölve. Az egyes hatásokat megjelenítő görbék magyarázatát alább találhatók meg..

AZ ULTRAVIOLA SUGÁRZÁS KÁROS ÉS HASZNOS BIOLÓGIAI HATÁSAI

UV C SEJTANYAGOK KÁROSODÁSA	DNS ÉS FEHÉRJÉK KÁROSODÁSA	— + mikroorganizmusok mutációi mikroorganizmusok pusztulása biológiai egyensúlyuk változása növényi kromoszóma károsodások bőrrák, hemolízis egyes vírusok és baktériumok pusztulása	
	MELANOGENEZIS	új pigmentek keletkezése, kü - lönböző képen pigmentálódott emberfajták kialakulása, a szer- vezet védekezése a túlzott UV sugárzás ellen, napozáskor las- sú de tartós leburnulás	
UV B ÚJ ANYAGOK KELETKEZÉSE	D3 VITAMIN KELETKEZÉSE FOTOKÉMIAI REAKCIÓ	A SZERVEZET KEDVEZŐ ÁTHANGOLÓDÁSA	a kalcium és foszfor felszívodá- sának biztosítása antirachitikus hatás lupus vulgaris gyulladására kedvező hatás
	HISZTIDINBŐL HISZTAMIN KELETKEZÉSE		a bőrerek kitágulása a szállított és a sejtek felé lea- dott oxigén mennyiség növeke- dése az anyagcsere élénkülése a vér adrenalin szintjének emel- kedése vérnyomás emelkedés a keringő vér volumene nő γ-globulin frakció nő a szervezet védekező képessé- ge fokozódik
	KÖZVETLEN REFLEX-HATÁSOK		a bőr receptor mezejének inger- lése kedvező élettani és pszicholó- giai visszahatások
UV A	A RÉGI PIGMENTEK FOTOÓXIDATÍV SÖTÉTEDÉSE	a szervezet védekezése az erős UV sugárzás ellen napozáskor gyors barnulás	

Összefoglaló táblázat: Kovácsné Dr. Pataki Márta

21. sz. ábra

A TÁBLÁZAT ORVOSI KIFEJEZÉSEINEK ÉRTELMEZÉSE

ADRENALIN : mellékvese hormonja, zsigeri erek szűkülnek, vérnyomás emelkedik, szív működés gyorsul, bélmozgás csökken, aktivitás fokozódik

HEMOLÍZIS : a hemoglobin kioldódása a vörös vérséjtekből a sejthártya sérülés következtében

HISZTIDIN : létfontosságú aminosavak; nagy mennyiségben található a hemoglobin fehérje részben

HISZTAMIN : a vér fontos, fiziológiailag erős hatású anyaga, ereket tágítja, vérnyomás csökkenést okoz, a szervezetet kedvezően áthangoló élettani hatásokat kelt

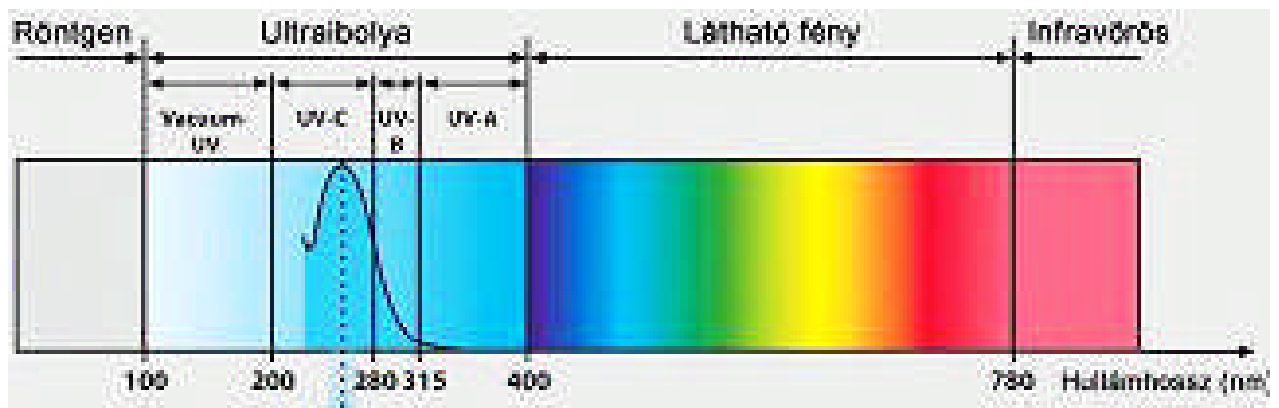
LUPUS VULGARIS : bőrfarkas, tbc-s eredetű bőrbetegség

MELANOGENEZIS : pigmentáció

RACHITIS : mész és foszfor csere zavar a D vitamin hiánya miatt

γ -GLOBULIN : a szervezet által termelt ellenanyagok hordozói.

Minél rövidebb a sugárzás hullámhossza, annál nagyobb a fotonok ereje. Lásd a röntgen sugárzás spektrális elhelyezkedését a 22.sz. ábrán



22 sz. ábra A NAP SUGÁRZÁS HULLÁMHOSSZ TARTOMÁNYOK SZERINTI FELOSZTÁSA

ORVOSI KIFEJEZÉSEK ÉRTELMEZÉSE

ÓZON keltő hatás (O₃) a levegő oxigénjének ionizálása által ózonmolekulák jönnek létre.

CONJUNCTIVITIS hatás, az emberi szem szöveteiben heveny gyulladásos tüneteket hoz létre (kötőhártya gyulladás).

ERYTHEMA, bőrpír a bőr gyulladásos pirossága, a bőr kipirosodását a besugárzás okozza.

PIGMENTKÉPZŐ hatásra a bőr mélyebb rétegeiben (néhány tized milliméterig) barna pigment szemcsék képződnek. Ezek a pigmentek **pajzsszerűen védik** a szervezetet az erythéma káros (carcinogén) hatásától, a sugárzás nagyobb szövetmélységekbe való behatolásától. **UV A (315-380 nm)** sugarak hatolnak legmélyebben a bőrbe, direkt pigmentképző hatásúak, barnulást okoznak. Gyorsítják viszont az öregedési folyamatokat. Intenzitása a napszaktól függ, az évszaktól kevésbé. Az **UV B (290-315 nm)** sugarak ezzel szemben csak fél milliméterre hatolnak a bőrbe, indirekt pigmentképzők, barnítanak ugyan, de nem tartósan. Viszont bőrpírt, gyulladást okoznak, rákkeltők. Ha az erythémát nem követné a jótékony leburnulás, akkor a szervezetben súlyos károsodás keletkezne. A szervezet ezen az úton, a pigmentáció mértéke által biztosítja a szervezet számára nélkülözhetetlen, **a fény hatására keletkező hormonok és vitaminok termelődését.**

ANTIRACHITIKUS hatás. A RACHITIS összefoglaló neve a csontelégtelenségnek. Hazánkban **angolkór** néven ismert csontbetegség, amit a **D vitamin hiánya**, napfény elégtelenség következtében létrejött mész és foszforcsere zavara okoz. Ezekből az anyagokból, mint kalcium és foszfor, nem épül be a csontozatba kellő mennyiség és a hiány csontlágyuláshoz vezet. **A 260-310 nm hullámhosszúságú UV sugárzás a szervezetben D vitamin termelődését aktiválja és akadályozza a rachitis elnevezésű csontfejlődési tünetcsoport kialakulását, de egyben növekedés serkentő is.** Utóbbi hatást a napjainkban széles körben elterjedt szabadabb öltözködési szokásoknak tudja be a tudomány, mert nagyobb bőrfelület tárulkozik föl a közvetlen napsugárzásnak. Az utóbbi évtizedekben az ifjúság körében tapasztalt általános testmagasság növekedést, többek között ezzel a hatással is magyarázzák.

A D vitaminból a napi szükséglet 0,01 mg, de a túladagolás pl. 2,5 mg/nap halált okoz. A lakosság körében az orvostudomány újabban jelentős D vitamin hiányt rögzített. Ennek oka, visszavezethető arra a jelenségre, hogy - nemzetközi adatok szerint - a civilizált társadalmakban, az **emberek életük 80-90 %-át természetes fénytől, főképpen direkt napsugárzástól elzárva éli le!** Az orvosi körök médiában olvasható-hallható legújabb feltevése, hogy a gyakori szívelégtelenségi, valamint a daganatos tünetek jelentős hányada is, a D vitaminhiányra vezethető vissza! Ezzel kapcsolatban, a **természetes fénnel elégtelenül megvilágított építészeti terek okán, felmerül az építészet felelőssége.** Sajnálatosan, az alkotók körében tévesen, széles körben az a nézet uralkodik, hogy az épület csak az architektúrát hordozó műtárgy, s nem akar tudomást venni arról, hogy döntéseiknek jelentős kihatása van az épületekben tartózkodók biofizikai állapotára is.

Az **angolkór elnevezés** eredete valós történelmen alapul. Az Afrikából Angliába hurcolt néger rabszolgáknál alakult ki a csontlágyulás, annak következtében, hogy ezeknél az embereknél, az egykori hazai intenzitású napsugárzás hatására, megteremtődött erős pigmentáció szűrő hatása olyan mértékű védelmet teremtett

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

szervezetük számára, amely a ködös Albionban megakadályozta a kellő mennyiségű D vitamin termelődését a csökkentett intenzitású ultraviola sugárzás alatt. Mész és foszforcsere zavar következett be. Ugyanis a **légköri pára nagymértékben elnyeli, szétszórja a rövidhullámú sugárzást.**

Ennek a D vitamint termelő sugárzásnak (lásd 20.sz. ábrán az Antirachitisz kék színű hatásgörbéjét) jelentős hányada elérheti a talajfelszínt, azonban nem terjed már át az **UV-A** tartományba ezért intenzív hatásával csak különösen páramentes, felhőtlen időjárás mellett számolhatunk.

GERMICID hatás, amely a mikroorganizmusok, baktériumok, gombák pusztulását okozza. A 20.sz.ábrán bemutatott grafikonon (drapp színű görbén) jól látható, hogy a hatásgörbének csak igen kis része esik a földfelszínre leérkező 290 nm-es hullámhossz határ fölé. A **nagy hatékonyságot** olyan **mesterséges fényforrással érik el**, amelynek spektruma jobban összpontosul a rövidebb hullámhosszak környékén, az UV-C tartományban. A baktériumölő hatást, úgynevezett germicid lámpákkal előnyösen hasznosíthatják járványok megelőzésére olyan helyeken, ahol tömeges a jelenlét. A lámpákat a mennyezet felé fordítva szerelik föl, s a fénykévént át cirkuláló levegőt a sugárzás megtisztítja a baktériumoktól.

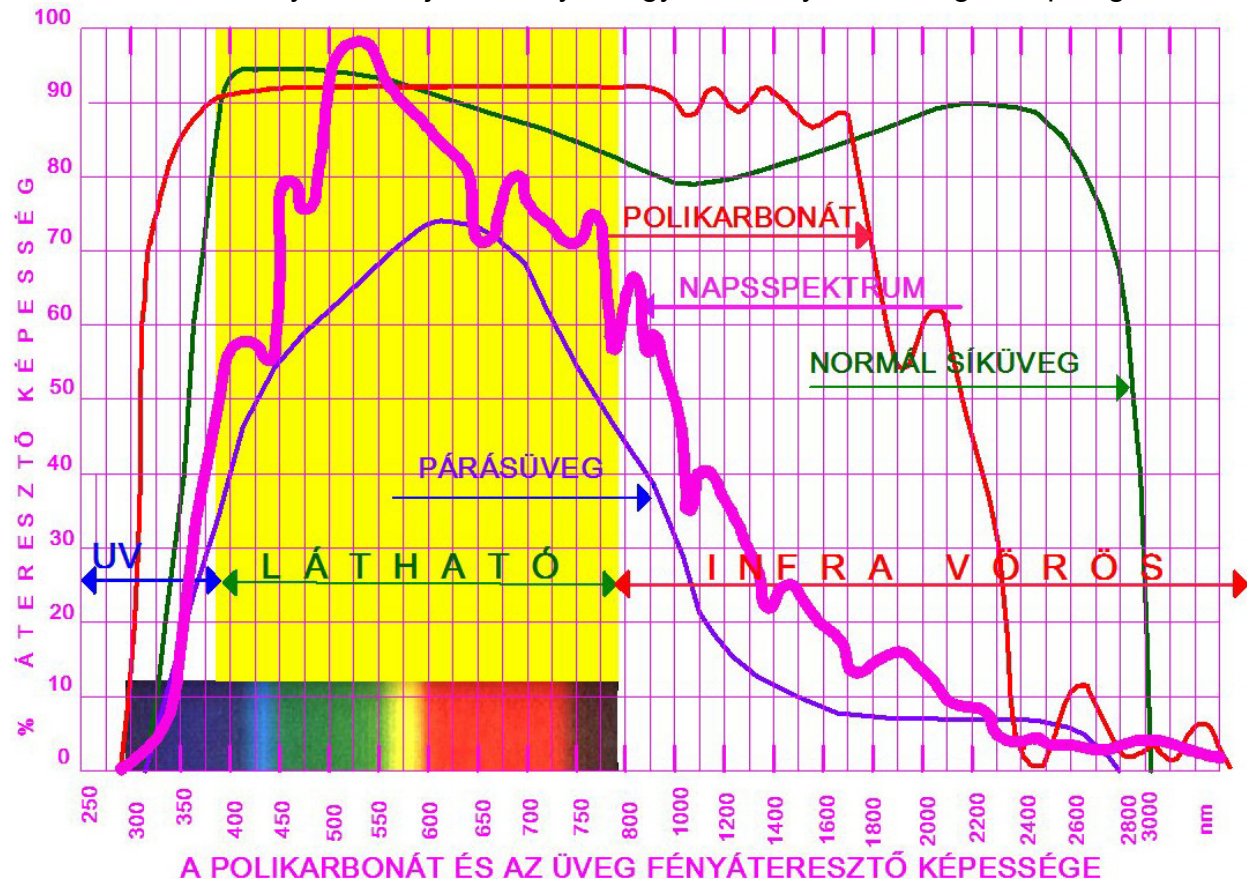
BILIRUBIN hatás az újszülöttek elégtelen májműködése következtében felhalmozódott bilirubin nevű vérfesték fotókémiai lebontását teszi lehetővé. A bilirubin a vörösvértestek szétesése után a hemoglobinnal származó zöldes barna festék. Újszülötteknél gyakori a sárgaság, amit, fokozottan előidézhet a máj tökéletlen működése. A természetes fény spektrumában a maximális bilirubin hatás 470 nm körül éri el csúcsteljesítményét, de a fotóbiológiai tudományok használnak hyper bilirubin mesterséges fényterápiát, s ezeknek a lámpáknak a spektruma, jelentősen eltolódik az UV tartományba. Természeti népeknél a bilirubin probléma megoldódott azáltal, hogy a nők a szabadban végzett munkájukra, szülés után rövidesen magukkal vitték csecsemőiket.

KERATITIS hatás a szaruhártya szöveteinek elváltozását idézi elő. Az UV sugárzás a gyógyászati eljárások körében gyakran felhasznált eszköz. A sugárzás igen jó hatást gyakorol az egészséges szervezetre is, növeli a teljesítőképességet és az életkedvet, nyugtatja az idegrendszert. Mindannyiunk számára jól ismert a verőfényes szabadban tartózkodás kedvező lélektani, fizikai hatása, különösen hosszabb borús, napfény nélküli időszakok után.

A földfelszínre leérkező UV sugárzás jelentős mennyiségi változást szenved a légkörben jelen lévő mindenkor ózommennyiség, valamint a sugárzásnak a légkörön át megtett út hossza következtében. Az elnyelődés a mi szempontunkból csupán az UV-B és UV-A tartományokban kíván figyelmet. Az Ózon elnyelő hatása 290 nm -től a 315 nm-es szakaszig gyakorlatilag a nullára csökken. Az UV sugárzás változását az ennél hosszabb hullámhosszon, már nem az ózon, hanem a troposzféra, a földközeli úgynevezett felhőréteg aeroszol részecskéi idézik elő, minthogy ez a légréteg igen gazdag ezekben a részecskékben. A sugárzás csökkentése (extinkciója) a levegő molekulák és az aeroszol részecskék szórásából ered. Az elnyelődés másodlagos, mivel a légköri alap és nyomgázok, mint a nitrogén, oxigén, széndioxid és vízgőz a 290-380 nm közötti sugárzást gyakorlatilag nem nyelik el. Ezzel szemben a kisméretű légköri részecskék igen hatékonyak a szórásban. A talajfelszínre érkező **UV-B** és **UV-A** sugártartomány mennyiségi változásai a

napmagasság függvénye. A Nap égbolti magasságának növekedésével az UV sugárzás mennyisége meredeken nő. Ezért a legkevesebb ultraviola sugárzás a kora reggeli órákban érkezik a földfelszínre, s ellenkezőleg a legtöbb viszont a déli órák körül, sajnálatosan akkor, amikor már a beesési szögek az üvegen éppen kevésbé kedvezőek. Ebből következik, hogy az ultraviola sugárzásnak csekély a biológiai haszna az üvegezés mögött. Legalább is addig, ameddig az üvegipar nem tud jobb, az ultraviola sugárzást nagyobb mennyiségben átbocsátó üvegezést a piacra vinni.

Az építészeti üvegek napfényt átbocsátó képessége, a spektrumon belül viszonylag csak rövid tartományon belül jut érvényre. Egy szokványos síküveg a Nap sugarait a



23. sz. ábra AZ ÉPÜLETÜVEGZÉS ÉS A NAPSPEKTRUM ÁTBOCSÁTÓKÉPESSÉGÉNEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

23. sz. ábra tanúsága szerint, **háromezer nanométer hullámhossz fölött már nem bocsátja át.** De az abszolút fizikai határ a valóságban tízezer nanométer határán érvényesül teljesen. Az üvegeknek háromezer nanométer fölött is van még elszórt tartományokban átbocsátó képessége, de ezek olyan jelentéktelen mértékűek, hogy épületfizikai szempontból a mennyisége elhanyagolható. A Nap infravörös sugárzási tartománya is harmincezer nanométernél végződik, de hasonlóan a nagyon csekély intenzitás miatt, szokásosan ezzel az energia mennyiséggel sem számolnak.

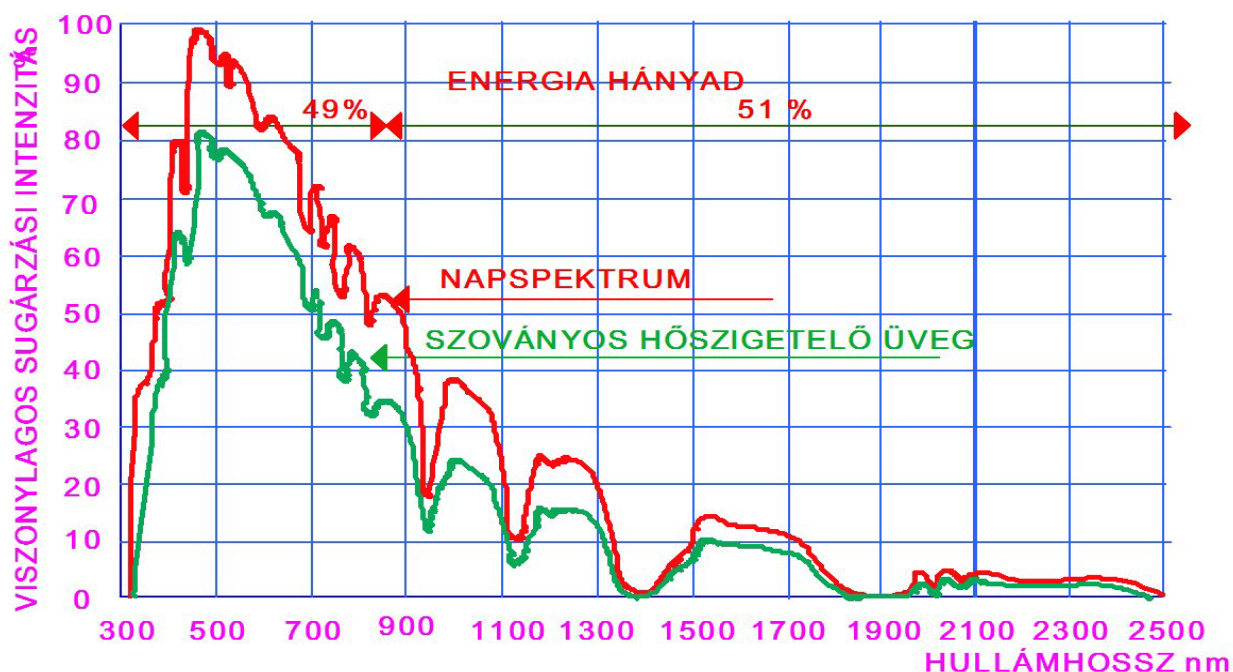
Az üveg átbocsátó képessége szempontjából fontos tény hogy az üvegezés a tízezer nanométer hullámhosszúság fölötti napsugarak számára már teljesen vak. Ez a tulajdonság a hőszigetelő üvegezés hőforgalma tekintetében is alapvető szerepet játszik. A polikarbonát sem rendelkezik jobb átbocsátó képességgel, kivéve

az UV tartományban, de minthogy szilárdság, éghetőség, időállás tekintetében nem versenyezhet a szilikát üveggel, ezért az építőiparban nem lehet az üveg versenytársa.

Azonban figyelemre méltó jelenség, hogy a párás üveg, jelentős mértékben elnyeli a napsugarakat, ezért tervezésnél ügyelni kell a alább közölt párasodási diagramban megadott hőmérsékleti paraméterekre. Végül a párasodás diagramban megjelenő következményei figyelmeztetnek az üvegezés tisztántartásának fontosságára is. Jelen írásban közölt adatok páramentes és tiszta üvegfelületre vonatkoznak.

Az üvegezést **szelektív tulajdonságai miatt** használják az üvegházakhoz. A szelektivitása abban nyilvánul meg, hogy bizonyos hullámhosszúságú sugarakat az üveg átenged, másokat nem. Ennek következtében az üvegen áthaladt sugárzás által szállított energia bennmarad és fölhalmozódik az üvegházban. Így jön létre az épületek nyári túlmelegedése is a nem kellő hővédelem következtében. Ezen az elven működnek a napkollektorok is.

A 24.sz.ábrán az International Commission on Illumination Nemzetközi szervezet által közzétett – tehát hitelesnek elfogadott – spektrális diagramban, az ugyancsak nemzetközi üvegipari cég, a Guardian bemutatja egy szokványos float üvegből készített hőszigetelő üveg transzmissziós görbéjét. Ez a mérési eredmény is azt tanúsítja, hogy az üvegezés gyakorlatilag már 2500 nm-nél hosszabb hullámú sugarakat nem bocsát át. Az ábrán a további nagyobb hullámtartományok csupán azért nincsenek ábrázolva, mert ott ugyan van még némi átbocsátás, de az olyan csekély, hogy a gyakorlat számára az energia mennyiség már elhanyagolható.



24.sz. ábra A HŐSZIGETELŐ ÜVEG ÁTBOCSÁTÁSI TULAJDONSÁGÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A NAPSPEKTRUMMAL

Minthogy az épületek üvegezésén keresztül **a hőforgalom 64 %-a sugárzás és 36 %-a a konvekciós-hővezetés révén jön létre**, felvetődik a gondolat, hogy mi

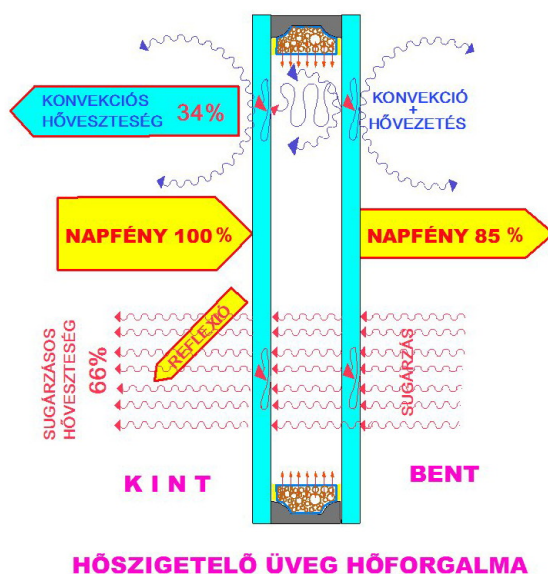
szükség a kettős, sőt háromrétegű hőszigetelő üvegezések használatára, ha a belső térből sugárzás útján a nagyobb hányadot, a kifelé áradó hőt, az üvegezés így is visszatartja?

Ez a felvetés annál is inkább jogos, hiszen a fűtés által a belső térben felmelegített tárgyakból kilépő sugárzás hullámhossza messze a tízezer nanométeres tartományban található, tehát elvileg ezen az úton hőveszteség nem is keletkezhetne, a belső terek aligha hűlhetnének le.

A megoldás kulcsa éppen abban rejlik, hogy bár **az üveg a tízezer nanométernél hosszabb hullámhosszúságú sugarak számára teljesen vak**, de hőszigetelő üvegezésen át keletkező hőveszteség nem csak egyszerűen sugárzás által, hanem összetett fizikai módon jön létre.

A hővándorlás a hőszigetelő üvegen át eltérő fizikai módon bonyolódik le kívülről befelé és belülről kifelé.

A **kívülről befelé irányuló hőáram** lényegében a napsugárzás valamint a környezeti rövid és hosszúhullámú sugárzás hatására jön létre (25.sz. ábra). A sugárzás egy része az üveg felületéről visszaverődik, egy csekély részét az üveg elnyeli. További többszörös visszatükröződések keletkeznek az üvegtáblák minden optikailag tükröző felületéről. Bonyolult, oda-vissza tükröződések jönnek létre a tükröző felületek között. Végül a teljes külső sugárzási energia nem hatol át, hanem szokványos hőszigetelő üvegen a befelé irányuló sugárzásnak mintegy 85-87 %-a jut be a belső térbe. Az üvegek vastagsága nem játszik számottevő szerepet a hőforgalom csökkentésében, annál inkább a tükröző felületek, illetve az üvegtáblák, illetve a lég-vagy gázkamrák száma és szélessége. A légkamrában az energia konvekciós, hővezetési és sugárzás által halad befelé. Az átbocsátást a légkamra megduplázásával, egyharmaddal lehet csökkenteni, de a kamraszám növelésének részben az üvegezés súlya, részben a fogadó szerkezet adott horony- mérete határt szabhat. A hőszigetelő üvegek megadott "U" hőátbocsátási tényezője nem vonatkozik a befelé irányuló hőáramra.



25. sz. ábra A HŐSZIGETELŐ ÜVEGEN ÁT BONYOLÓDÓ HŐNYERESÉG

A befelé irányuló hősugárzás nagyobb része azért képes közvetlenül áthatolni az üvegeken a belső térbe, mert ennek a sugárzási energiának a hullámhossza messze a rövidebb, az üveg által még nem korlátozott hullámhossz tartományban fekszik. Látható a 18.sz. ábrán, hogy a napspektrum energia hozamának csúcsa valahol ötszáz nanométer körül alakul ki, ahol az energia tartalom is a legmagasabb, tehát az üveg átbocsátó képességének jóval a határán innen. A konvekciós-hővezetési energiaszállítás a légkamrában természetesen befelé és kifelé irányulóan is akadálytalanul működik. A kamra levegőjében, vagy gázában fellépő hővezetés olyan csekély, hogy arról rendszerint nem is beszélünk.

A **belülről kifelé irányuló energia** vándorlás jóval összetettebb folyamat. A hőenergia mindig a magasabb hőmérsékleti oldalról az alacsonyabb felé áramlik. Hideg időben a fűtött helyiségből a hőenergia a hidegebb szabad tér felé halad. A belső üvegtáblát a helyiség meleg levegője és a meleg tárgyak hosszúhullámú emissziója fűti.

A **felmelegített belső üvegtábla felületéről konvekciós áramlás indul**, valamint kisebb mértékben hővezetés alakul ki a kamra légrétegén át, kifelé. A légkamrában a belső üvegtábla felmelegíti a levegőt, vagy a gázmolekulákat – amennyiben gáztöltésű a hőszigetelő üveg – és az áramló molekulák a hidegebb külső üvegtáblához szállítják a hőenergiát és azt ott átadják az üvegnek. Innen az üvegen át hővezetéssel jut az energia a tábla külső felületére, ahonnan a konvekció és a külső levegő hővezetése, valamint sugárzás révén jut végleg a szabadba.

A **konvekció lassítására** töltik meg a légkamrát az ún. "lusta", inert gázokkal (argon és kripton), melyek molekulái lassúbb mozgásúak, s ezáltal lehet csökkenteni a konvekciós hőszállítást. Ez a **konvekciós, hővezetős hőszállítás csak az egyik módja és mintegy harmadát teszi ki a hőszigetelő üvegen át keletkező a teljes hőveszteségnek.**

A hőveszteség másik energiahányada a belülről kifelé irányuló sugárzás, amely a keletkező hőveszteség kétharmada.

A hőszigetelő üveg esetén, a belső 18-24 °C hőmérsékletű üvegtábláról induló igen hosszú hullámú hősugarakat a külső üvegtábla nem engedi át, mert **10.000 nm -nél hosszabb hullámú sugárzás számára az üveg átlátszatlan**. Tehát a meleg belső üvegtábláról **kilépő hosszú hullámú sugárzás fotonjai mozgási energiájukat adják át a külső üvegtáblának** és felmelegíti azt. Ez az energia, az üvegen át megint hővezetéssel jut a külső üvegtábla külső felületére, ahonnan a konvekciós hőszállításon felül, **a nagyobb energiahányad sugárzással jut a külső szabad térbe** (lásd 25.sz. ábrát).

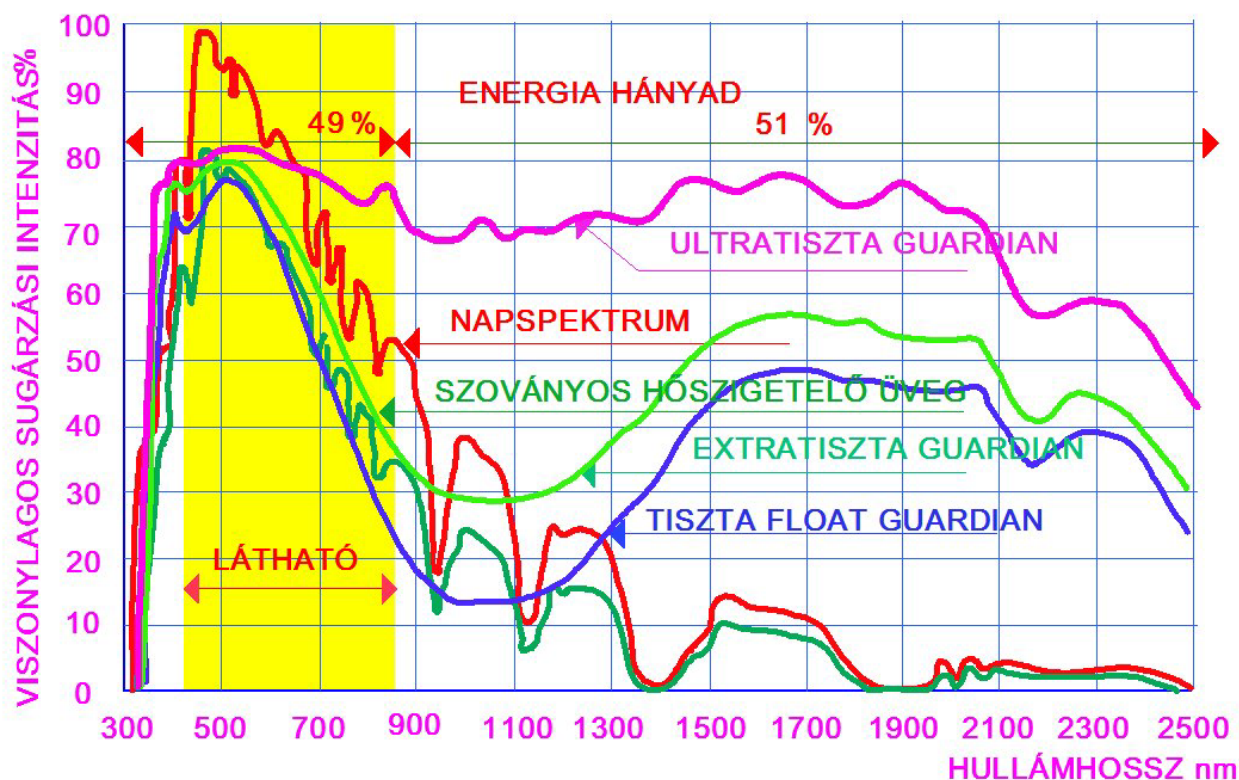
A sugárzással létrejövő hőveszteség 66%-os, míg a konvekciós energia transzport csak 34%-os hányadot képez az egész folyamatban. Ezért is a gyártók elsősorban arra törekszenek, hogy a sugárzási hőforgalom hányadát csökkentsék.

A konvekciós hőszállításnak csökkentésére már történtek biztató kísérletek, amelynél a két üvegréteg közötti kamra levegő tartalmának ritkításával, vagy akár teljes megszüntetésével kívánnak kisebb energia transzportot elérni. Ezek a vákuumos üvegek, amelynek ismertetésével az alábbiakban foglalkozunk.

Az építészeti üvegek sugárzás átbocsátó képessége akár jelentősen is különbözhet egymástól. Ezért az üvegezés kiválasztásánál ajánlatos a felhasználandó üveg transzmissziós görbéjét beszerezni, hogy a kitűzött célnak a legmegfelelőbb üveget alkalmazzassuk.

Az építészeti üveg áteresztő képessége teljes mértékben az olvadékba keveredő ásványok mennyiségétől és tisztaságától függ. Minden üveggyárnak kisebb nagyobb mértékben az adott üveg transzmissziós görbéje különbözik a másik gyárétól. A célnak megfelelő döntést csak akkor lehet hozni, ha ismert a kiválasztandó üveg transzmissziós görbéje. Nem elegendő a fény és energia átbocsátásra vonatkozó számszerű adat, mert abból nem derül ki, hogy a hullámhosszak melyik régiójában a legintenzívebb az átbocsátás az elérendő cél számára.

Az üvegek zöldes árnyalatát a vasoxid okozza. Ezt az üveg élén lehet jól észlelni. Ennél világosabb színű üveget csak vasoxidban szegény alapanyagokból lehet előállítani. A víztiszta színű üveg gyártásához, a vasoxid szegény alapanyag használata mellett, az olvasztásnál még vegyi fehérítő eljárásokat is kell alkalmazni, hogy nagyon fehér üveget kapjanak.



26.sz. ábra ÜVEGTRANSMISSZIÓK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA ELEMZÉS CÉLJÁRA

A 26.sz. ábrán összehasonlítás céljából bemutatjuk a Guardian cég három különösen átlátszó üvegét, amelyek szegények a vasoxid tartalomban. Mint az ábrán látható, a „tisztá float” elnevezésű üveg a látható fény tartományában még nem mutat nagyobb átbocsátó képességet a szokványos üveghez viszonyítva, de többszörös az átbocsátása az infravörös tartományban. Az „extra tisztá” üvegnek

már jelentős az átbocsátóképessége, de akár rendkívülinek is mondható az „**ultra tiszta**” üveg sugárzás átbocsátása szinte minden hullámhossz tartományban. Az infravörös tartományban, ahol az energia hozam már jóval csekélyebb, ott akár hatszor több energiát tud bebocsátani. **Ennek a tulajdonságnak figyelemre méltó a jelentősége a napenergia passzív hasznosítása esetén.**

ALACSONY EMISSZIÓS BEVONAT

Nagy előrelépést hozott a hőszigetelő üveggyártásban, a sugárzás útján bonyolódó energiatranszport csökkentésében a sok évtizedekkel korábban alkalmazott eljárás felébresztése, az alacsony emissziós, vagy másképpen a lágybevonatos (low-e : low emission) eljárás bevezetése.

Mielőtt az alacsony emissziós jelenség tárgyalásába kezdenénk, célszerű a fizikai fogalmat rögzíteni.

Az **emisszió** magyarul kisugárzást jelent. Minden anyag elnyel és kisugároz energiát. Az emissziós faktor, a kisugárzott hányad, az abszolút fekete testhez van viszonyítva, egy skálán, amely 0-1 értékig terjed. A tökéletes fekete testnek kisugárzási tényezője 1 (azaz minden energiát kisugároz) és a tökéletes tükörnek pedig 0, amely minden sugárzást visszatükröz.

Amikor alacsony emisszióról beszélünk, akkor feltételezzük , hogy a szoba kerülő anyagok hőmérséklete -40°C és 60°C tartományban helyezkednek el. Az emisszió és reflexió együttes tényezője mindenkor = 1,0. Például az alumínium fólia emissziós tényezője 0,03, következésképpen a reflexiós tényezője 0.97.

ANYAG FELÜLET	EMISSZIÓS TÉNYEZŐ
ALUMINUM FOLIA	0.03
ASZFALT	0.88
TÉGLA	0.90
DURVA BETON	0.91
BEVONAT NÉLKÜLI ÜVEG,	0.91
MÉSZKŐ	0.92
POLÍROZOTT, VAGY FEHÉR MÁRVÁNY	0.89 to 0.92
SIMA MÁRVÁNY	0.56
PAPÍR, TETŐ VAGY FEHÉR FELÜLET	0.88 to 0.86
DURVA VAKOLAT	0.89
POLÍROZOTT EZÜST	0.02

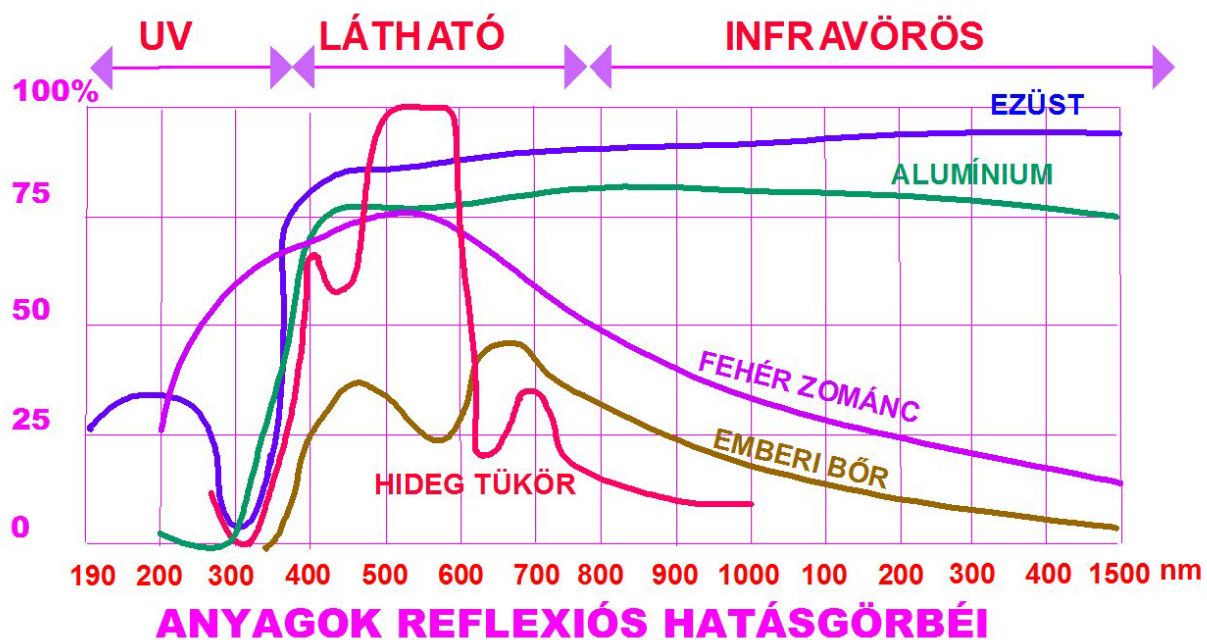
27.sz. ábra ÉPÍTŐANYAGOK EMISSZIÓS TÉNYEZŐI

Tájékoztatásul táblázatban bemutatjuk a fontosabb építőanyagok emissziós tényezőit (27.sz. ábra). További kiegészítésként közöljük - mivel nem mellékes a hullámhossz szerinti teljesítmény - az anyagok reflexiós tulajdonságait, mégpedig hullámhosszak függvényében. Mint az ábráról (28.sz. ábra) leolvasható, a rövidhullámú UV tartományban a legtöbb anyag reflexiós képessége alacsony. Viszont olyan anyag, amely minden hullámtartományban egyenletesen képes

visszatükrözni, az csak az ezüst és az alumínium. Meglepőnek tűnik, hogy a tükör, feltéve, ha hideg, kb. szobahőmérsékleten van, akkor igen jól teljesít, de csak a látható fény tartományában.

Tehát téves a fehérre meszelt házakkal kapcsolatos hiedelem, hogy a fehér szín megvédi az épületeket a túlmelegedéstől.

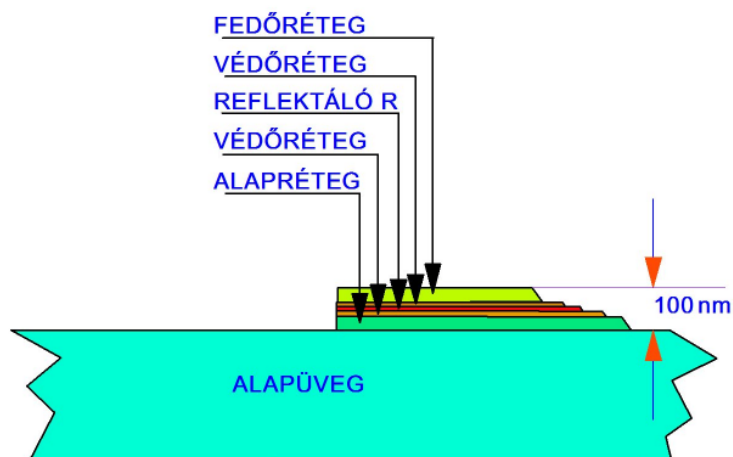
Az alacsony emissziós réteget a PPG (a Pittsburgi Síküveg Társaság) fedezte föl, amely a II. világháború idején eredetileg a radarernyők üvegéről az elektrosztatikus töltés hatékony eltávolítását szolgálta. Sok év telt el, amíg valaki rájött, hogy ez a bevonat hatékonyan elősegítheti az üvegezés hővédő tulajdonságát is. A réteg elektromos vezető képességét hamarosan felhasználták a pilótafülkék üvegezésének jégtelenítésére is, azáltal, hogy elektromos áramot vezettek a mikroszkopikus fémszemcsékkel töltött bevonatba.



28.sz ábra ANYAGOK HULLÁMHOSSZ SZERINTI REFLEXIÓJA

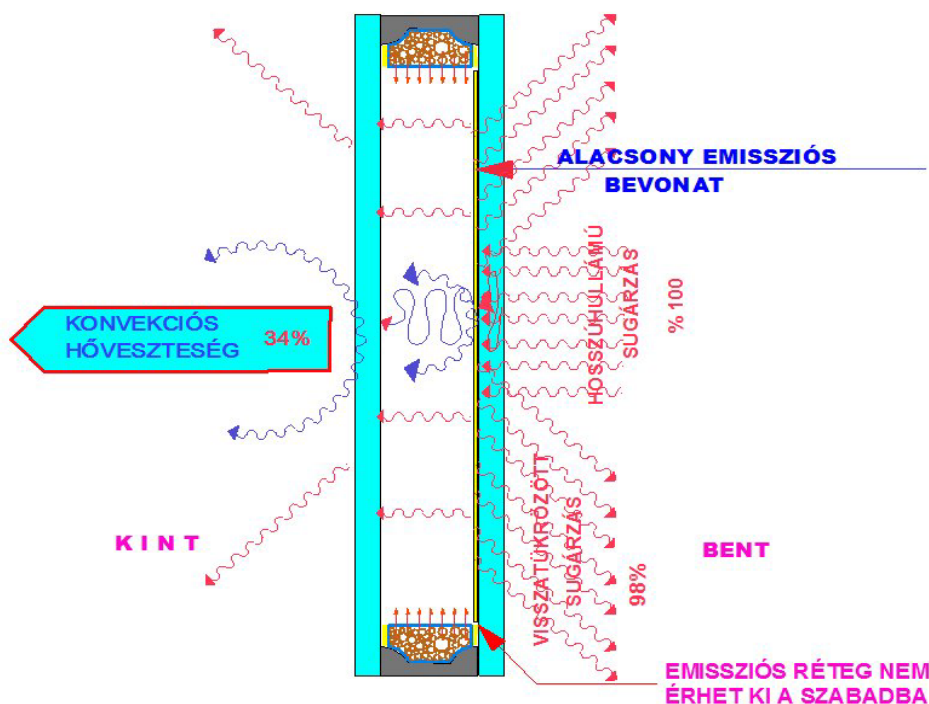
A védő réteget rápermetezték a forró üvegre, amely azonnal oxidálódott és egy vékony, tartós oxid réteggé alakult. Ezt az eljárást pirolízisnek nevezik. Eleinte ez az eljárás túl költséges és a méreteket illetően kötött is volt, különösen az építőipar számára, amíg meg nem jelent a float technológia, ahol a forró üvegre permetezést egyszerűen a technológiához lehetett illeszteni. Ez történt az 1970-es években. Az eljárás azonban még ekkor sem volt problémáktól mentes.

Jelentős változás a vákuumos rápárolgatás technológia bevezetésével következett be, amely eljárásnál a felhordandó aranyat, ezüstöt, vörösrezt egy vákuumkamrában, ionizált gázsugárral bombázták, s az elpárolgott fémrészecskékből álló, mikroszkopikusan ultra vékony, tartós, láthatatlan (infravörös) hősugarakat visszatükröző fémpárát az üvegre kondenzálják. Ezzel a technológiával jól tudják a bevonat vastagságát, s ezáltal a színt is szabályozni (29. sz. ábra).



29.sz. ábra AZ EMISSZIÓS BEVONAT RÉTEGRENDI FELÉPÍTÉSE

A reflektáló réteget több műanyag réteg veszi körbe, mint az alap, védő és fedő rétegek, de mindezeknek az őszvastagsága sem haladja meg a száz nanométert. Lényeges technológiai követelmény, hogy a reflektáló réteg ne érjen ki a távtartó lécz alatt a szabadba (30. sz. ábra), hogy a beágyazott fémrészecskék ne oxidálódhassanak. Ezért az alacsony emissziós bevonatú üvegtábláról a távtartó lécz alatti felületről az alacsony emissziós réteget, az üvegek összeragasztása előtt eltávolítják

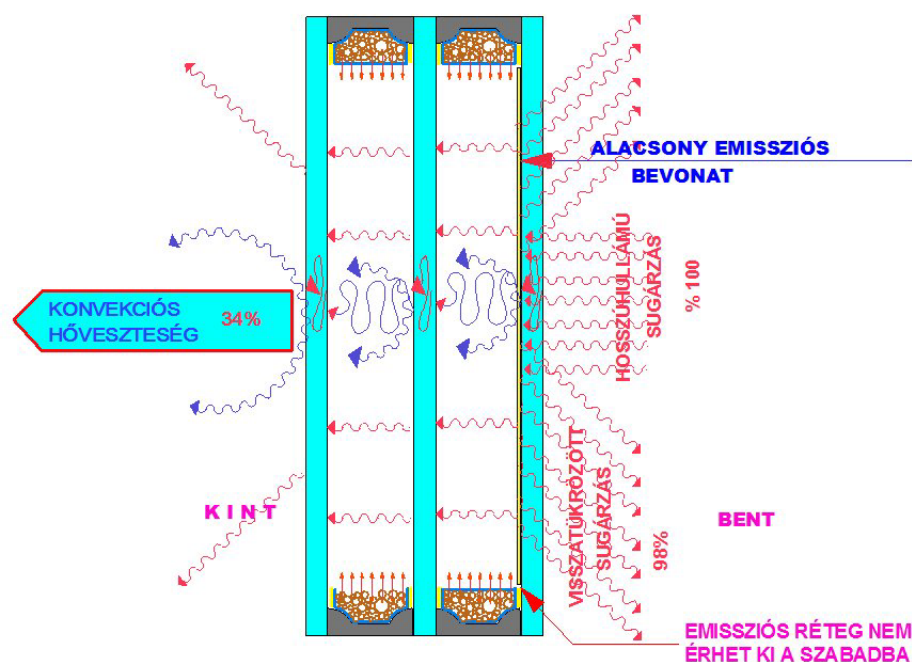


ALACSONY EMISSZIÓS ÜVEG MŰKÖDÉSE

30. sz. ábra KÉTKAMRÁS ALACSONY EMISSZIÓS ÜVEG MŰKÖDÉSE AZ ALACSONY EMISSZIÓS HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK

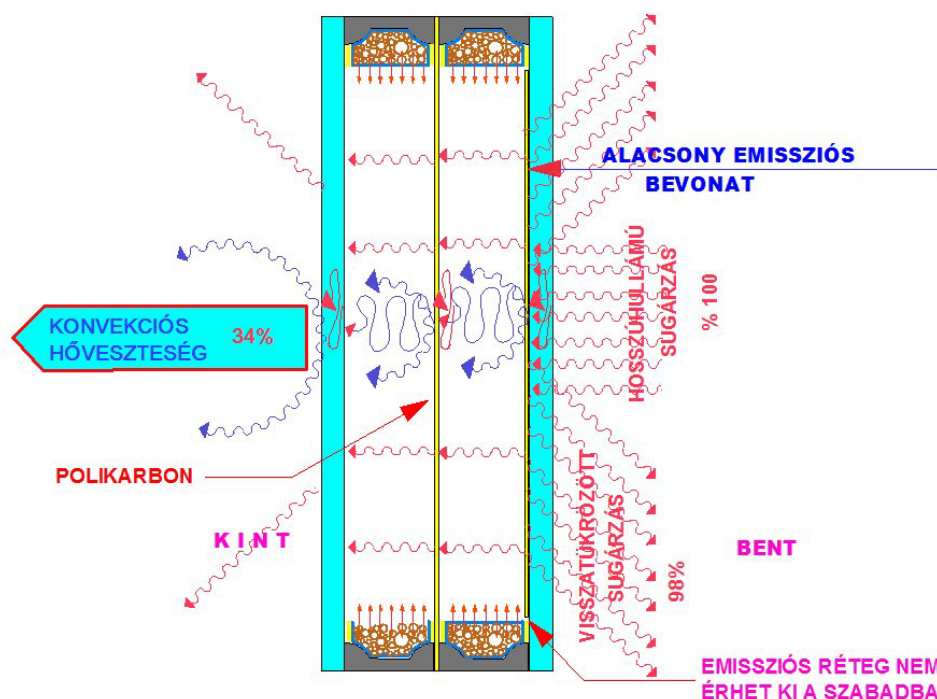
A hőszigetelő üvegyártásban forradalmi előrelépés történt, amikor a régen már ismert alacsony emissziós technológiát elkezdték újra felhasználni, hogy nagyobb hőszigetelő képességű üvegeket állítsanak elő. Ez a láthatatlan, a fény számára átlátszó, néhány nanométer vastag fémoxidos bevonat csodát művelt a sugárzás révén végbemenő energia transzport megakadályozásában.

A szelektíven reflektáló bevonatot, a hőtükröt a belső üvegtábla kifelé néző felületén kell elhelyezni, amely a belülről kifelé irányuló, az alacsony hőmérséklet következtében nagyon hosszú hullámhosszúságú infravörös hősugarak **kilencvennyolc százalékát! képes visszaverni**. Azért szelektív a bevonat, mert magas reflexiós képessége a hosszúhullámokra fejt ki reflexiós képességét. Valójában a belső üvegtábla belső felületén lenne a helye. Azonban minthogy oxidációra hajlamos, s mechanikai behatásokra igen érzékeny, a legideálisabb helye, mindkét előző szempontból, a két üvegtábla között, a belső üvegtábla kifelé tekintő oldalán van. A bevonatban elhelyezkedő ezüst részecskék következtében, a teljes hőforgalomnak, a **sugárzásos hőátadás révén lebonyolódó 66%-nak 98 %-át képes visszatükrözni**. Ennek köszönhetően jelent meg a piacon az $U=3 \text{ W/m}^2\text{K}^\circ$ helyett az $U= 1,1\text{W/m}^2\text{K}^\circ$ hőátadási tényezőjű üvegek. A bevonat a kívülről érkező napsugarakat gyakorlatilag csökkentés nélkül bebocsátja, mert azok a látható és az ahhoz közeli tartományban, viszonylag még elég rövid hullámhosszon érkeznek. Az ezüstnek itt érvényesül az a sajátos tulajdonsága, hogy szinte minden hullámhosszon képes a sugarak 90%-át visszatükrözni (31.sz. ábra). A hőátadási tényezőt rendszerint argon gáz töltéssel csökkentik, hogy a konvekciós hőátadást **fékezzék**. A sugárzás révén átjutó energia kívül sugárzással, konvekcióval jut a szabadba.



KÉTLÉGKAMRÁS ALACSONY EMISSZIÓS ÜVEG MŰKÖDÉSE

31. sz. ábra AZ ALACSONY EMISSZIÓS BEVONAT A BELSŐ TÉRBŐL KIFELEÉ IRÁNYULÓ INFRAVÖRÖS SUGÁRZÁS NAGYOBB HÁNYADÁT VISSZATÜKRÖZI



KÉTLÉGMAMRÁS ALACSONY EMISSZIÓS ÜVEG MŰKÖDÉSE

32. sz. ábra A KÖZBENSŐ ÜVEGEZÉST POLIKARBONNAL HELYETTESÍTİK

Ha nagyobb hőellenállási érték szükséges, akkor az alacsony emissziós bevonat mellett kettős légkamrát használnak, miáltal a hőátadási érték $U=0,06 \text{ W/m}^2\text{K}^\circ$ lesz.

Nagyméretű nyitható ablakoknál, szerkezeti okokból az üvegezés súlyának csökkentése elengedhetetlen lehet. Erre szolgál az olyan szerkezeti felépítése a hőszigetelő üvegnek, amikor a közbenső üvegtábla helyett polikarbonatot feszítenek ki, s ezáltal duplázzák meg a légkamrák számát 32. sz. ábra.

Készítettek alacsony emissziós bevonatot **magas, közepes és alacsony** napenergia átadásra is. Ezek az üvegek már jól megközelítik az ideális szelektivitás fogalmát (33.sz. ábra).



33.sz. ábra ALACSONY EMISSZIÓS HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK MAGAS, KÖZEPES ÉS ALACSONY ENERGIA BEBOCSÁTÁS KÉPESSÉGGEL

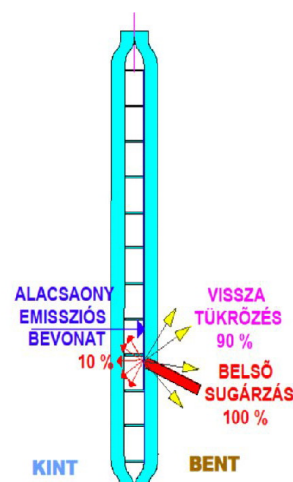
A **fűtést és hűtést igénylő**, a temperált klíma számára a magas, közepes és alacsony naphőt átbocsátó, alacsony emissziós bevonat használata előnyös az energia csökkentés céljára. A **magas naphő elnyelő képességű alacsony emissziós üveg** jobban teljesít télen, ezért ez az üveg nagyon alkalmas a passzív napenergiát hasznosító épületeknél. És ellenkezőleg az **alacsony elnyelésű alacsony emissziós üveg pedig** nyáron teljesít jobban, minthogy a napenergiának csupán 27%-át, míg a látható fénynek 64 %-át bocsátja be. A **hűtést igénylő klímán ezért az alacsony energia elnyelésű üvegezés** használata az előnyös.

Az üvegyipar klimatikus viszonyoknak és a tervezési célnak megfelelő teljesítményű, hőenergia és fény bebocsátású alacsony emissziós bevonatú üvegeket kínál, mint ez látható a csatolt ábrán. Mind ennek ellenére, az üvegezés mögött elhelyezkedő helyiség szükséges nyári elmelegedés elleni védelmét, a hőkényelmet, még ezek az üvegek sem képesek kielégítően biztosítani, hiszen a magas, 64%-os fénybepocsátás energia tartalma veszélyforrása lehet a túlmelegedésnek.

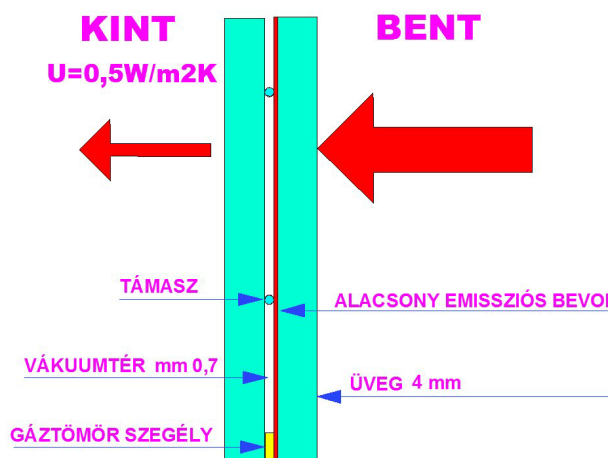
VÁKUUM ÜVEGEK

A hőszigetelő üveg hőforgalmának csökkentésére a konvekciós hőszállítás tekintetében is folynak kutatások, mégpedig a vákuumos üveg előállítása tekintetében, amely esetben a két üvegréteg között nem is lenne semmilyen gáznemű anyag, amelyek konvekciós áramlásuk révén hőenergiát továbbíthatnának. Elméletileg bízhatóan tűnhet a megoldás, azonban fizikailag jelentős nehézséggel kell megküzdeni a kutatóknak, mert a légnyomás a légkamrát, azaz ebben az esetben a vákuumkamrát közrefogó két üvegtáblát egymásra szorítja.

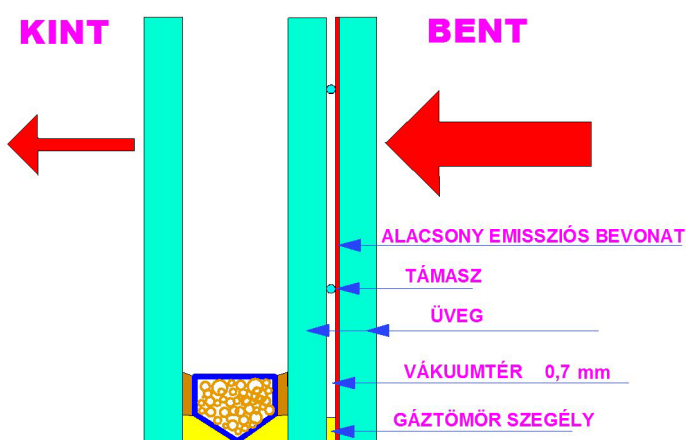
Ausztráliában tettek vákuumüveg előállítására kísérletet (lásd 34.sz. ábrát), s hogy az üvegek ellenállhassanak a légnyomásnak, a két tábla közé apró kitámasztó üveg oszlopokat helyeztek el. Sajnos optikailag ez a megoldás nem tűnik bízhatóan. Túlzottan zavarta a kitekintést.



34. sz. ábra
VÁKUUMÜVEG



35. sz. ábra „EGYRÉTEGŰ”
VÁKUUM ÜVEG

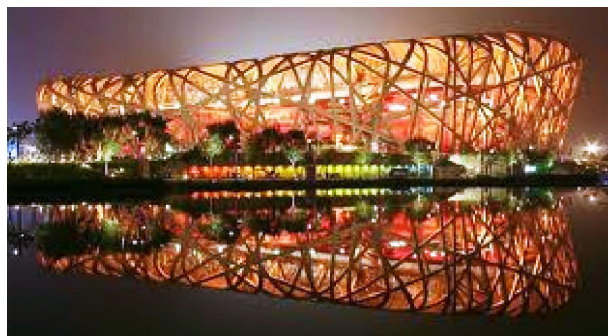


36 sz. ábra EGY KÉTKAMRÁS
VÁKUUMÜVEG

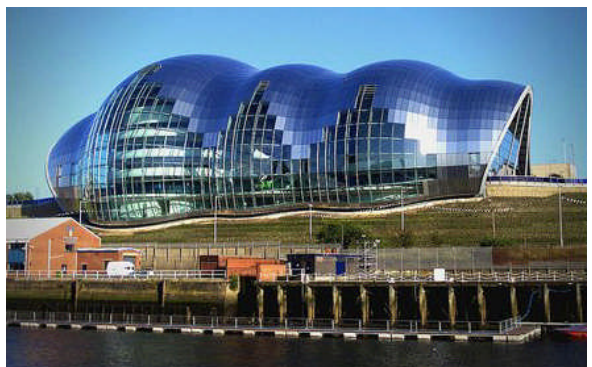
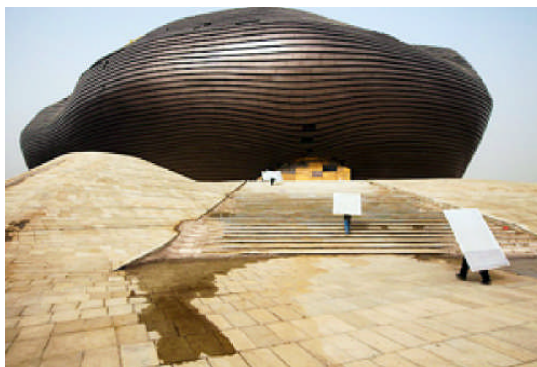
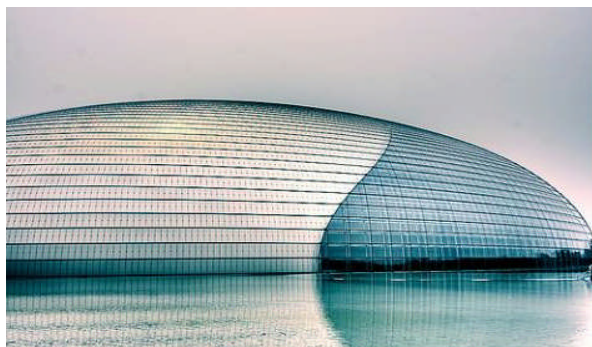
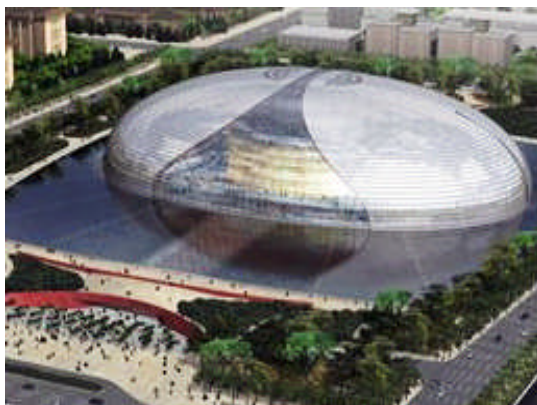
Nagy nemzetközi hírű üvegyárak tovább kísérleteztek ebben az irányban, s keletkeztek már biztató eredmények. A logikusabb megoldás irányában haladtak, amikor a két üvegtábla között a lehető legcsekélyebb távolságot alkalmazták, hogy a támaszok a legkisebbek lehessenek. Az „egyrétegű” vákuumos hőszigetelő üveggel (vacuum insulating glass:VIG), amely természetesen két tábla közötti vákumkamrából áll, már $U = 0,5$ értéket sikerül elérniük (35.sz. ábra). Optikailag a támaszok nem is mindenki által észlelhetőek, vagy csak bizonyos szögből vehetők észre. Ilyen üvegek már fölbukkantak a piacon. További kísérletek már gyártási, avagy gyártás előtti állapotba kerültek. További fejlesztés a hagyományos egy, vagy kétkamrás hőszigetelő üveg szerkezet gondolatát használhatja föl, két vagy több vákuumos mikrohézaggal és alacsony emissziós bevonattal (36 .sz.ábra.).

Úgy tűnik, hogy az üvegyipar sikeresen halad hőszigetelési minőség tekintetében a nagyon hatékony üvegszerkezetű térelzárás irányába. Elérhetőnek tűnik az az állapot, amikor már alig keletkezik az épületből kifelé irányuló hőveszteség az üvegezésen át. A vakuumüvegezés sikeres megoldása esetén, amely a konvekciós hőveszteséget a minimumra szorítja, valamint az alacsony emissziós bevonatokkal együtt, akár olyan rétegfelépítést is képes lesz esetleg előállítani, amikor az épületen belül gerjesztett hő, nem csak hogy a fűtésre lesz elegendő, de hűtési idényben még a hűtés követelményét is teljesítheti.

Ígéretes a kialakulóban lévő új építészeti irányzat, a buborék építészet (37-38. sz.ábrák), amely az épület tömegnek a lehető legkisebb köpeny felületű térzárást nyújtja, s ezáltal, a fűtési hőveszteség eleve a lehető minimumra csökken. Viszont a nagy üvegfelület, mint napkollektor működhet, valójában energiát termel, s ez a zöld energia minden egyéb, az épület működését elősegítő célra hasznosítható lesz. Ebből következtethetünk, hogy az építészeti üvekezésnek előreláthatólag kiemelkedő lesz a szerepe a jövő építészetében.



37. sz. ábra BUBORÉK ÉPÜLETEK



38. sz. ábra BUBORÉK ÉPÜLETEK

REFLEXIÓS – HŐSZŰRŐ - NAPHŐVÉDŐ ÜVEGEK.

Meg kell különböztetni a **hősszűrő** és a **hőszigetelő** üvegeket, mert feladatuk és tulajdonságaik is eltérőek. A **hőszűrő, vagy reflexiós üvegek** tulajdonképpen a **naphő ellen védő üvegezések**. A belső terek naphő okozta túlmelegedése ellen hivatottak védelmet nyújtani. Ezeknél az üvegeknél a külső térből a belső térbe irányuló sugárzás ellen várjuk el a kellő védelmet.

NAPVÉDŐ ÜVEG

A napvédő üvegek feladata a zárt építészeti terekben a kedvezőtlen hőérzet kialakulásának a megakadályozása a túlmelegedő időszakban. Ilyen klimatikus körülmények nálunk nyáron alakulnak ki esetleg késő tavaszi, vagy kora őszi időszakokban is. A jelenség, az épületek helyiségeinek túlmelegedése az építészet által igényelt, egyre nagyobb üvegfelületek megjelenésével tűnt fel. A probléma

fokozódott, amikor a hagyományos, nagy tömegű, nagy hőtároló képességű építési technológiát a könnyűszerkezetes építési mód váltotta föl. Az üvegen át belépő energiát - a csekély hőkapacitás következtében - elnyelni nem képes épületek, továbbá a nagyméretűre növekedett üvegezések együttesen elviselhetetlen belső hőérzetet teremtettek nyári időszakokban.

Erre válaszul az üvegyipar, saját eszközeivel megpróbált megoldást találni az építőipar számára és **létrehozta a reflexiót, a naphőt visszatükröző üvegeket**. Az építészet pedig eufórikusan elfogadta a csillogó megjelenésű, barna, bronz, kék, zöld stb., színű üvegeket, mert semmilyen fizikai, biológiai ismeretekkel nem rendelkezett ahhoz, hogy akár csak gyanú merülne föl ezekkel szemben, hogy használatuk betegségek, hibák, forrása lehet.

A védő hatást az üvegyipar az üvegezésen áthatolni akaró napsugár valamilyen módon való csökkentésével, optikai eszközökkel kívánta elérni. A cél megvalósítására, üvegezés esetében két lehetőség kínálkozik, a **fény szűrése**, vagy **visszatükrözése**. Ennek megfelelően az ipar úgynevezett **abszorpció** (szűrő), vagy **reflexió** (tükröző) üvegeket hozott forgalomba.

Mielőtt a különféle üvegtípusok részletesebb ismertetésére térnénk, célszerű megvizsgálni a kitűzött célt, a követelményt. A belső terek nyári túlmelegedés elleni védelmét akkor lehetne optikai eszközökkel megvalósítani, ha rendelkezésünkre állna olyan üvegezés, amely **ideális szelektivitással rendelkezne**. Ez azt a követelményt támasztaná, hogy az **üvegezés csak annyi fényt bocsásson a helyiségekbe, ami a látás folyamatához szükséges**, s mindazon sugarakat, melyek a látás folyamatát nem segítik, vagyis a láthatatlan tartomány energia hozamát, elsősorban **az infravörös sugárzást tartsa az üvegezésen kívül**. Az ultraviola sugárzás elhanyagolható, mert mint láttuk, egy része nem látható és energia tartalma is csekély (7%), de a szokványos síküvegek az UV sugárzás legnagyobb hányadát egyébként sem bocsátják át.

A látás folyamatához azonban nem szükséges az egész látható tartomány energiájának bebocsátása sem, amely a teljes napspektrum energia tartalmának mintegy a fele. A hővédelem érdekében elegendő lenne a napfényes időszakban a látható tartománynak csupán a fele, amely energia hányadot tekintve, kerekítéssel az egész spektrum energia hozamának csupán a 25 %-a .

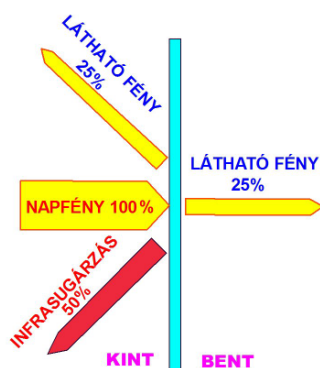
Ha a szelektivitás ideális követelménye megvalósulhatna, akkor a napsugárzás teljes energia hozamának 75 %-a kívül rekeszthető lenne a külső térben az üvegezés által, s a naphő elleni védelem üvegezéssel megoldható lenne a látáshoz szükséges folyamatok kellő megvilágítása mellett.

A **szelektivitás számszerűen is kifejezhető**, ahol "**Sz**" a **szelektivitás mérőszáma** (egynél mindig kisebb érték), "**T**" az üveg fényáteresztő képessége, "**E**" az üveg által átbocsátott összes energia mennyisége :

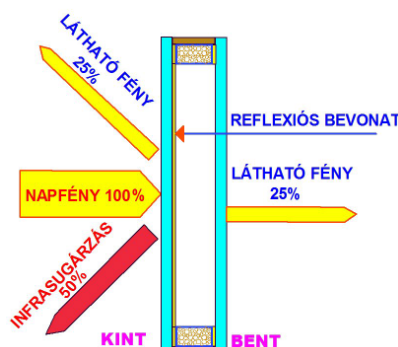
$$SZ = \frac{T}{E}$$

Az elképzelt ideális szelektivitással működő üveg tulajdonságait rajzban a 39.sz. **ábra** szemlélteti. Azonban **napjainkig még nem sikerült az iparnak ideálisan működő szelektív üveget előállítania.**

A napsugárzás ellen védő üvegyártmányok valójában lehetnének csupán egyrétegűek, hiszen a sugarak behatolása ellen alkalmazott, **az üvegek áteresztő képességét optikailag módosító bevonatok**, a napsugárzás szűrését, egy rétegű szerkezettel is meg lehetne oldani. A kettős rétegre, tehát a hőszigetelésre nem is lenne szükség, mert amikor a napsugárzás túlmelegedést ébreszthet a belső terekben, abban az időszakban viszonylag magas a külső hőmérséklet is, s nincsen nagy hőmérséklet különbség a külső és belső tér között. Tehát a kívülről befelé áramló hő ellen nem lenne szükség védelemre, hacsak nem klímázta a belső tér. Mindennek ellenére, kevés kivétellel a napvédő üvegeket rendszerint kettős



39. sz. ábra A SZELEKTÍV ÜVEG IDEÁLIS MŰKÖDÉSE



40. sz. ábra A REFLEXIÓS HŐSZIGETELŐ ÜVEG IDEÁLIS MŰKÖDÉSE

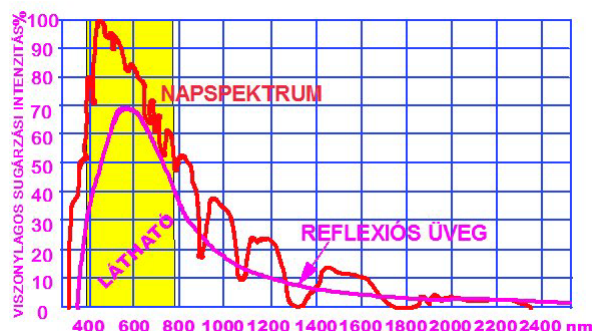
üvegréteggel, hőszigetelő üvegekként hozzák forgalomba (40. sz. ábra), mert az üvegezés nem cserélhető naphővédőről hőszigetelőre a klimatikus viszonyok változása szerint. Ennek magyarázata az, hogy a hőszigetelő és naphő ellen védő tulajdonságokat egy szerkezetben egyesítik. Ebből azután sok probléma keletkezik.

Mint minden öszvér megoldásnak, amelynek több feladatot kell ellátnia, tulajdonsága, hogy egyiket sem lesz képes a legmagasabb szinten teljesíteni, így a hőszigetelő üveggel kombinált napvédő üvegezésnek számos hátrányos következménye van, mint ezt alábbiakban részletesen tárgyaljuk.

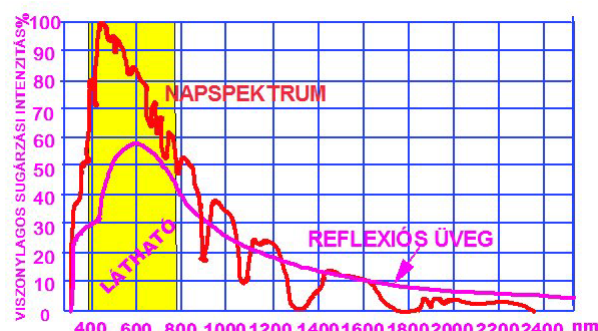
A külső térből a **belsőbe irányuló hőáram által közvetített energia nagyobb hányada sugárzás útján bonyolódik le**, mégpedig időben késleltetés nélkül. **Nem a meleg levegő okozza az épületek túlmelegedését**, ezért a védelem fizikai eszközei ehhez a sugárzásos hőközlésre, a sugárzási energia csökkentésére irányulnak. A napsugárzást azáltal lehet csökkenteni, hogy az **üveg sugárzást szűrő hatását fokozzák**, vagy ha a **sugárzást visszatükrözik a külső térbe**. Ennek megfelelően az üvegipar a szűrés és tükrözés feladatát ellátó üvegyártmányokat fejlesztett ki, a **reflexiós** és az **abszorpciós** üveget .

Reflexiós üvegek, mint az elnevezés is mutatja, visszatükrözés révén a napsugarak egy részét nem bocsátják át, hanem visszatükrözik. A gyártók az alkalmazott tükröző bevonat összetételével tudják szabályozni, melyik hullámtartományban legyen hatékony a tükröződés, de ez a tulajdonság nem szabályozható korlátlanul és hullámhosszaktól függetlenül. A reflexiós üvegek azáltal látják el a naphő elleni

védelmet, hogy a látható tartományban csökkentett, míg a látást nem segítő infravörös hullámhosszakon jelentősen kevesebb energiát bocsátanak át. Az átbocsátás hullámhossz szerinti arányok csak bizonyos korlátok között szabályozhatók. Példaként egy korábbi időben használt reflexiós üvegyártmány, az AURESIN transzmissziós ábráit szemléltetik a 41,42.sz.ábrák.

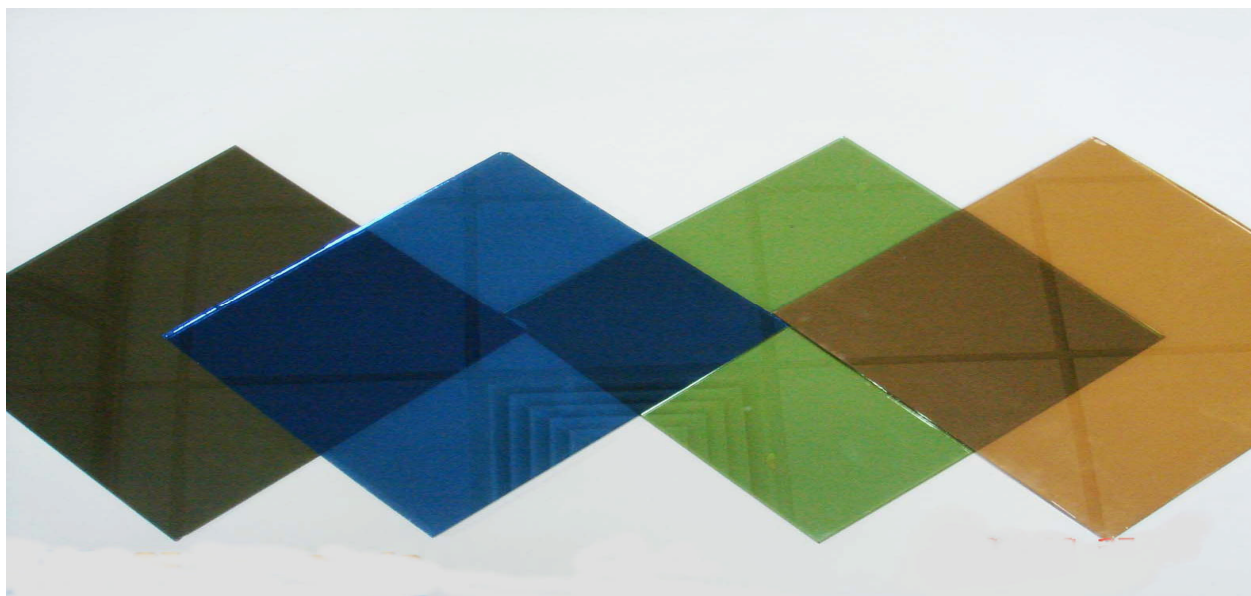


41. sz. ábra AURESIN 1 REFLEXIÓS ÜVEG ÁTBOCSÁTÁSA



42. sz. ábra AURESIN 2 REFLEXIÓS ÜVEG ÁTBOCSÁTÁSA

Az ábrákról leolvasható, hogy az ideális szelektivitás, ezeknél az üvegeknél messze nem teljesül. Az 1 típusú üvegnél a látható tartomány energia hozamát alig csökkenti, az infravörös tartományban pedig alig hatékony a napspektrumhoz viszonyítva. A 2 típusú üveg reflexiós teljesítménye valamivel jobb, de nem elegendő ahhoz, hogy egy adott helyiséget megvédjen a túlmelegedéstől. Minden üvegyár számtalan variációban és színben kínálja gyártmányait, ezért a terjedelem okán itt nincsen lehetőség akár csak további transzmissziós diagramok bemutatására. De alapszabály, hogy **bármilyen üvegezés kiválasztásánál, a döntéshozónak kötelessége az adott üveg paramétereit és főképpen a transzmissziós görbéit beszerezni, megismerni, értékelni, hogy hibás döntést ne hozhasson.** A reflexiós üvegezés széles körben elterjedt a világ építészetben, csupán divatból és hibásan, mert felhasználóknak semmi ismerete nem volt a következményekről.



43.sz. ábra A REFLEXIÓSÜVEG SZÍNE A TÜKRÖZÉSRE HASZNÁLT FÉMOXID FAJTÁJÁTÓL FÜGG

A tükröző üvegek hatékonyságát csak azáltal lehet növelni - feltéve a jó szelektivitási tulajdonságokat, vagyis, ha az infravörös tartományban igen csekély az áteresztő képességük - hogy a látható tartomány átbocsátó képességét is tovább csökkentik. Ezzel azonban olyan állapot teremthető, hogy - a változó külső időjárási viszonyok miatt - akár **nappal is mesterséges világítást kell használni nyári napokon is** ! Az üvegek szelektivitását számszerűen megadják a gyártók pl. a 41.sz.ábrán bemutatott "Auresin 1" elnevezésű üveg spektrális átbocsátásának számszerűsített adata 66/44 és a 42. sz.ábrához tartozó „AURESIN 2,, szelektivitási szám 55/42. Ezek a számok a fény és az összenergia átbocsátás viszonyszámait, tehát a szelektivitást fejezik ki. A számlálóban a látást segítő hullámhosszakon, tehát a látható tartományhoz tartozó fény, a nevezőben az összes hullámtartományban bebocsátott összes energia tartalom jut kifejezésre. A gyártók által közölt szelektivitási számon felül, célszerű a spektrális átbocsátás görbét is ellenőrizni, mert a hullámhossz szerinti megoszlás ismerete nélkül helytelen döntés születhet..

A tükröző hatást fémek – mint ezüst, réz, bronz, nikkel stb. oxidjaiból készített, félig fényáteresztő réteg felhordásával érik el. A felhasznált fémtől függően az üveg színe és reflexiós tulajdonságai is széles skálán megválasztható (43.sz. ábra) A tükröző bevonatot előállíthatják vegyi úton pl. mártásos felhordással, beégetéssel (pirolízissel), de újabban többnyire csak vákuumos rágőzölögtetést alkalmaznak. Maga a fényt visszatükröző optikai réteg csak 0,01 μ vastagságú, de az egész bevonatrendszer, amely egy tapadó, tükröző, majd záró-védő rétegből áll, összesen az is csak 0.1 μ "vastag".

Minthogy a rétegrendszer nagyon vékony, ezért sérülékeny is. Ezért a **tükröző-napvédő üvegek önmagukban nem használhatóak**, hanem csak hőszigetelő üveggént, két üvegtáblát összeépítve. Ilyenkor a tükröző bevonat a légkamra felé fordítva befelé nézve a **külső üvegtábla belső felületére kerül** (40.sz. ábra), hogy a napsugár a legrövidebb utat tegye meg az üvegben s ezáltal elkerülhető legyen az üveg felmelegedése. Ideálisan a tükröző rétegnek a külső üvegtábla külső felületén lenne a helye, hogy a tükröződés minél tökéletesebb legyen. Cél az lenne, hogy a fénysugár egyáltalán ne hatoljon be az üvegbe se. Annak ne okozhasson még némi felmelegedést sem, valamint az üvegtábla külső (szabadtéri) tükröződő felülete, ne okozhasson másodlagos visszatükrözést a kifelé haladó fénysugárnak, amely a belső reflexiós rétegről indult el. De az elmondottak miatt, védelem szempontjából a **tükröző felületnek belülről kell kerülnie**.

Árnyékolás technika szempontjából, a reflexiós üvegezésnek nagy hátránya, hogy a tükröző rétegre a **mi klímánkon csak pár hónapon át lenne szükség, de akkor sem a nap egész időszakában**, hanem rendszerint csak néhány órán át, amikor az adott homlokzatot a napfény alacsony beesési szög alatt éri (napfény beesési szöge: az adott sík normális és a fénysugár által közrezárt szög), mert **60° beesési szög fölött rohamosan csökken a transzmissziós érték** .

A téli napfényt a reflexiós üveg jórészt kizárja, de ezen felül **további nagy hátránya a reflexiós üvegezések, hogy önmagában, egy vagy két kisegítő megoldás nélkül képtelen teljesíteni a naphő, a túlmelegedés elleni védelmet**. Hazánkban számtalan épületet reflexiós üvegezéssel kívánták megvédeni tervezőik, sikertelenül. Utóbb az épületet rendszerint klímáztálták. Hogy hőkényelmet lehessen elérni a

benapozott reflexiós üvegezés mögött, legalább tízszeres légcserére, klímátizálásra, vagy **árnyékolásra is szükség van, lásd 44-46. sz. ábrákat.**

A hőszűrő üvegezés elégtelen teljesítményét igazolja szerző által Brüsszelben egy hétfői napon, és egyéb helyeken készített felvételek, amelyekből itt pár képet mutatunk be. A motorikusan működtetett árnyékolók szakszerűen üvegezés előtt vannak elhelyezve egy keskeny karbantartó galériával 44.sz. ábra. A toronyházban (45,46.sz. ábra) az árnyékolókat szakszerűtlenül az üvegezés mögé szerelték föl. Ez azért hibás megoldás, mert a napfénynek az az energia hányada, amely rövid hullámhosszon képes áthatolni a reflexiós üvegen, többé onnan nem távolítható el. Fűti a belső teret. Ellensúlyozásához hűtésre van szükség!

Az ábrákból az a tanulság vonható le, hogy nem bízható a hővédelem a helyiséget használókra. Az árnyékolók nem gépi működtetésűek, hanem kézi kezelésűek voltak. A hétfégre készülő dolgozók gondolatai már a szünnapon és nem az árnyékolók kezelésén járt. Nem is hozták működésbe azokat, csak helyenként.



44.sz. ábra HELYESEN ÜVEG ELŐTT ELHELYEZETT ÁRNYÉKOLÓK



45.sz. ábra HIBÁSAN AZ ÜVEGEZÉS MÖGÉ HELYEZETT ÁRNYÉKOLÓK

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft



46.sz. ábra REFLEXIÓSÜVEGEZÉS - MÖGÖTTE ÁRNYÉKOLÓVAL

A naphő elleni védelem reflexiós üveggel azért is hibás elgondolás, mert a napfény bejutását akkor is akadályozza, amikor a fény és hősugarakra biológiailag és energiatakarékossági okokból szükség lenne. Megakadályozza a napenergai passzív hasznosítását.

Megjegyzendő, hogy ökológia és energiatakarékosság ellenes az összes olyan árnyékolási megoldás, amely nem távolítható el, amikor már sürgősen, az az a homlokzatot nem éri erőteljes, alacsony beesés szögű direkt napfény. Márpedig az épületek egyes homlokzatain, ez az állapot, az év két-három meleg hónapja alatt is csak néhány órán át fordul elő, amikor a fény alacsony beesési szöggel éri a homlokzatot és túlmelegedést okozhatna. A 60°-foknál meredekebb beesési szög mellett már a reflexió sokkal nagyobb, mint a transzmisszió, s ettől a helyzettől, a beesési szög növekedésével a reflexiós hányad is rohamosan növekszik.

A tükröző bevonatos üvegek, amelyek több elnevezés alatt kerültek forgalomba, színtorzulást okoznak. Az ilyen üvegen kitekintve a színeket másképp látjuk. Például az ég kékje szürke, barna stb. színű is lehet. Az ég kékje megváltozik, kicsit a fedett, borult ég benyomását kelthetik. Az ilyen hatások hosszas tartózkodás esetén **biológiai és pszichés zavarokat, depressziót kelthetnek, különösen a nőkben.**

A megváltozott spektrális összetétel **az ember hormontermelését is hátrányosan megzavarja.** A tudomány álláspontja szerint, az ember hormontermelése olyan mértékben válik megzavarttá, amilyen mértékben a fény spektrális összetevői különböznek a természetes fény spektrumától. Könnyen belátható az állítás igazsága, hiszen az ember sokszázezer éves evolúciós fejlődése, minden nap a természetes fény hatása alatt ment végbe. **Nem lehet biológiai következmények nélkül a természetes megvilágítás spektrumát huzamos időre megváltoztatni.**

A fény hormontermelést szabályozó biológiai szerepéről a Fény Biológia Hatásai, című fejezetben részletesen szoltunk. Felvetődik a kérdés, hogy ha a célnak az ilyen üvegezés valójában nem felel meg, akkor **miért alkalmazzák** olyan széles körben? Magyarázat abban kereshető, hogy a reflexiós üvegek, bronz, arany kékes

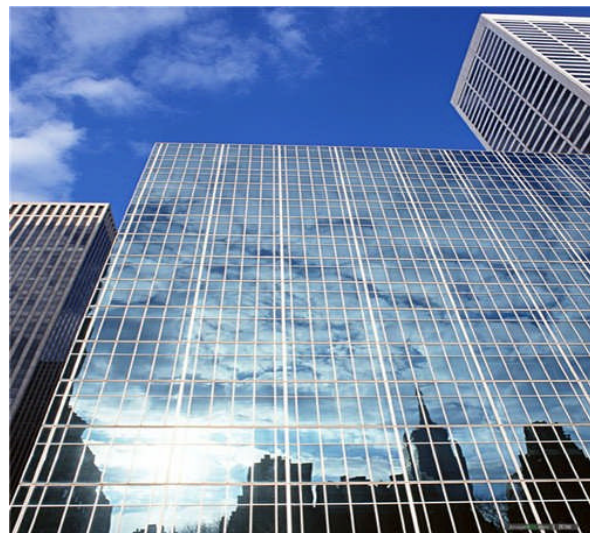
stb. színű **csillogó megjelenése vonzó és a döntéshozók ismeret deficitje következtében nincsen birtokában az ilyen üvegezés biológiai, pszichológiai, energia takarékosági stb. hátrányaival.**

A reflexiós, tükröző, optikailag módosított üvegek igen sok hátránya ellenére, ezek használata a világban széles körben elterjedt (47A,B,C sz. ábrák). Mind ez annak köszönhető, hogy a tervezők nem vizsgálták meg sem épület fizikai, sem biológiai szempontból használatuk következményeit, eufórikus elragadtatásukban csillogó színes látvány vezérelte döntésüket. Újabban már lecsengőben van alkalmazásuk, de az üveggyárak kínálatában ma is bőséges választék található, s számos helyen megjelenik az új létesítményeken is. Azonban sajnálatosan a világ civilizáltabb felén az épületek százazeiben használt reflexiós üvegezés következményei még hosszú évtizedeken át károsan fognak hatni az épületeket használókra.



47A. sz. ábr REFLEXIÓSÜVEG VILÁGSZEMLE

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft



47.B sz. ábra REFLEXIÓSÜVEG VILÁGSZEMLE

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft



47C. sz. ábra RFLLEXIÓSÜVEG VILÁGSZEMLE

REFLEXIÓSÜVEGEK HASZNÁLATÁNAK HÁTRÁNYAI

1. A NAPPÉNYT SZŰRŐ ÜVEGEK NEGATÍV PSZICHÉS ÉS BIOLÓGIAI HATÁST KELTENEK

A látható tartományban bekövetkező fényvesztés, a belépő fény hullámhosszainak módosulása, a spektrum torzulása, kedvezőtlenül befolyásolja a természetes fény



48.sz. ábra AZ REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS MEGZAVARJA A HORMONTERMELEST hatására termelődő hormonokat (adrenalin, kortizon), s ezért a huzamos tartózkodásra szolgáló helyiségeket használók, elsősorban a nők, biológiai egyensúlya megbomolhat. A naphőt szűrő üvegeken keresztül a kék égbolt is szürkének-barnásnak látszik, s ez a látvány pszichésen negatív, depressziós hatást kelthet. Ezért a huzamos emberi tartózkodásra szolgáló helyiségekben **az optikailag módosított üvegek használata biológiailag kockázatos és ártalmas.**

2. A NAPHŐ ELLEN VÉDŐ ÜVEG FÉNYIGÉNYES IDŐSZAKBAN IS CSÖKKENTI A FÉNYT

A naphő ellen védő üveggel üvegezett ablakokon át a természetes fény csak jelentős mértékben csökkentet hányada léphet be a helyiségekbe. Ez, a fényt erősen szűrő üvegezés, abban a fényszegény időszakban sem távolítható el, amikor a fény már nem okoz túlmelegedést, azaz kellemetlen hőérzetet az épületben. Következésképpen a **fényszegény napszakban és évszakban is megakadályozza az amúgy is alacsony intenzitású fény nagyobb részének a bejutását a helyiségekbe.**



49.sz. ábra A REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS EGÉSZ ÉVBEN, TÉLEN IS, INDOKOLATLANUL GÁTOLJA A NAPPÉNY BEJUTÁSÁT

Hazai égövön és általában a **temperált égövön az úgynevezett túlmelegedő időszak rövid**, s ezen belül sem fordul elő folyamatosan olyan meteorológiai helyzet (egy-egy nyári napon is csak rövid időre alakul ki hőkényelmetlenség), amely
© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

állandó fényvédelmet-hővédelmet követelne. Ilyen klimatológiai állapot csak a forró trópusokon ismeretes. A fényt erősen szűrő, csökkentő üvegezés alkalmazásának az a következménye, hogy mesterséges fénnel - indokolatlan energiafogyasztással - kell pótolni a fényhiányt. A hibás döntés, a fénycsökkentő üveg használata nyomán kényszerből alkalmazott mesterséges fény minden biológiai, pszichológiai hátrányát kényszerülnek elviselni a napszűrő üveg mögött tartózkodók. Mindezen fölül a **fényszűrő üvegek használata ellentétes az energia takarékoság gondolatával is.**

3. A NAPHŐ ELLEN VÉDŐ ÜVEG GÁTOLJA A NAPENERGIA PASSZÍV HASZNOSÍTÁSÁT

A naphőtől védő üvegezés rendeltetése, hogy minél több láthatatlan sugárzást, amely nem segíti a látás folyamatát (tehát az infravörös hullámtartományban érkező sugárzást), minél nagyobb mértékben kirekessze, továbbá a látható tartománynak - amelynek ugyancsak jelentős az energia hozama - legalább a felét kiszűrje, hogy végül is csökkentse a helyiségek napsugár okozta túlmelegedésének veszélyét.



50.sz. ábra A REFLEXIÓS ÜVEG MEGGÁTOLJA A NAPENERGIA PASSZÍV HASZNOSÍTÁSÁT

amikor, már a napsugár okozta többlet hő segíthetne a fűtési energia egy részének megtakarításában, azaz az épület passzívan hasznosíthatná a naphőt, az üvegezés szűrő hatása ezt a folyamatot megakadályozza. Tehát **akadályozza a megújuló energia hasznosítást**, ezáltal a fosszilis eredetű energia fogyasztás csökkentését, amely a legfőbb célkitűzései közé tartozik az ökológikus építészetnek a környezeti ártalmak csökkentése érdekében.

4. A NAPHŐ ELLEN VÉDŐ ÜVEG ÖNMAGÁBAN KÉPTELEN A HELYISÉGEK TÚLMELEGEDÉSÉT MEGAKADÁLYOZNI



51.sz. ábra A REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS MELLETT MÉG ÁRNYÉKOLÁSRA IS SZÜKSÉG VAN

lokus hővédelmet nyújtani az üvegezés mögötti helyiségeknek, amely kielégítene a

temperált égöv alatt a nyári kánikula idején a hőkényelem követelményét. A naphővédő üveg alkalmazása - a kellő hőkényelem elérése érdekében - megköveteli másodlagos eszközök együttes használatát. Ezek lehetnek vagy igen magas (10-15-szörös) légcsereszámmal működő mesterséges szellőzés, vagy kiegészítő hűtés, klimatizálás, illetve árnyékoló szerkezetek. Azonban csak légcserével nem lehet a mindenkor külső léghőmérséklet szintet elérni. **A belső léghőmérséklet, a légcsereszámától függően mindenkor 2-4 fokkal magasabb lesz.**

5. NAPVÉDŐ ÜVEGEZÉSŰ HELYSÉGEK A SZOKÁSOS MÓDON NEM SZELLŐZTETHETŐEK

A napvédő üvegezésű ablakok - ha azok egyébként felnyitható szárnyakkal rendelkeznek - rendszerint épen azokban az órákban nem nyithatók ki, amikor a napsugár az ablakfelületet éri, azaz a helyiség a legnagyobb naphőterhelésnek van kitéve, mert felnyitásával megszűnik az üvegezés szűrő hatása, a védelem, tehát a reflexiós üveg legfőbb célkitűzése hiúsul meg. A vízszintes tengelyű billenő, vagy a jól tájol függőleges forgó ablakok esetében a felnyitás nem akadályozná a napvédelem teljesülését. Azonban, a megoldatlan légtömörségi okok miatt napjainkban ilyen ablakok forgalmazását már szabványok tiltják.

6. A TÜKRÖZŐ, SZÍNES HATÁSÚ ÜVEGEZÉSEK IDŐVEL ESZTÉTIKAILAG TÖNKREMENNEK

A naphőt szűrő üvegezés technológiája folyamatos fejlesztés alatt áll. Bizonyos idő elteltével az adott üvegezés azonos megjelenésű, színű, tónusú üveggel már nem helyettesíthető, mert az egykori gyártási technológiát többé már nem alkalmazzák. Az üveg törékeny anyag, s elkerülhetetlen a törés. A szokás szerinti ötven éves épület-élettartam alatt számos ablak újraüvegezése töréskár miatt szükségessé válik.



52.sz. ábra A TÖNKREMENT ÜVEGEK CSAK ELTÉRŐ SZÍNŰEKEL CSERÉLHETŐK KI, MERT AZ EGYKORI TECHNOLÓGIÁT MÁR NEM ALKALMAZZÁK

A hőszigetelő (termopán) üvegezés élettartama 25-30 év. A tönkremenetel nem egyidejű, hanem a fizikai terhelés körülményeitől függően változó. Tehát ebből a folyamatból is keletkezik újraüvegezési kényszer. Ezeknek a következménye, hogy az épület **üvegezése előbb vagy utóbb foltossá, tarkává, esztétikailag kellemetlen megjelenésűvé válik.** Ennek következtében elvesz az a legfőbb (vonzó, látványos) tulajdonsága, amiért az építések rendszerint használatuk mellett döntenek.

7. A NAPVÉDŐ, TÜKRÖZŐ ÜVEGEK HASZNÁLATA JELENTŐS TÖBBLET KÖLTSÉGET OKOZ

A naphőt szűrő üvegek önmagukban is jóval magasabb költségűek, mint a szokványos átlátszó üvegek. A hatékony naphővédelem csak akkor jön létre, ha a napsugárzásnak, a látható tartományban is számottevő hányadát az üveg képes kívül rekeszteni az épületen. Ebből következik, hogy a megvilágítási szint a fényáram csökkentésével arányosan csökken. Ezt elkerülendő, a hátrány egyensúlyozására **nagyobb üvegfelületek készülnek.** A nagyobb üvegfelületeknek nagyobb a költsége, de minthogy hőszűrő az üvegezés, azért az üvegminőség is növeli a költséget. Továbbá az épületek ablakai azok amelyek a legnagyobb hőforgalmat bonyolítják le, azaz télen az üvegezett felületen keresztül a legnagyobb a fajlagos hőveszteség. **A megnövelt fűtési energia költség további növelő tényező.** Végül említést érdemel az a tény, hogy az üvegezett felület csak akkor felel meg rendeltetésének, ha azt rendszeres karban tartják, tisztítják. A nagyobb üvegfelület karbantartása is nagyobb költségű.

8. A NAPSUGARAT SZŰRŐ ÜVEG KIZÁRJA AZ ULTRAVIOLA SUGÁRZÁST

A reflexiós üvegezés elnyeli a teljes UV-B tartományt és az UV-A jelentős részét, amíg a szokványos üvegen át bizonyos hányada még bejuthatna a helyiségbe. A tükröző, vagy egyéb optikailag módosított üvegek a maradék ultraviola sugárzás bejutását megakadályozzák.

9. A TÜKRÖZŐ ÜVEGEZÉS KEDVEZŐTLEN KÖRNYEZETI HATÁST OKOZ

A tükröző üvegek a visszavert fény és hősugarakkal megterhelik a környezetet. Az elhárított, kellemetlenséget okozó sugárzást a környezetnek kell elviselnie.



53.sz ábra. AZ ERŐTELJES TÜKRÖZÉS KELLEMETLEN KÖRNYEZETET TEREMT ÉS ESETLEG ÉRDEMTELEN HANGSÚLY AD AZ ÉPÜLETNEK

Adott esetben a szemben fekvő házaknak. Ismert olyan peres eljárás, ahol a az épülettulajdonost peres eljárásban kötelezték, hogy a szemben fekvő házak ablakaira árnyékolókat szereltesen föl. A reflexiós üvegezés vakítást, káprázást okoz, akár több kilométeres távolságra is. Fókuszáló sugarak a környezet, közlekedés biztonságát veszélyeztetik, mint ahogyan ezt számos kereszteződésnél, elkápráztatás következtében történt karambolok bizonyítják. A panaszt ellenőrző rendőrség is ugyan ott és azonos okból karambolozott. Az elhárított, kellemetlenséget okozó sugárzást a környezetnek kell elviselnie, adott esetben a szemben fekvő házaknak.

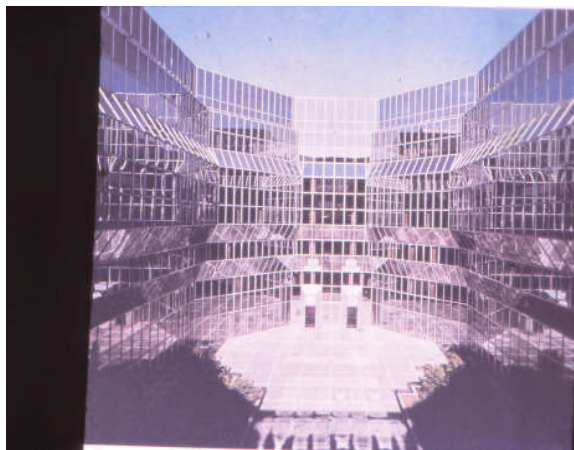
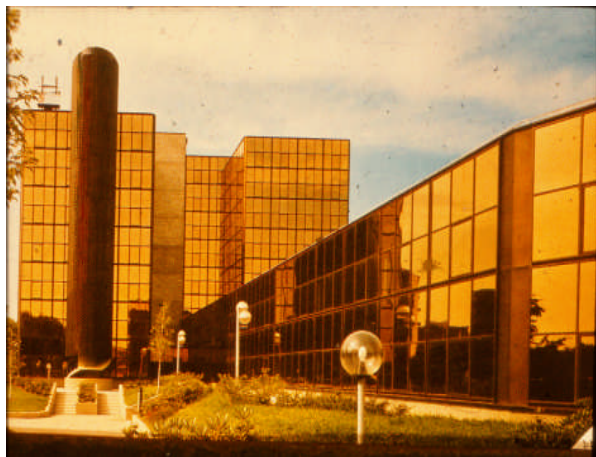
10. A TÜKRÖZŐ ÜVEGEZÉS TERMÉSZETVÉDELMILEG KÁROS HATÁST FEJT KI

A tükröző üvegek tömeges madárelhullást okoznak a migráció idején, különösen a magasházak, felhőkarcolók esetében. A madarak rendszerint éjjel kelnek útra, részben, mert a csillagok szerint tájékozódnak, részben mert így védekeznek a ragadozó madarak ellen. A tükröző üvegezésű magasházak megtévesztik a madár rajokat és pusztulásukat okozza. A reflexiós üvegezett magasházak környékéről – szak folyóiratok híradása szerint, reggelenként tömegesen kell eltakarítani a madár tetemeiket

11. A TÜKRÖZŐ ÜVEGEZÉSŰ ÉPÜLET TERMÉSZETELLENES MEGJELENÉSŰVÉ VÁLIK

A túlzottan tükröződő üvegezésű épületek megjelenése gyakran funkciójukhoz képest, indokolatlanul, meg nem érdemelt hangsúlyt nyernek, versenyre kelve más fontos feladatú, történelmi múltú épületekkel.

A fokozódó versenyben elszaporodásuk városrészek esztétikai sematizálódó tönkremeneteléhez vezethet. Megjelenésük rideg, emberidegen, szélső esetben pöffeszkedő hatású is lehet. Több szomszédos reflexiós üvegezésű épület együttese kellemetlen arculatúvá, élettelené, halottá teszi az épületet, de akár a városrészt is. A visszatükrözött napenergiát a környezetre és akár egymásra is sugározzák a tükröződő felületek.



54. sz. ábra A REFLEXIÓS ÜVEGEZÉS ÉRDEMTELEN HANGSÚLYT ADHAT AZ ÉPÜLETNEK ÉS AZ UDVARBAN SAJÁT MAGÁRA HÁRÍTJA A HŐENERGIÁT

Az építészet számára világszerte nagy csapdává vált az üvegipar tetszetős ajánlata, amellyel csak azt a feladatot nem lehet megoldani, amiért ez az üvegféleség készült.
© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

12. A TÜKRÖZŐ, SZÍNES ÜVEGEK ALKALMAZÁSI KÉNYSZERT GYAKOROL

A napvédő üveget építészeti okokból azon a homlokzaton is kényszerülnek alkalmazni az építészek, amelyet valójában soha nem éri túlmelegedést okozó napsugárzás, mert a kétfajta üvegezés egy épület szomszédos homlokzatain esztétikailag nem megengedhető megjelenéshez vezetne.

A reflexiós üvegek használata nem ajánlatos a huzamos emberi tartózkodásra szolgáló helyiségek megvilágítására! A naphő elleni védelem egyedüli korszerű megoldása az olyan üvegezésen kívül működő árnyékoló szerkezetek, melyek mozgathatóak és eltávolíthatóak az üvegezés elől, amikor szükségtenné vált, azaz a túlmelegedést okozó napsugárzás megszűnt egy-egy adott homlokzaton.

Ha mindenképpen üvegezéssel kell megoldani a túlmelegedés elleni védelmet, akkor automatikusan szabályozható elektrokróm üvegezést lehet alkalmazni, amely a bebocsátott fény mennyiségét és hőenergiát széles határok között képes változtatni, kizárják a nagy intenzitású közvetlen napfényt és csak a kisintenzitású szórt fényt bocsát be. Túlmelegedés elleni védelem azonban nem alkalmasak a fotokróm és termokróm üvegek, amelyek nem szabályozhatóak.

Másik védekezési lehetőség az összeecsukható –akár fotocellával működtetett - árnyékoló szerkezetek mint a lamellás zsaluziák, vagy bizonyos rendszerű, anyagú és szövésű rollok., Rolloknál a szabad kitekintés követelménye csak csökkentett mértékben teljesül, mert anyaguk rendszerint csak korlátozott kitekintést nyújt, nem átlátszó.

Az árnyékolóknak nyitható üvegezés esetében lehetővé kell tennie az ablakok akadálytalan feltárását, a hőkényelmet elősegítő légmozgás megteremtését és fokozását a belső térben, továbbá az energiaigényes klíma, vagy hűtőberendezések használatának kiküszöbölését. Az árnyékolás technika témája – terjedelme okán - egy teljesen új fejezetet igényel, ezért tárgyalásától el kell tekintenünk.



**55.sz. ábra ALUMÍNIUM FÓLIÁZOTT ABLAKOK AZ ÉPÍTETŐK REAKCIÓJA
A TERVEZŐI GONDATLANSÁGRA**

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP.
Kft

REFLEXIÓS ÜVEGEK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

A reflexiós, napvédő üvegek alkalmazására az elmondott számos negatív tulajdonságuk ellenére mégis sor kerülhet bizonyos esetekben. Ezek az alábbiak lehetnek.

1. JÁRMŰVEKEN, MUNKAGÉPEKEN
2. NEM HUZAMOS EMBERI TARTÓZKODÁST SZOLGÁLÓ ÉPÍTMÉNYEKEN, PL. KIÁLLÍTÁSI CSARNOK
3. MŰTÁRGYAKON

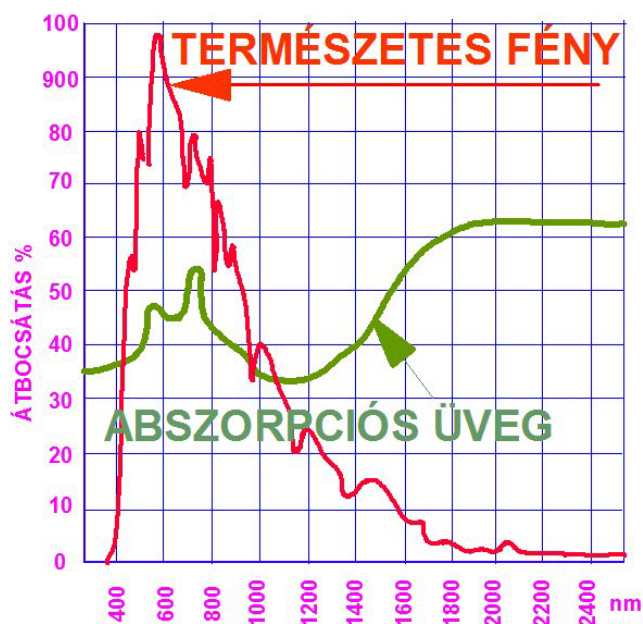


7. KÜLÖNÖS HANGSÚLYT KÍVÁNÓ, EMBERI TARTÓZKODÁSRA NEM HASZNÁLATOS ÉPÍTMÉNYEKEN

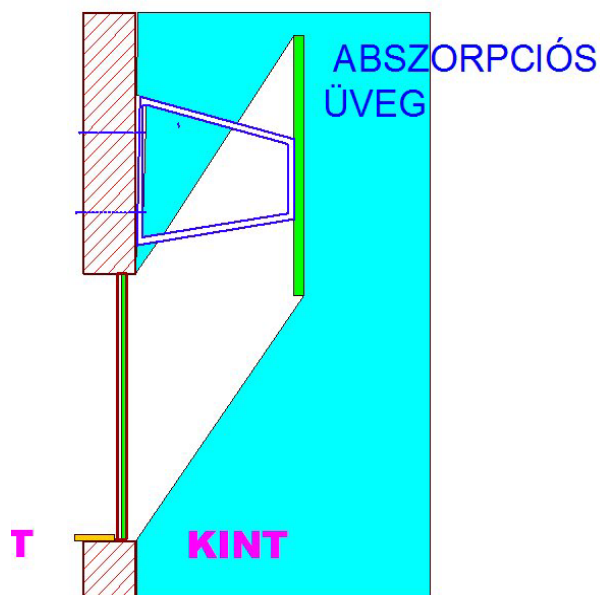
ABSZORPCIÓS ÜVEGEK

Abszorpciós üvegek az üveg felületére érkező hősugarakat elnyelik (ezért hőelnyelő üvegnek is szokás nevezni), s ezáltal az üveg átbocsátó képességét csökkentik. Abszorpciós üveget az üveg anyagának szennyezésével állítják elő. Erre a célra egyes **fémek oxidjait** használják fel, **rendszerint vasvegyületeket**, de nikkelt, kobalt, réz oxidokat is szoktak használni. A hőelnyelő üveg könnyen felismerhető, mert anyagukban színezettek, lehetnek zöldek, barnák, kékek, s ezek árnyalatai, de semleges színűek is. Hőelnyelő üvegek a zöld, barna sötét, vagy vörösbarnák üvegek is, bár ezeknél az üveg színezése nem a hőelnyelés, hanem a tartalom fényvédelmének célját szolgálja. Az abszorpciós üvegek fizikai tulajdonsága - a sugárzott energia elnyelése következtében - a nemkívánatos fölmelegedés, valamint ennek hatására bekövetkező jelentős mértékű hőtágulás. A legnagyobb hátrányuk a kedvezőtlen optikai tulajdonságban, a nem kielégítő szelektivitásban nyilvánul meg. Az abszorpciós üvegek transzmissziós tulajdonságai a fémoxid adagolással széles határok között változtatható. A 56.sz. ábrán bemutatott abszorpciós üveg a napfény energia hozamát a látható tartományban csaknem megőrzi és a közeli infravörös tartományban is csak 35-40 %-os az átbocsátása.

A fölmelegedésnek az üvegek hőtágulásán felül - mely jelenség, különösen a nem táguló falkereteknél üvegtöréshez is vezethet - hátránya az üvegtábla nem kívánatos **másodlagos hősugárzása** a belső tér felé. Ezért manapság ablakok, üvegfalak üvegezésére ritkán használják. Célját jobban képes teljesíteni, ha árnyékoló szerkezetként teljesen szabadon a külső térbe kerül (57.sz. ábra), ahol másodlagos hősugárzása kevésbé érvényesül és konvekció hőleadása a belső teret

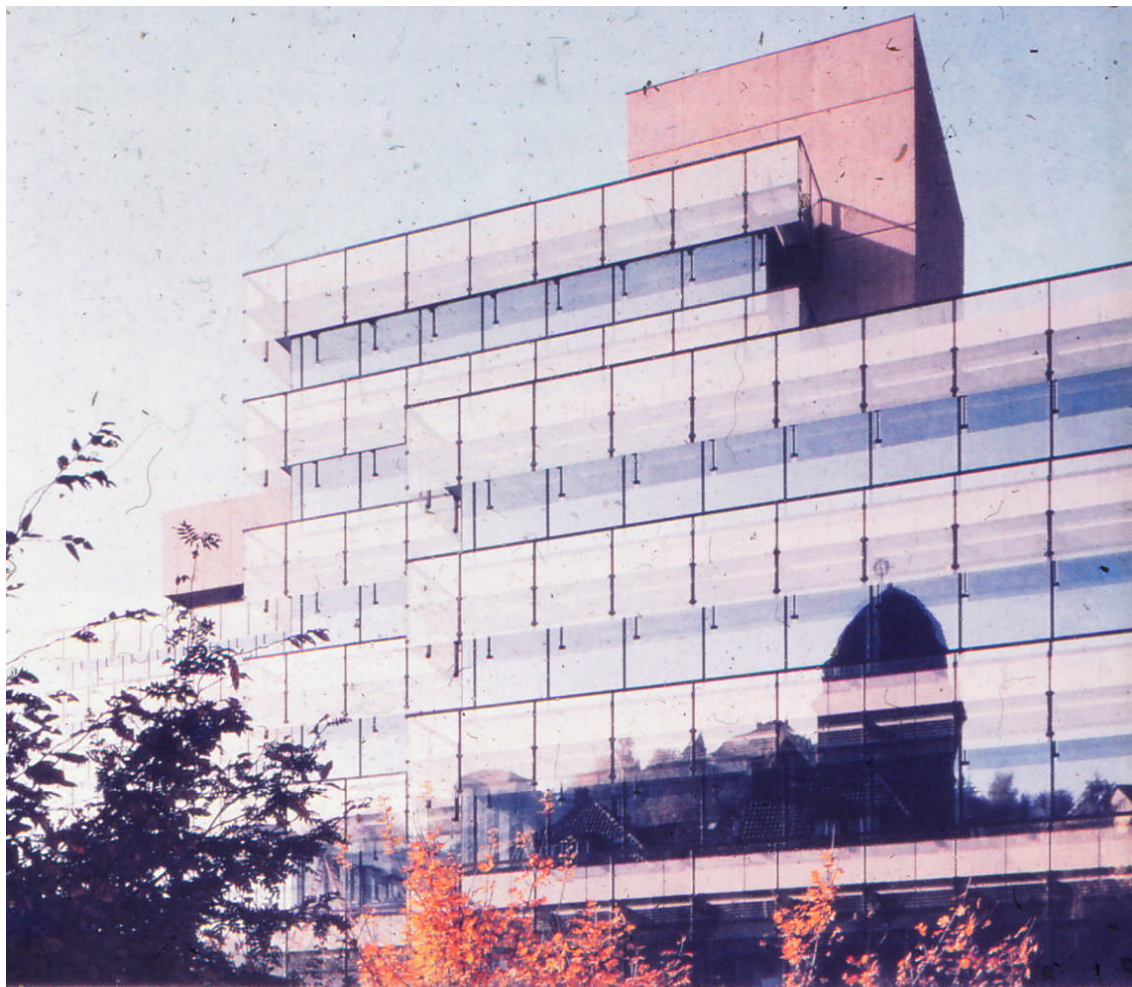


56. sz. ábra ABSZORPCIÓS ÜVEG
TRANZMISSZIÓS GÖRBÉJE



57. sz. ábra ABSZORPCIÓS ÜVEG
ÁRNYÉKOLÓKÉNT

nem terheli. A 58.sz. ábrán látható épület naphő elleni védelmét abszorpciós üvegezéssel oldották meg, ahol a hőelnyelő üvegeket a homlokzati ablakok elé függesztették, úgy, hogy a égen a Nap látszólagos pályáját abban az év és napszakban takarja el az ablakok elől, amikor a napsugárzás a le intenzívebb.



58.sz.ábra NAPHŐ ELLENI VÉDELEM ABSZORPCIÓS ÜVEGGEL



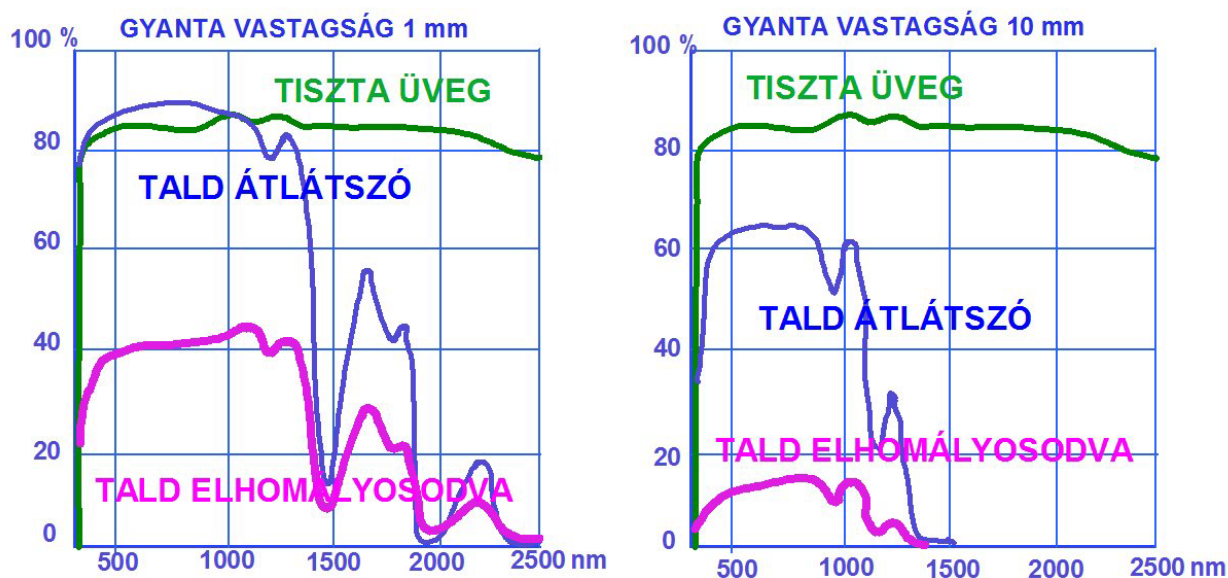
59.sz. ábra GÉPI MOZGATÁSÚ ABSZORPCIÓS ÁRNYÉKOLOÓ ÜVEGEZÉS

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

A 59.sz. ábrán bemutatott épület abszorpciós üvegből készített árnyékolóit gépileg mozgatják az ablakok előtt, kézi, vagy automatikus vezérléssel. Az üvegezés által elnyelt energia következtében felmelegedett üveg hőjét a szabadon áramló levegőnek adja le. Az üvegből kisugárzott másodlagos hő, a hosszú – 10 000 nm-nél hosszabb - hullámhosszak miatt már nem hatol át az ablak üvegezésén.

TERMOKRÓM GYANTÁVAL RAGASZTOTT HŐVÉDŐ ÜVEG

Az ipar kínál hőre elhomályosodó gyantát is, amelyet naphő elleni védelemre lehet használni. Az üvegtáblákat **thermo-króm tulajdonságú gyantával** ragasztják össze. Ilyen esetben az egyébként víztiszta, áttetsző gyanta a hő hatására elszíneződik. Például a „TALD” néven forgalmazott naphő ellen védő gyanta tejszínűvé válik és jelentősen lecsökkenti a napsugárzás áthatolását. Az elszíneződés kezdete hőmérsékletfüggő és a változást kezdeményező hőmérséklet beállítható. A gyanta vastagság növelésével az átbocsátott fény és hőenergia változtatható. Naphő ellen hatásosan védő üvegfelületekkel szemben az a követelmény, hogy az átbocsátás hullámhossz szerint legyen szabályozható, vagyis az üveg szelektíven működjön. Ez azt jelenti - ideális szelektív átbocsátás esetében - hogy a látást elő nem segítő, a napsugárzás láthatatlan hullámhosszain, pl. a hősugárzás (infra sugárzás) tartományában érkező sugarakat ne bocsássa át, míg a látható tartományban legalább 50%-os átbocsátással rendelkezzen. Ilyen szelektivitással rendelkező üveg egyelőre nincsen, de mint látható a Tald gyantával ragasztott üveg ezt a feltételt képes jól megközelíteni (60.sz.ábra). Munkahelyen, ahol a klausztrófia megakadályozása érdekében a kitekintés fontos pszichológiai tényező a tejszerűvé váló üvegezés sajnálatosan nem tekinthető megoldásnak. Azonban fejfőlötti üvegezésnél, ahol a kitekintés szabadsága nem követelmény, például csarnokok felüvilágítóinál jól hasznosítható, kivéve, ha a napenergia passzív hasznosítása nem igény.



60. sz. ábra „TALD” HŐRE LÁGYULÓ GYANTÁVAL RAGASZTOTT ÜVEG FÉNYÁTBOSZTÁSA 33°C ELHOMÁLYOSODÁSI HŐMÉRSÉKLET ESETÉN HA A GYANTA VASTÁGSÁG 1 mm ILLETVE 10 mm.

ANTI REFLEXIÓS ÜVEG

Az reflexiós üvegcsaládnak létezik egy másik olyan csoportja, amely éppen ellenkezőleg működik, elősegíti a fény és energia áthatolását az üvegezésen.

Az anti reflexiós üveg a kereskedelemben AR üveg, alacsony vastartalmú üveg, nagy átbocsátó képességű üveg, anti reflexiós bevonatú üveg néven is megtalálható. Ezt az üveget nem csak védelemre használják, hanem szemüvegeken, távcsöveken stb. és olyan berendezéseken is, ahol a nagyobb arányú átbocsátóképességnek jelentős haszna adódik használatából. Ilyenek az összes napenergiát hasznosító felszerelések, a meleg vizes kollektorok, a fotovoltaiikus panelek.



61.sz. ábra AR ÜVEGEZÉSŰ
BEVONATOS FOTOVOLTAIK
PANELEK



62.sz. ábra AR BEVONAT NÉLKÜLI
ÉS BEVONATOS SZEMÜVEG

Az AR (anti reflexiós) üveg csökkenti az üveg felületének reflexiós tulajdonságait, s ezáltal több fényt és energiát bocsát át. Ezt a tulajdonságot egy optikai nanó bevonattal érik el, amely nem csak csökkenti a reflexiót, de elősegíti az üveg öntisztulását is. A csapadék könnyebben lemossa az üveg felületről a légköri szennyeződés részecskéit. Az üveg öntisztulóvá válik.

A bevonat a fényátbocsátást 2-3 %-al, a fotovoltaiikus panelek (61.sz. ábra) működését 3-4 %-al, a melegvizes kollektorokét 8-10 %-al képes megnövelni. De nem csak a merőlegesen érkező sugarak, hanem nagyobb beesési szög alatt érkező sugarak elnyelését is lehetővé teszi. A maximális átbocsátó képesség 91-95 % közöttire növekedhet, a bevonattól függően (62.sz. ábra). Életterma maximálisan 25 év. A gyártmányok állandó fejlesztés alatt állnak. Gyártmánytól függően a teljesítmény adatok csekély mértékben eltérhetnek egymástól.

BIZTONSÁGI ÜVEGEK

A biztonsági üveg feladata, hogy törés esetén ne keletkezzenek éles szilánkok, s ezek ne tudjanak szét-vagy lehullani, hogy a súlyos sérülések elkerülhetőek legyenek. Ezt a kitűzött célt az üvegipar különféle eljárásokkal éri el. Forgalmazzák az **edzett üveget**, amely securit, safety glass ként is ismert a kereskedelemben. Egy másik csoport a rétegesen ragasztott, vagy **laminált üveg**, amelynek két csoportja van, a gyárilag **polivinilbutil fóliával**, vagy **műgyantával** ragasztott típus. Ide

tartozik az utólagosan, a használatban lévő üveg **utólagos fóliázása**. Végül a legegyszerűbb a **huzalbetétes** üveg, amelynek rendszerint korlátozott az áttekinthetősége.

EDZETT ÜVEGEK

A leggyakoribb biztonsági (securit) üveg a float, vagy húzott síküvegből hőkezeléssel előállított, nem szilánkosan törő üvegféleség. Elterjedésének oka a biztonsági üvegek körében a viszonylagos olcsósága. Az előállítás lényege, hogy belső feszültséget teremtenek az üvegben hőkezeléssel. Az üveget előre méretre vágják és minden alakítást, furatot, csiszolást előzőleg elvégeznek, mert utólagosan az üveg szétrobbanás nélkül már nem formázható. A méretre szabott üvegtáblát függőleges helyzetben, csipeszelve, vagy vízszintes helyzetben görgőkön vezetve, gázlánggal, vagy elektromosan fűtött kemencében kb. 600 °C-ra, meggyvörösre hevítik, majd sűrűn, egymástól 5-7 cm-es távolságban elhelyezett fűvókákkal, az üveg mindkét oldaláról hideg levegőt sajtolnak. A hirtelen hőváltozásra az üveg felületein gyűrűfeszültségek keletkeznek és jelentősen megszilárdítják az üvegtáblát. Az üveg előfeszített állapotba kerül. Ha egy ilyen feszültségi gyűrűt karcolással átvágnak, akkor a tábla szétrobban és apró gyöngyszerű darabokra hullik. A biztonsági tulajdonságuk abban nyilvánul meg, hogy nem szilánkos az üveg törése és a törmelék üveg darabok nem okoznak súlyos sérülést. **A biztonsági elnevezés félrevezető**, s ezért gyakran lehet találkozni helytelen alkalmazásával, pl. fejfőlötti üvegezésként.



Az edzett üveg fejfőlötti használata azért veszélyes - akár vízszintes, ferde, vagy függőleges helyzetben – mert, bár szilánkosságból keletkező vágott jellegű testi sérülést nem okoz, de törése alkalmával elrepedezik ugyan, de nagy táblafelületekben zuhanhat le. Nagyobb magasság esetén az ütés és nem a felületi testsérülés következtében halálos balesetet is okozhat. **Fejfőlötti biztonsági üvegeként csak a huzalbetétes, vagy a ragasztott rétegelt üveg alkalmazható.**

EDZETT üvegből nem csak "biztonsági" üvegezés készül. Ez az üvegféleség elsősorban szerkezeti üvegeként használható előnyösen. Az edzés során, a létrehozott belső feszültségek, az üveg előfeszítése következtében szilárdsági tulajdonságai jelentősen megjavulnak, a normál síküveg tulajdonságait többszörösen túlszárnyalják. Ez teszi lehetővé a keret nélküli üvegajtók, asztalok, polcok stb. gyártását és a nagy üvegfalak, kirakatok használatát. Az edzett üveget gyakran használják homlokzati szerkezei üvegezésként is, akár teljes épület felület második üveghéjazataként. A kettős héjazatú épületek gyakran feltűnnek, de sajnálatosan nem minden esetben van ennek hőtechnikai előnye kihasználva. Ha az üveghéjazat mögött keletkező energia nincs elvezetve, vagy hasznosítva, akkor csak kártékony építészeti divat elem. Ilyen épületből jó néhány hazánkban is megtalálható.

Minden homlokzati üvegezés mögött erőteljes hőtani folyamatok jönnek létre, amely az üvegezés károsodásához vezethet.

KÉTHÉJÚ ÜVEGEZÉSEK

A kéthéjű üvegezések rendszere kínálja a legtöbb épület fizikai, energiatakarékossági és karban tartási előnyt minden épület számára. Ennek lényege, hogy az épületköpenyen kívül egy második köpeny is készül üvegből az épület köré. Szerkezeti megoldások igen sokfélék lehetnek, az önálló, akár utólagosan kivitelezett függesztett, vagy vázas kialakításoktól a legkisebb üvegezett elemig, az ablakig. Következőekben szerző saját munkái tapasztalati és mért eredmények alapján ismerteti a rendszer figyelemre méltó előnyeit.

A Salgótarjáni Üvegyár Igazgatósági épületének harminc éve épült, függesztett üvegfala látható a 65. sz. ábrán. A két emeletet átfogó, kilenc méter magas edzett üvegfal tábláit egymásra függesztett edzett üvegbordák hordják. A bordákat feszítőcsavaros acélkötések rögzítik egymáshoz és az üvegfalhoz. A teljes üvegfal szél és önsúly terheit csak az üveg hordja. Az üvegfal a túlmelegedő időszakban átszellőztetett, az alsó-felső nyílások működtetésével.

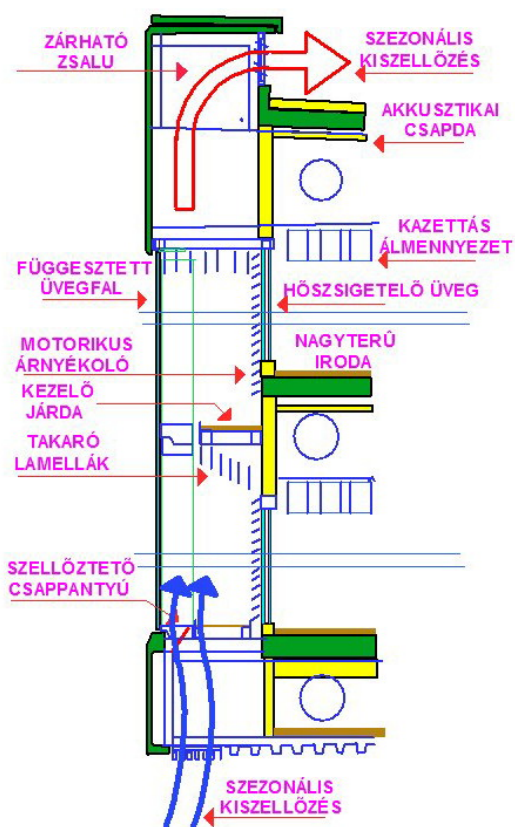
A nagyterű, mély traktusú iroda teljes homlokzati felülete teljes mértékben felnyitott és üvegből készült a legnagyobb kitekintési lehetőség megteremtésér, klausztofóbia elkerülésére. Az abban az időben már divatos reflexiós üvegezés helyett, a kedvezőtlen következmények elhárítása céljából, több funkciót ellátó kéthéjű klíma homlokzat készült, amely, hővédelmet, árnyékvédelmet, zajvédelmet, korrózió védelmet és reklám feladatot lát el és megvalósítja a passzív fűtés alkalmazását.

A belső hőszigetelő üvegezés és a külső üvegfal között szintenként kezelő folyosóról lehet tisztítani az üvegezést és karban tartani a motorikusan működő lamellás árnyékoló szerkezetet (63, 64. sz. ábra). Az árnyékvédelmet az irodateret határoló hőszigetelő üvegfal előtt, a külső üvegfalon belül elhelyezett, gépi működtetésű zsalúzia látja el. Az árnyékoló berendezés üveg mögötti elhelyezése látszólag ellent mond az épületfizikai - árnyékolástechnikai követelményeknek, mert ennek a külső üvegezés előtt lenne a helye. Ámde az a légréteg, ahol az árnyékoló helyet foglal szexonálisan átszellőztetett, a ennek hűvös időben jelentős fizikai, és egyéb praktikus előnyei vannak. Meleg időben az alsó csappantyú és a felső ponton lévő zsalu nyitva van, s ennek következtében a fölmelegedett levegő gyorsan távozik. Mérés szerint, júniusban, egy meleg napon, délután nyugati homlokzat légterében a belépő kilépő levegő hőmérséklete különbsége 2°C , az áramlás sebessége 1 m/s volt. Tehát a két üvegezés között akkumulálódó hő nem terhelte az iroda teret.

Az árnyékolás meleg időben tökéletesen teljesül, a lamellás árnyékolón a szükséges kitekintés megvalósult. Az árnyékoló naponta csak néhány órán át van leeresztve, amíg a napsugarak el nem érik a 60° -nál nagyobb beesési szöveget.

Hűvös időben, amikor az átszellőztetés már le van zárva, a belépő napsugárzás hője akkumulálódik és a légtér jelentősen felmelegedik, akkor ez a hő indirekten, passzívan fűti az iroda teret. De minthogy a folyosó légtere felmelegsik, vagyis jóval magasabb hőmérsékletű lesz, mint a külső levegő hőmérséklete, ennek következtében a hőmérséklet különbség a Δt a belső irodater és a külső szabadtéri levegő között csökken, tehát kisebb lesz a kifelé irányuló hőáram, mint ha a hőszigetelő üveg közvetlenül a külső hűvösebb levegővel érintkezne.

I.

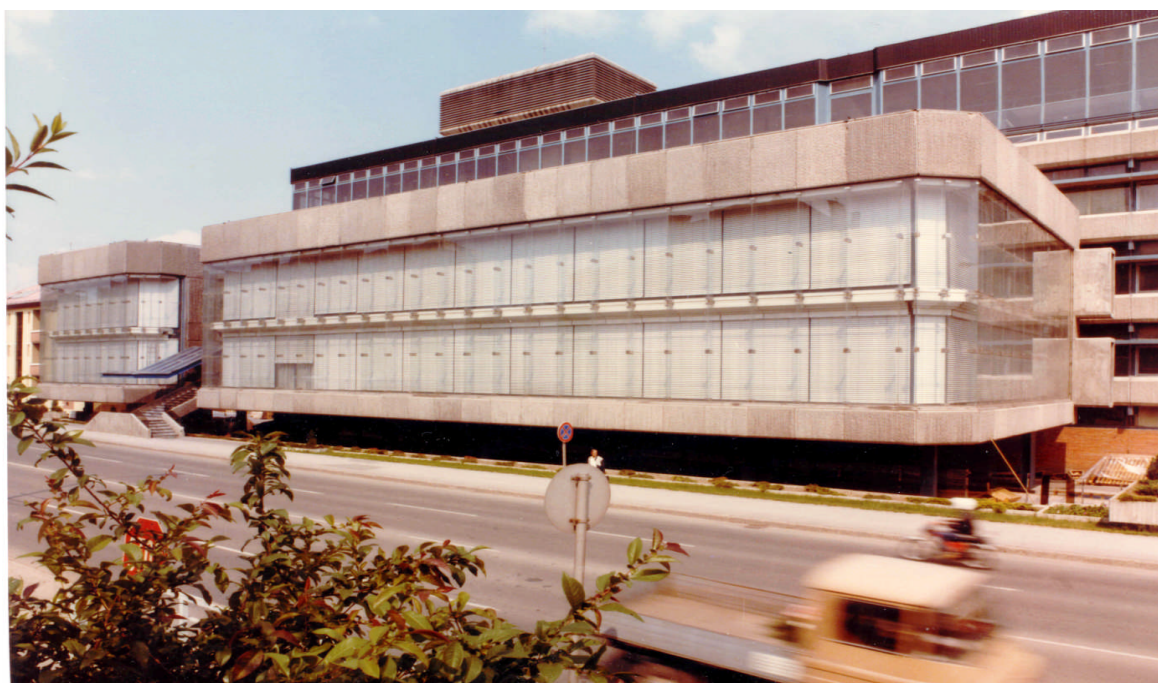


**ÁTSZELLŐZTETETT ÁRNYÉKOLT
HÁROMRÉTEGŰ ÜVEGEZÉS**



**63. sz. ábra A KÉTHÉJÚ ÜVEGEZÉS
SEMATIKUS METSZETET**

**64. Sz. ábra A KEZELŐ FOLYOSÓ ÉS
A FÜGGESZTŐ BORDÁK LÁTVÁNY**



**65. sz. ábra AZ IGAZGATÁSI ÉPÜLET KÉTHÉJÚ FÜGGESZTETT ÜVEGFALA
ÉS AZ ÜVEGFAL MÖGÖTTI ÁRNYÉKOLÓ SZERKEZET**



**66. sz. ábra A NAGYTERŰ IRODA
LÁTVÁNYA BEFEJEZÉS ELŐTT**



**67. sz. ábra A NAGYTERŰ IRODA
LÁTVÁNYA BÚTOROZVA**

Egyébként, a napsugarak behatolhatnak az iroda terébe, akkor megvalósul a passzív fűtés klasszikus módja. **Összegezve az üvegből készült héj, napkollektorként működik.**

További előnye a megoldásnak, hogy a hőleadást fokozó széljárás nem a hőszigetelő üveget éri, s ezáltal is javul, azaz csökken a kifelé irányuló hőáram. Mint ismeretes a felületek hőleadása arányosan növekszik a szélesség növekedésével. Mind ezen **hőtechnikai előnyökön felül, nagyságrendekkel olcsóbb árnyékoló szerkezet szerelhető föl az üvegezés mögött**, mint ha az külső térben lenne, mert ott nincsen kitéve a széljárás és szennyeződés kedvezőtlen hatásainak.

A kéthéjű, jól elhangolt üvegezés igen **hatékony zajvédelmet biztosított a négysávós út zajhatása ellen**, amelyre a zaj miatt nem lehetett volna ablakokat nyitni. A homlokzat pedig teljes védelemben részesült avulás ellen, mert az üveghéj megvédte a hőszigetelő üvegezést tartó festett acélszerkezetet az eróziós hatásokkal szemben, a külső rombolt beton és üveg szilikát anyaga pedig időjárásálló.

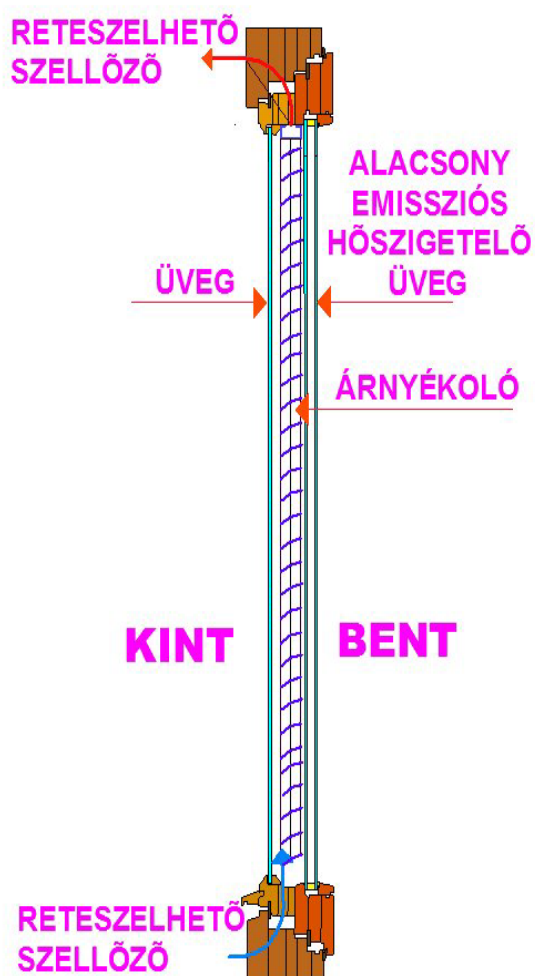
Az irodában olyan csőszerű akusztikus álmennyezet készült (66. sz. ábra), amely felfelé terelte a hangokat a mennyezetre, ahol hangelnyelő réteg akadályozta a visszaverődést és szétterjedést. A gyakran újraszerveződő munkacsoportok könnyű átrendezhetőségére akusztikus és kitekintést nyújtó üvegezett, a dolgozók által szabadon választható-összeépíthető paravánelemek készültek (67. Sz. ábra)

A teljes épületet burkoló kéthéjű üvegezés gyakorlati előnyei nem csak egész épületre kiterjesztve hoznak pozitív eredményt, hanem az egyes építészeti elemek is, mint például az ablakok hármass üvegezése, vagy egy homlokzatot fedő üvegfal.

Ablakoknál egyesített ablakszárny rendszer használata az előnyös megoldás, amikor egy közös tokon, két ablakszárny összezsavarozva kerül elhelyezésre (69, sz. ábra). A belső szárnyban van elhelyezve a hőszigetelő üveg, a külsőben csak szokványos, vagy, ha erre igény van, betörés biztos rétegesen ragasztott üveg építhető be, amely ilyenkor egy vasrácsot helyettesíthet, mint a bemutatott felújított épületnél (68. sz. ábra).



68. sz. ábra A GERÉBTOKOS KETŐS ÜVEGEZÉSŰ RÁCCSAL VÉDETT ÉPÜLET FELÚJÍTÁS ELŐTT



9. SZ. ábra AZ EGYESÍTETT

70. Sz. ábra AZ ABLAKOK FELÚJÍTÁS



71. sz. ábra AZ ÉPÜLET AZ ABLAKOK CSERÉJE UTÁN

A vasrácsok használata életvédelmi szempontból kockázatos, mert a belső menekülési utat eltorlaszoló tűz esetében fenn áll a súlyos sérülés, akár halálozás lehetősége is. Az egyesített, szárnyú, betörésbiztos üvegezés, az ablak kinyitása után, viszont nem akadályozza az ablakon keresztüli menekülést.

A két szárny korábbi összezsavarozása helyett, ma márt gombnyomás szerűen lehet az ablakszárnyak egymáshoz rögzítését feloldani, akár a belső üvegfelületek tisztítása, akár a két üveg között elhelyezett lamellás, vagy egyéb árnyékoló szerkezet eléréséhez.

A kéthélyu, egyesített szárnyú, három réteggel üvegezett ablak hőátbocsátási tényezője elérheti az $U=0,6 \text{ K/Wm}^2$ értéket. A lényeg, hogy a fentiekben kifejtett egyéb használati, hőtechnikai és árnyékolás technikai értékeket is megvalósulnak. Az üvegek közötti árnyékoló védett az időjárás rongáló, szennyező hatásaitól, ezért lehet a piac kínálta megoldások közül a legolcsóbbat, a belső térbe valót választani, amely akár távirányítással is működhet. Benapozott homlokzaton az ablakok árnyékolása nélkülözhetetlen a helyiség nyári túlmelegedésének elkerülése érdekében.

Ha osztott üvegfelület alkalmazása szükséges, akkor nem a hőszigetelő üvegezés költséges felosztásával, hanem csak az egyrétegű külső üvegezés, jelentősen olcsóbb darabolásával lehet az igényt kielégíteni (lásd 70. sz. ábrát).

A növekvő energiaárak elkerülhetetlenül szükségessé teszi a két légkamrás, háromrétegű üvegezés általános használatát, amelynél kényszerűen, az üvegezett nyílás külső árnyékolása, csak jelentős költséggel oldható meg kielégítően.

Ezzel szemben az ablakszárnyak közötti árnyékoló szerkezettel, jóval olcsóbban lehet a helységek túlmelegedés elleni védelmét megoldani. A kapcsolt szárnyú, háromrétegű üvegezés, hőtechnikailag azonos előnyöket kínál, mint ha kettős üveghéjazatú épületet hoznánk létre. A háromrétegű kapcsolt szárnyú árnyékolót integráló ablakok használatának versenyképessége abban nyilvánul meg, hogy meglévő épületeknél is alkalmazható, s viszonylag az energiatakarékosság terén elérhető haszon révén, hamar megtérül a beruházás.

A kéthéjű üvegezés akár egy adott épület egy-egy homlokzata előtt is megvalósítható úgy, hogy az épület homlokzata és az üveghéj között keletkező terület funkcionálisan pozitívan emelje az épület használati értékét. Ilyen példát mutat be a 72. sz. ábra, ahol az épület déli homlokzata elé épített üvegfal mögötti területtel télikertként használható, megnövelve a lakás terét. Az üvegezés egyszerű hőszigetelő üveg $U = W/Km^2$. Jó időben fedett teraszként működik, ha a kétszárnyú ajtókat nyitva tartják. Az üvegfedés alá beszoruló meleg levegő az eresz alatti zárható-nyitható nyílásokon át a gerinc mentén nyitott résen át gravitációsan távozik, tehát a terasz túlmelegedés ellen védett. Ha az időjárás hűvösre fordul, az ajtókat becsukják, s ettől kezdve a napfény jótékonyan hozzájárul a télikert hőmérsékletének temperálásához, Fűtési időben pedig a fűtőenergia csökkentéséhez. Megvalósul a passzív fűtés.

Tulajdonos szerencsére elvállalt egy olyan, maximum-minimum hőmérővel folytatott mérés sorozat elvégzését, miáltal tényszerűen igazolható az épület elé emelt második üvegezett héj hőtechnikai előnye.

A hőmérő, mint neve mutatja, egy mérési időszak legmagasabb és legalacsonyabb léghőmérsékleteit rögzíti. Jelen esetben a mérést napi periódusban végezték két hőmérővel, melyek közül az egyik a fűtetlen télikertben, a másik kint a kertben, egy méter magasságban volt elhelyezve.

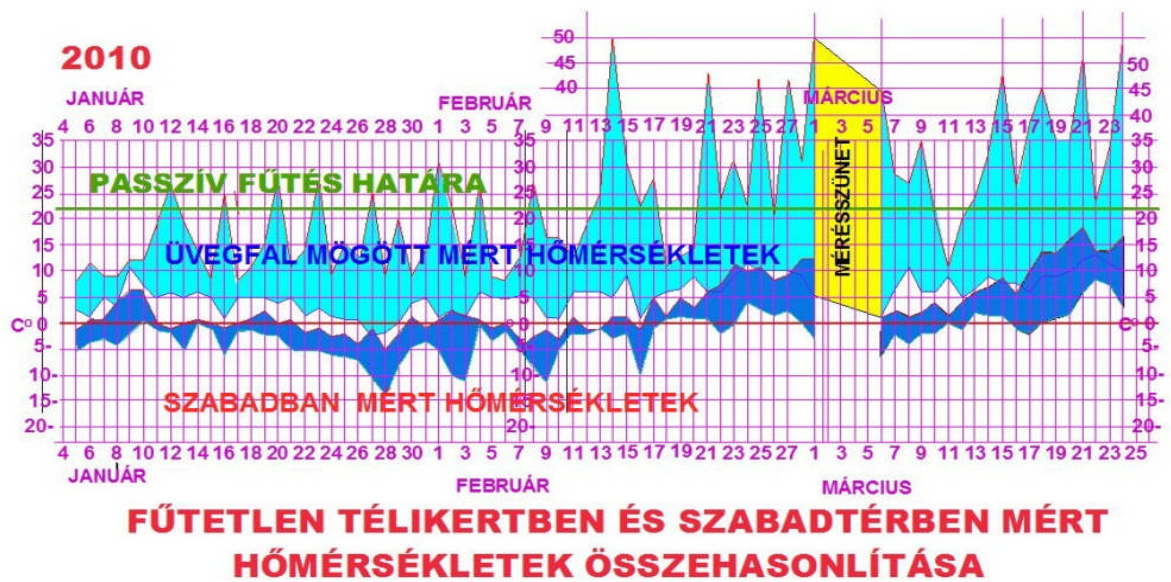
A 73.sz. ábráról leolvasható az a figyelemre méltó tény, hogy a fűtetlen télikertben fagypont alatti hőmérséklet csak három napon át fordult elő. Továbbá, hogy a belső tér hőmérsékleti minimumjai, átlagosan 7-8°C-al magasabbak voltak mint a szabadban, **amely (a 74. Sz. ábrán pirossal jelölt terület) az üvegezett héjnak köszönhető abszolút nettó energia nyereséget jelöli.** Másképpen értelmezve ez annyit jelent, mint ha az épület jó néhány földrajzi szélességi fokkal délebbi klíma alatt állna.

Az indirekt energia nyereség abból az energia hozamból adódik, ami a diagramon a 0°C és a hőkényelmet jelölő 22°C, zöld vonallal jelölt hőkényelem határa között világoskékkel fedett zónába tartozik. Ezekben az időkben a hőátadó falazat külső-belső falfelületi hőmérséklet különbsége, a Δt , jelentősen kisebb volt, mint ha az épület falát nem a télikert, hanem a szabadtéri jóval hűvösebb levegője vette volna körül. **Ez az energianyereségi folyamat indirekt passzív megvalósulása,** vagyis kisebb lett a kifelé tartó energia áram intenzitása.

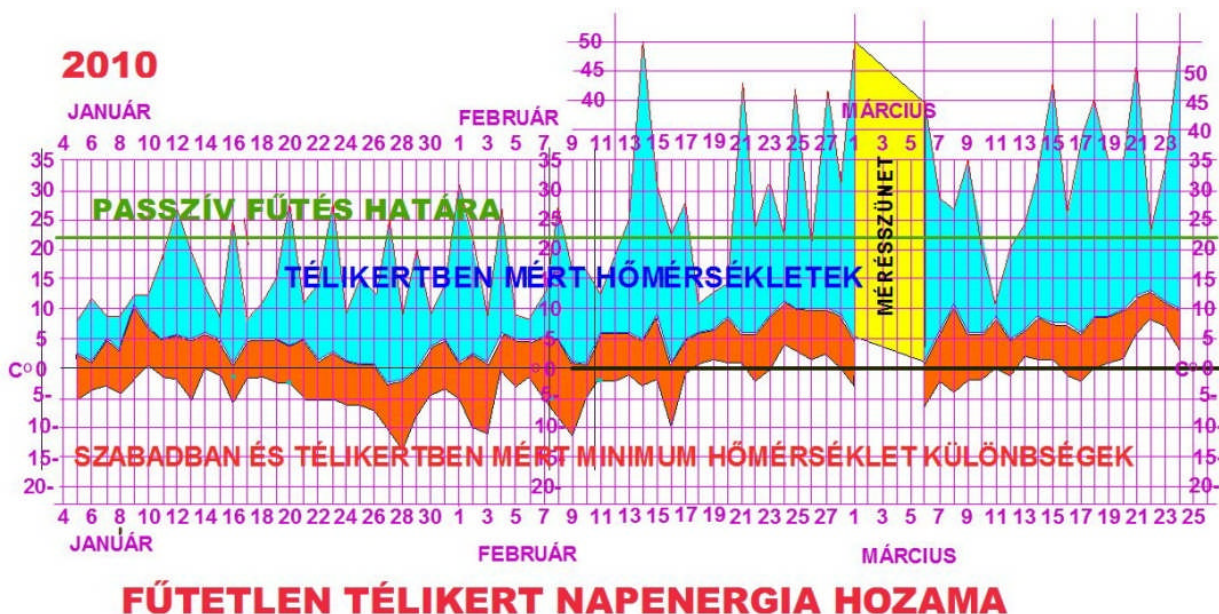
Végül, a 22°C értéket jelölő **zöld vonal fölötti energia tartalom a direkt passzív fűtést jelöli,** amikor már az adott hőmérsékletű levegő közvetlenül bebocsátható a tartózkodási terekbe.



72. sz. ábra KÉTHÉJÚ ÉPÜLET **TÉLIKERT**



73. sz. ábra A TÉLIKERTBEN ÉS A SZABADBAN MÉRT SZÉLSŐ HŐMÉRSÉKLETI ÉRTÉKEK MENETE



74. sz. ábra A TÉLIKERTI ÉS A SZABADTÉRI MINIMUM HŐMÉRSÉKLETEK KÜLÖNBSÉGE AZ ABSZOLÚT ENERGIA NYERESÉG

Összefoglalóként levonható a következtetés, hogy az építészeti üvegezések közül, az energiatakarékosság tekintetében, leginkább hatékony az üvegezett kettős héjázat bármelyik változata lehet. Szerző véleménye szerint, **nem az épületek utólagos hőszigetelése fogja megoldani a nemzeti energiatakarékosság problémáját, hanem az üvegezett második héjázat alkalmazása**, amely rendszerint a legkisebb akadállyal megvalósítható a meglévő épületállománynál. Olyanoknál is, ahol a homlokzati architektúrát nem lehet szigeteléssel lefedni, tehát a műemléki épületek és a plasztikus elemekkel díszített homlokzatú épületeknél is számba jöhet energia megtakarítás céljából. Az utólagos hőszigetelés esetén a nyílászárók cseréje is szükséges, az üvegezett második héj használatával, gyakorlatilag az épületet körülvevő időjárás változik meg, s ezért az ablakcsere sem feltétlenül szükséges. A második üvegezett héj energiatakarékossági hatékonyságát az üvegezés minőségével, valamint hőtárolásra képes építészeti elemek beiktatásával tovább lehet fokozni. Hagyományos épületeknél ez a feltétel eleve adott, mert a falazott tömör téglából, kőből épült falak nagy hőelnyelő képessége következtében a napközben elnyelt hő jelentős mértékben képes temperálni a két héj közötti levegő hőmérsékletét éjjel is, s ezzel csökken a Δt értéke, javul, kisebbedik a kifelé irányuló hőáram intenzitása.

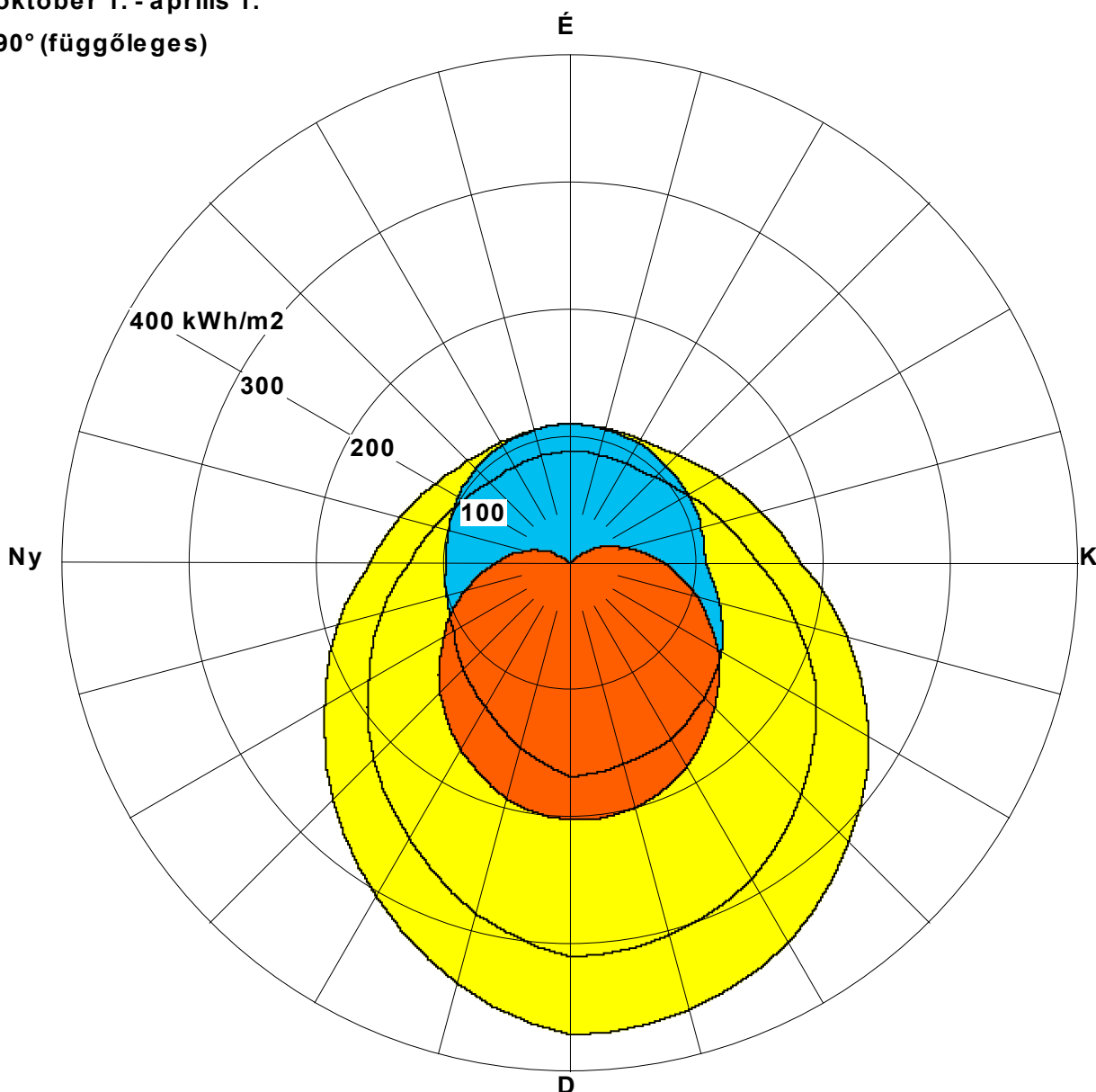
A második üvegezett héj sokoldalú hasznót hajthat, ha figyelembe vesszük, hogy megvédi az épületet az időjárás okozta eróziótól, az elszennyeződéstől, a csapadék és az ultraviola sugárzás romboló hatásától

Nem szabad szem elől téveszteni, hogy az építészeti üveg használatának egyik legfőbb célja az épületek valamilyen védelme, mindenek előtt a belső terek hőkényelmének védelme és biztosítása, mely feladat viszont szoros kapcsolatban áll az épület energia fogyasztásával. Márpedig az épületek második üvegezett héja napkollektorként működik. Hogy milyen mennyiségű napenergia hozammal lehet

számolni, arra nézve a függőleges felületekre égtájiránytól függő, poláris, várható energiahozam diagram ad tájékoztatást (75.sz. ábra).

október 1. - április 1.

90° (függőleges)



75. sz. ábra FÜGGŐLEGES FELÜLETEK TÁJOLÁSTÓL FÜGGŐ ENERGIAHOZAMA BUDAPESTI RÉGIÓBAN A FÚTÉSI IDÉNYBEN

A **SUNARCH** programmal előállított diagram, az Országos Meteorológiai Szolgálat tizenöt éves átlag napenergia hozam mennyiségi adatai alapján készült.

Sugár irányban a választott égtáj felé tájolt függőleges felületre, október 1-április 1 között összesen érkező napenergia kWh/m² mennyiségek vannak feltüntetve. A kék szín a szórt, a piros a direkt, a sárga a kettő összegét, a globál sugárzás várható mennyiségeit jelzi. A diagram szimmetriától enyhén eltérő alakját, az ebben az időszakban jellemző időjárási jelenség, felhősödés, köd és pára, a levegő nedvességtartalma okozza. A fekete vonal mentén a 3 mm vastag üveg által
© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

csökkentett mennyiségek olvashatóak le. Figyelemre méltó az a rendelkezésre álló megújuló energia mennyiség, amit a kéthéjú szerkezetekkel hasznosítani lehet.

RÉTEGESEN RAGASZTOTT ÜVEGEK

Egy vagy több üvegtáblát különböző célból ragasztanak össze. A rétegeltlen ragasztott, vagy laminált üvegek rendeltetése szerint lehet törés esetén szilánkmentes, hangszigetelő, tűzálló, golyóálló, betörésbiztos, fűthető, elektrokróm, vagy termokróm tulajdonságú. Az üvegtáblákat összeragasztásához polivinilbutil fóliát vagy műgyantát használnak.

A rétegesen ragasztott üveget 1930-ban Edouard Benedictus francia vegyész véletlenül fedezte föl, amikor a cellulóz nitráttal bevonott lombikját leejtette, s a szilánkok nem hullottak szét. A találmány nem mindjárt vezették be az autógyártásba, hanem csak az I. Világháborús gázálcoknál alkalmazták a szilánkmentes üveget először ipari méretekben.

RÉTEGESEN RAGASZTOTT BIZTONSÁGI ÜVEG

A laminált, vagy rétegesen ragasztott (RR) üveg biztonsági, azaz törés biztos üvegnek minősül, mivel törés esetén a szilánkok erősen ragadnak a fóliához, azok helyben maradnak, nem hullnak le így nem okozhatnak balesetet, sérülést.

A rétegesen ragasztott üvegeket olyan helyeken használják, ahol az üveget emberi erőbehatás érheti, fejfölötti üvegezés esetén pedig kötelező a használata. Továbbá

üveghomlokzatoknál jöhet számításba, ahol nagy magasságból lehulló szilánkok akár halálos sérülést is okozhatnak. Gépjárművek szélvédőjénél biztonságtechnikai előírás a használatuk. Szélnek, viharok kitett épületnyílásokat ajánlatos rétegesen ragasztott üveggel zárni. A laminált üveg előnyösen alkalmazható hangszigetelésre, mert pl.



termopán üvegezés esetében jelentősen eltér a ragasztott üveg rezgésszáma a tömör üvegtábla rezgésszámától, ezért az üvegtáblák elhangolódhatnak egymástól, s így csökken a hangvezetés. Ezt a hatást az összegragasztott üvegtáblák vastagságának változtatásával még tovább lehet fokozni.

A laminálást nagy ragasztási szilárdság jellemzi, kiváló hő, nedvesség, UV sugárzás ellenálló tulajdonságokkal rendelkezik. Mind a fóliával, mind a műgyantával ragasztott üvegek színüket, átlátszóságukat hosszú távon megtartják. A rétegesen ragasztott üveg hajlító szilárdsága alacsonyabb az azonos vastagságú tömör keresztmetszetű üvegnél.

FÓLIÁS RAGASZTÁS

A gyártási technológia az üvegek megtisztításával kezdődik, majd a PVB fóliát ráhelyezik az üvegre és erre elhelyezik a következő üvegréteget. A ragasztás teljes felületi biztonságát azzal érik el, hogy a táblák közül eltávolítják a levegőt, ezért összepréselik az üvegeket majd vákkumkamrába helyezik, s ha szükséges hőkezelést is alkalmaznak. A fólia lehet teljesen áttetsző, mintázott, tükröző, vagy színes.

MŰGYANTÁS RAGASZTÁS

A technológia ebben az esetben az üvegtáblák méretre szabásával kezdődik, majd mosás és zsírtalanítás következik. Az összeragasztandó táblák peremére felhordanak egy vékony ragasztó csíkot, amely olyan vastag, amilyen vastag folyékony üvegyanta réteget kívánnak beszajtolni. A vastagság szokásosan általában pár milliméter. Ezután munka állványokon, enyhén lejtős, vagy függőleges helyzetbe állítják őket. A műgyantát alsó ponton bevezetett tűn keresztül, számítógép vezérléssel nyomják az üvegek közé, gondosan figyelve, hogy légbuborék ne keletkezzék a gyantában. A hézagok feltöltése után a még szabad nyílásokat lezárják és a félkész terméket pihentetik, amíg a gyanta meg nem szilárdul.

Mindkét, a fóliás és gyantás eljárással sík és hajlított üvegek készíthetők. A gépkocsi szélvédők rendszerint fóliás technológiával készülnek.

GOLYÓÁLLÓ BIZTONSÁGI ÜVEGEK

A lövedék biztos üveg átlátszó és különösképpen képes ellenállni a lövedék áthatolásnak. Mint egyéb anyagok, így ez az üveg sem teljesen áthatolhatatlan a lövedék által. A golyóálló üvegeket rendszerint gyantás, vagy polikarbonátos technológiával állítják elő. A védelem fokozatát, vagyis a lövedék kaliberét és a lőtávolságot az üvegrétegek számával, az üveg tulajdonságával, vastagságával és a gyantaréteg, vagy polikarbonát vastagságával, lágyságával tudják számításba venni.



Újabban megjelent egy eljárás, amelynél egy réteges filmet helyeznek az szokványos üveg belső oldalára. Amikor ezt kötésbe hozzák egy nyomásra érzékeny ragasztóval és kezelésnek vetik alá, akkor olyan képességgel rendelkezik, mint a rétegesen ragasztott golyóálló üveg, azonban nagyobb az átlátszósága és a súlya, valamint a vastagsága 50-70%-al csökkenthető. Az üveg lövedék ellenállósága kategorizált, s adott gyártó részletes tájékoztatást ad az adott követelményt kielégítő üveg adatairól.

FÓLIÁZOTT BIZTONSÁGI ÜVEGEKET

Fóliázott üvegeket is kínál a kereskedelem biztonsági célokra, de ezt a fóliát utólagosan ragasztják föl az üvegekre. A fólia tulajdonságától függően alkalmazásának kétféle célja lehet: betörés, biztonság és naphő elleni védelem. A

különböző színű, vagy reflexiós hatású polivinil-butil fóliákat többnyire azért használják mert az üveg mögött tartózkodók elégedetlenek a belső hőkomforttal. Tény, hogy fóliázással a naphő védelem nem oldható meg, azaz nem hárítható el a túlmelegedés következménye olyan mértékben a hőkényelmetlenség érzése maradéktalanul megszűnjön. A fóliák vagy reflexiós tulajdonsággal, vagy szűrő tulajdonsággal rendelkeznek. Egyik fajta fóliának sincs nagyobb teljesítő képessége, mint a reflexiós, abszorpciós üvegezésnek. Az utólagosan ragasztott fóliák másik célja a betörés és üvegtörésből származó sérülések megakadályozása. Ezt az utóbbi célt az utólagosan ragasztott fólia képes ellátni. A betörésvédelem feladatát csak annyiban teljesíti, hogy meghosszabbítja az áthatolást az üvegen, de azt nem akadályozza meg.

BEHATOLÁST GÁTLÓ ÜVEGEK

Az üvegezett nyílások az épületek gyenge pontjai az erőszakos behatolás szempontjából. Az üvegiparnak meg kellett oldani a kellő behatolás elleni védelmet. A leghatékonyabb üvegszerkezeti megoldás az olyan hőszigetelő üveg, amelynek a külső üvegtáblája ragasztott -rétegelt üvegből készül. A táblavastagság és az egymásra ragasztott réteg számának növelésével a biztonság fokozható. Kellő rétegrenddel golyóálló üvegezés is előállítható a várható kaliber és lőtávolságnak megfelelően.

BIZTONSÁGI ÜVEGEK BESOROLÁSA

Dobásálló üvegek

AO dobásálló üveg: 6 mm vastag /4 kg-os golyót 1,5 m magasról 3-szor ejtik le és a golyó nem esik át.

A1 dobásálló üveg: 9 mm vastag /4 kg-os golyót 3,5 m magasról 3-szor ejtik le és a golyó nem esik át.

A2 dobásálló üveg: 10 mm vastag/4 kg-os golyót 6,5 m magasról 3-szor ejtik le és a golyó nem esik át.

A3 dobásálló üveg: 11 mm vastag/4 kg-os golyót 9,5 m magasról 3-szor ejtik le és a golyó nem esik át.

Törésbiztos üvegek

B1 törésbiztos üveg: 20 mm vastag/ 30-50 fejszecsapásnak ellenáll.

B2 törésbiztos üveg: 31 mm vastag/ 50-70 fejszecsapásnak ellenáll.

B3 törésbiztos üveg: 34,5 mm vastag/70-150 fejszecsapásnak ellenáll.

Átlövésálló üvegek

C1 SA átlövésálló üveg: 21 mm vastag / Zbrojovka CZ 75(9 mm Parabellum, lőtáv. 3 m.) szilánkleválás megengedett.

C1 SF átlövésálló üveg: 28 mm vastag / Zbrojovka CZ 75(9 mm Parabellum, lőtáv. 3 m.) szilánkleválás nem megengedett.

C2 SA átlövésálló üveg: 26 mm vastag / Colt King Cobra (357 Magnum, lőtáv. 3 m.) szilánkleválás megengedett.

C2 SF átlövésálló üveg: 34 mm vastag / Colt King Cobra (357 Magnum, lőtáv. 3 m.) szilánkleválás nem megengedett.

C3 SA átlövésálló üveg: 34 mm vastag /Smith&Wesson (44 Magnum, lőtáv. 3 m.) szilánkleválás megengedett.

C3 SF átlövésálló üveg: 47,5 mm vastag / Smith&Wesson (44 Magnum, lőtáv. 3 m.) szilánkleválás nem megengedett.

C4 SA átlövégsgátló üveg: 70 mm vastag / SIG gépkarabély(5,56×45 lőtáv. 10 m.) szilánkleválás megengedett.

C5 SA átlövégsgátló üveg: 77 mm vastag / Winchester (7,62×51 acélmagvas, lőtáv. 10 m.) szilánkleválás megengedett.

Az átlövégsgátló üvegeknél az alábbi két rövidítést is érdemes figyelni:

SA – szilánk leválás megengedett.

SF – szilánk leválás NEM megengedett.

Különleges biztonsági fokozatú üvegeink MABISZ – Tanúsítvánnyal rendelkeznek.

A **golyóálló üvegek beépítése** teljes fogadó szerkezet cserét igényel, ami úgy szintén páncélból készül (golyóálló fogadó szerkezet).

TÜZGÁTLÓ ÜVEG

A modern épületek tűzvédelmének egyik legfontosabb eszköze a tűzgátló üveg. Meg kell akadályoznia besorolásának megfelelő ideig a tűz, a hő és a füst áttörését a védett oldalra. Alapvetően két fő típust különböztetünk meg: A „E” típusú üvegek a tűz terjedését megakadályozzák, de a hőátbocsátást nem gátolják. Az „EI” típusú üveg feladata a hő terjedésének megakadályozása is. Elvárás, hogy a védett és támadott oldal közötti hőmérsékletkülönbségnek meg kell haladnia a 450 °K-t, az üveg gyártója által megadott ideig.

Az üveg úgy működik, hogy tűz esetén a hő hatására a külső üvegréteg megrepedezik, az alatta lévő speciális gélréteg aktiválódik és elszíneződés közben (kb. 120°C-on) megduzzad, felhabosodik, a habosodás a tűzkitörés korai állapotában megindul, majd nagy hatékonyságú, szívós, csillapító hővédő réteggé habosodik, és később a megrepedt üveget ledobja felületéről. A keletkező habréteg egy ideig védi az alatta lévő üveget, majd a folyamat előlről kezdődik. Amíg az utolsó üvegréteg áll, addig véd a tűz ellen. Az átlátszó üvegtáblából gyakorlatilag átlátszatlan tűzvédő fal képződik. A tűzvédő üvegek a besorolás szerint 30, 60, 90, 120 percre is képesek ellenállni a tűznek. A tűzállósági időtartam tetszőlegesen növelhető. Egyes gyártók akár két óra tűzállóságot is kínálnak. Egyrétegű, de hőszigetelő üvegeként is beépíthetők.

A hőálló üvegek készülnek homlokzatok üvegezésére, ahol az emeletközi átégésnek, vagy szomszéd épületből terjedő tűznek kell ellenállnia, Készülnek belső terek számára, válaszfalak, vagy a tűzszakasz határfala céljára láng, füst, gőz, pára, égszszag elleni védelemre. Minden esetben más-más speciális követelmény kielégítésére rendelhetők tűzgátló üvegek. Készülnek kandallók, tűzhelyek számára hőálló üvegek is.

A tervezőnek egyeztetnie kell az adott területi szabvány előírásait gyártóval, hogy az objektum rendeltetése szerinti tűzbiztonsági követelményeknek megfelelő tulajdonságú üvegezés készüljön illetve kerüljön beépítésre..

Egyesült Államokban minden osztályba sorolt tűzálló üvegszerkezetnek, amelynek magasabb a tűzállósági fokozata, mint húsz perc, meg kell felelnie a egy olyan tömlő vizsgálatnak, amelynél a szerkezetnek ki kell állnia:

Vízszugár ütőszilárdságának becsapódási hatását

A vízszugár eróziós hatását

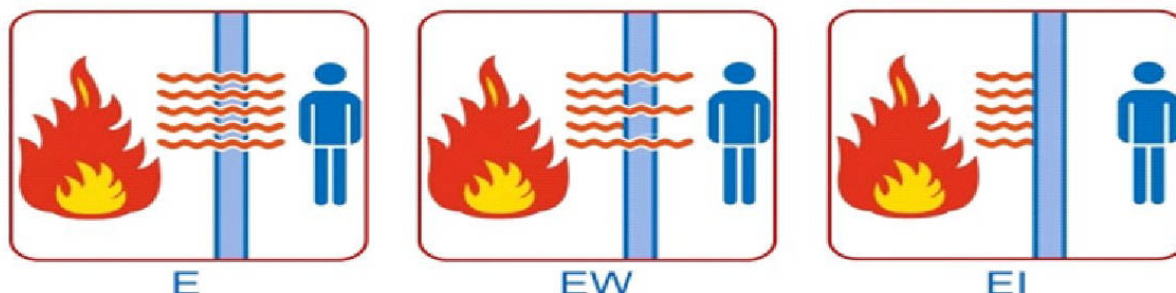
A fenti erőhatások nyomán nem keletkezhethet nyílás a szerkezetben.

Besorolás (76.sz. ábra) tekintetében az:

„E” osztály átlátszó marad tűz esetén, meggátolja a tűz és füst terjedését, de nem csökkenti a veszélyes sugárzó hőt.

„EW” osztály meggátolja a tűz és füst terjedését és csökkenti a veszélyes sugárzó hőhatást

„EI” osztály meggátolja a tűz, gáz, füst terjedést és hőgátat is képez a sugárzó hővel szemben 30-180 percig



76.sz. ábra A TŰZGÁTLÓ ÜVEGBESOROLÁS PIKTOGRAMJAI

OTSZ 5. rész

ÉPÍTMÉNYEK TŰZVÉDELMI KÖVETELMÉNYEI, ÉPÍTMÉNYEK TŰZVÉDELME

6.2.6. Tűzgátló ajtók, ablakok, zsaluk

Teljesítmény jelölése Osztályozási időtartam változatok

E 15 20 30 45 60 90 120 180 240

EI (EI1; EI2) 15 20 30 45 60 90 120 180 240

EW 20 30 60

Megjegyzés: az önzáródás kritériumának kiegészítő jelzésére a C0...C5 kategóriák szolgálnak

INTELLIGENS ELEKTROMOSAN KAPCSOLHATÓ ÜVEGEK

Az „intelligens”, „okos” angolul „Smart glass” néven ismert üvegek olyan termék csoporthoz tartoznak, amelyek elektromos áram, hő, vagy fény hatására képesek tulajdonságaikat megváltoztatni. Az intelligens üvegeknek többféle technológiája használatos.

Az elektromos feszültség bekapcsolásával, változtatásával az üveg fényáteresztő képességét, vagy hőmérsékletét meg lehet változtatni. Bizonyos, az úgynevezett okos, vagy intelligens (smart glass) üvegfajták lehetővé teszik használójuknak, hogy megváltoztassák a hőmérsékletüket, fény, vagy energia átbocsátásukat. Amikor feszültség alá helyezik az üveget, az üveg átlátszó állapotból áttetszőre válthat, illetve felmelegedhet. De teljes átlátszatlan állapotba is kapcsolható.

Az intelligens üveg képes elszíneződési jelenségeket is előállítani. Az elszíneződés létrejöhet vegytani, hőtani, vagy elektromos behatásra. Ennek megfelelően fotókromatikus, termokromatikus, vagy elektrókromatikus folyamatról beszélünk.

Az intelligens üveg használatával fűtés-hűtés költségeket lehet csökkenteni és elkerülhető a motorikusan működő költséges árnyékoló berendezések használata is.

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

Az intelligens üvegekkel kapcsolatban felvetődő problémák a költségük, az elektromos energiafogyasztás, tartósságuk, használati kényelem, az elsötétítés gyorsasága, és az elérhető átlátszósági fokozat.

ELEKTROKRÓM ÜVEGEK

Az elektrokróm üvegek elektromos feszültség hatására változtatják fény és energia átbocsátó képességüket. Az elektrokróm anyag megváltoztatja áttetszőségét, mégpedig színes (rendszerint kék) áttetszőtől az átlátszóig. Egy elektromos lökés szükséges ahhoz, hogy az áttetszőség megváltozzon, de nem szükséges további elektromos feszültség, hogy a beállított áttetszőségét megtartsa. Az elválkozás a szélektől indul el és pár másodpercig, akár percekig is tarthat, amíg teljes felületen végbe megy az elválkozás. Ez függ az üvegfelület méretétől is.

Az elektrokróm tükör lényege egy reverzibilis nikkel-magnézium film, amely átbocsátó állapotból tükröző állapotba kapcsolható.

ÚSZTATOTT RÉSZECSKÉS SZERKEZET (URSZ)

A pálcikaalakú részecskék vannak úsztatva egy vékony filmben, amelyet két pasztik, vagy üvegréteg között helyeznek el. Amikor nem bocsátanak elektromos feszültséget a filmre, akkor a részecskék össze-vissza helyzetben helyezkednek el és hajlamosak a fény elnyelésére, ezért az üveg, vagy pasztik sötétnek, átlátszatlanak tűnik, rendszerint kéknek, de további fejlesztések szerint lehet szürke, vagy akár fekete. De amint feszültséget bocsátanak a filmre, a részecskék párhuzamosra, az üvegfelületre merőleges helyzetbe rendeződnek és átbocsátják a fényt. Az URSZ üveg szabályozható kézzel és automatikusan is, s az átbocsátott fény és energia mennyiség pontosan szabályozható a fűtési-hűtési igény szerint.

SZÉTSZÓRT FOLYÉKONY KRISTÁLY SZERKEZET

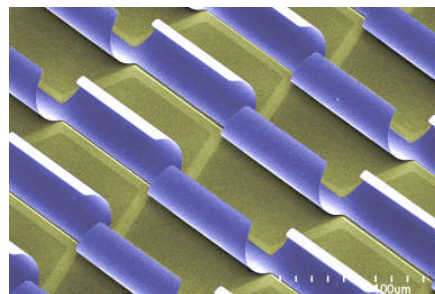
Folyékony kristályok vannak szétszórva egy polymer anyagban, amelyet megszilárdítanak. Mialatt a polymer kezelés által a megszilárdulása végbemege, a folyékony kristályok vegyíthetetlené válnak és kis cseppeket alkotnak. A kezelés meghatározza a cseppek méretét, s ezáltal az üveg tulajdonsága is megváltozik. A folyékony kristállyal dúsított polymert vékonyan két üveg, vagy pasztik tábla közé helyezik, amely a vezetőképese vékony réteget alkot, majd kezelés alá vetik a polimert, és létrehozzák a szendvics szerkezetű „okos” üveget. Transzpárens elektródákat illesztnek a filmhez. Ha nem helyezik feszültség alá, akkor a folyékony kristály szemcsék rendezetlenül, szétszórtan helyezkednek el a filmben és a fény fehér tejszerűen jelenik meg az üvegen. Amikor elektromos feszültséget bocsátanak az üveg elektródáira, akkor a kristályok rendeződnek, és lehetővé teszik a fény átbocsátását. A fény mennyiség átbocsátást a feszültség emelésével-csökkentésével tudják szabályozni (lásd 77. sz. ábrát). (A rétegvastagságok az érthetőség céljából torzítottak, a valóságban az összes réteg még a mikron vastagságot sem éri el.) A fény mennyiség átbocsátása azért lehetséges, mert alacsony feszültség mellett a kristályoknak csak egy kisebb hányada rendeződik az elektromos mezőben, ezért a fénynek is csekélyebb része tud áthaladni, míg a fény nagyobb része szétszóródik. Ha a feszültséget megnövelik, akkor kevés kristály részecske marad ki a rendezett állapotból. A fény és energia mennyiséget azáltal tudják szabályozni, ha egy elszíneződő belső réteget is használnak. Elő lehet állítani

a technológia által tűzálló fokozatokba sorolt és röntgensugárzás ellen védő üvegeket is. Az eljárással előállított üvegek belső és külső térben, tárgyalók és konferencia termekben, továbbá vetítő felületként is használható.

MIKRÓ ÁRNYÉKOLO ÜVEG

Ez az üveg gyártmány jelenleg még fejlesztés alatt áll Kanadában. A lényege az üveg felületén elhelyezkedő, szem által láthatatlan, megsodort mikró méretű fém lemezek

A fém réteget katódporlasztásos módszerrel párologtatják rá az üvegfelületre. Az üveg egy vékony félvezető átlátszó oxid réteget hordoz. Egy vékony, elektromosan alászigetelő réteget is felhordanak a vezető réteg alá és fölé. Amennyiben a vezető réteg nincs feszültség alatt, a mikró lemezek összepöndörödnek és a fény áthatolhat. Amennyiben feszültség különbség keletkezik a felpödrődő és az átlátszó vezető réteg között, az elektromos mező a lemezeket kifeszíti és megakadályozza a fény áthatolását. A mikró árnyékolónak előnye, hogy a folyamat milliszekond alatt megy végbe, UV sugarakkal szemben teljesen ellenálló, alacsony költségű.



A FŰTHETŐ ÜVEG

FŰTHETŐ ÜVEG KONSTRUKCIÓJA

A fűthető üvegek viszonylag új terméke az üvegiparnak, amely mind az építőipar, mind a járműgyártásban előnyösen felhasználható. Általa megszűnt a "hideg" üveg érzése, nagyobb hőkényelmet kínál épületben, autóban hajókon és szintén eltűnik a párasodás az üvegen. Megjavítható a belső terek hőérzete.

A fűthető üveg akár alapfűtésekként is használható és kombinálható a padló, vagy mennyezetfűtéssel. Az ilyen kombináció elősegítheti a fűtési költség alapos csökkentését is. Elhagyható a mellvédek elé helyezett radiátorok. A fűthető üveg az alacsony emissziós üveg megjelenésével kelt életre, a kilencvenes években, amikor a bevonatot sikerült a gyártásfolyamaton belül felvinni az üvegfelületre.



77.sz. ábra FOLYÉKONY KRISTÁLY SZERSZERKEZETÉNEK RENDEZŐDÉSE ELEKTROMOS FESZÜLTÉG HATÁSÁRA

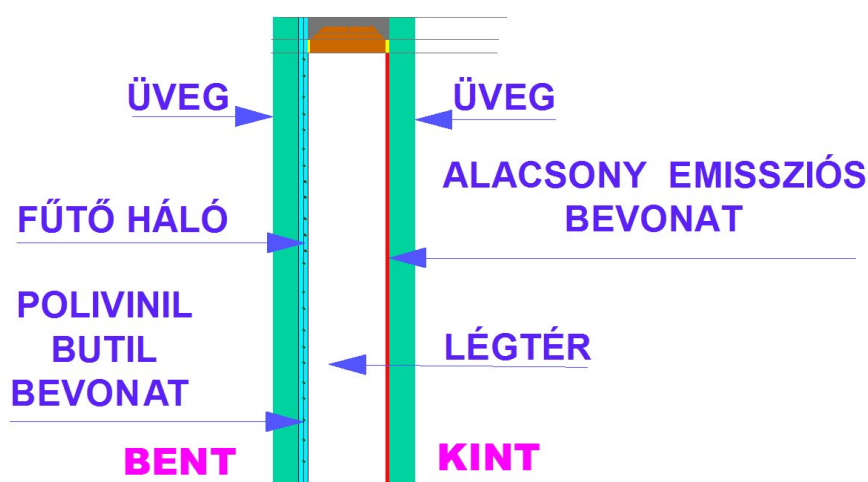
A fűthető üveg gyártási folyamata egy mikroszkopikusan vékony, bevonatba ágyazott oxid réteg felhordásával kezdődik. Ez a réteg átlátszó és vezeti az áramot. Ezután az üveg két oldalára, két egymással szemben fekvő vörösréz, vagy alumínium anyagú hálót helyeznek el, amelyből áram folyik az egyik oldalról a másikra. Az oxidos bevonat elektromos ellenállása következtében hőt termel, amely kisugárzik az üvegből. Az üveg hőmérsékletét egy áramot szabályzó szerkezettel lehet szabályozni. A hőmérsékletet 177°C-ig lehet növelni.

A módszert először Amerikában 1931-ben vezették be gépkocsik ablakainak páratlanítására. Ez akkor még nem volt teljesen sikeres. Tömegtermelésre a II világháború idején került sor, a repülőgépek ablakainak jegesedés elleni védelmére.

AZ ABLAK.

Hőkényelmetlenséget azért érezhetünk egy ablak közelében, mert annak üvegfelületi hőmérséklete jóval alacsonyabb lehet a környezet, vagy a szoba levegőjének hőmérsékleténél, s ezért e testfelületről – az öltözet minőségétől függően – a hideg üvegfelületre testünkről kilépő sugárzással nagy hőmennyiséget veszünk, s ilyenkor azt szokták mondani, érezni, hogy húz az ablak. A másik ok, hogy az hideg üvegről erőteljes lefelé csúszó hideg légáram éri testünket. Ezeknek a hatásoknak a kiküszöbölésére szokásos a radiátorok ablak alatti elhelyezése.

Minthogy a felületek átlagos sugárzási hőmérsékletének jóval nagyobb a szerepe, mint a helyiség léghőmérsékletének a hőkényelem kialakulásában, ezért a fűthető üvegezésű ablaknak kiemelkedő szerepe van a hőkényelem megteremtésének lehetőségében. Fűthető üvegfelület használata esetén a helyiség léghőmérséklete, legalább egy fokkal csökkenthető.



78. sz. ábra FŰTHETŐ HŐSZIGETELŐ ABLAK SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

Az ablaknak jelentős kihatása van a helyiség hőkényelmére. A kortárs építészet az épületek üvegezett felületeit folyamatosan növeli. Ezért figyelmet érdemel, hogy a fűthető üveg egy, vagy két légkamrás hőszigetelő üveggel is használható az üvegezett nyílásokban.

Ha helyiség hőmérséklete jelentősen eltér mint a szabadba, akkor az üvegezésen át jelentős hőáramlás jön létre. Mint köztudott, hogy a hőveszteség szempontjából az ablakok a leglyukasabb pontjai az épületnek. Teljes épület energia veszteségnek 20-25%-át az ablaknyílásoknak tulajdonítják. Ezért célszerű a fűthető üveggel és alacsony emissziós üveggel kombinált üvegezés használata. Míg a szokványos üveg emissziós tényezője $E=0,83$, addig az alacsony emissziósé elérheti $E=0,03$ értéket, úgy hogy a kiszökő hőnek 90%-át vissza lehet általa tükrözni a belső térbe. Minél kisebb az emissziós tényező, annál hatékonyabb a visszatükrözés, tehát annál több hőz lehet visszanyerni.

BEKAPCSOLHATÓ ÜVEG

A bekapcsolható átlátszó-elszineződő üveg előnye, hogy a folyékony kristály szerkezet reakció ideje jelentősen lecsökken. A felhasznált energia mennyiség a használat típusától (módjától?) függ. Az 50-100 Watt/m² teljesítmény általában elegendő a helyiség hőkényelmének fenntartásához, amely az ablaküveget 20-30°C-ra fűti. Ha a fűthető üveget úgy használják, hogy az a fűtés egyedüli hőforrás, akkor az üveg hőmérsékletet 30-45°C-ra kell emelni, amelynek energia felvétele ekkor 100-300 Watt lesz m²-ként. A hó és jegesedés eltávolítása, szeles hideg időjárás mellett 500-700 Watt/m² energiát igényel.

Gépkocsik üvegeinek fűtésénél az energia szükséglet elérheti az 1.5 kW/m² értéket, hótalanítás, jegesedés eltávolításnál 500-700 W/m² az energia igény, alacsony hőmérséklet és erőteljes széljárás esetén. A fűthető üveg egy, vagy két légkamrás hőszigetelő üveggel is használható az ablakokban.

FŰTHETŐ ÜVEG ELŐÁLLÍTÁS TECHNOLÓGIÁJA

A fűthető üveget két vagy több szilikát üvegtábla összeragasztásával állítják elő.

Használatos technológiák

EVA, azaz ethilén-vinil-acetát film, amelynek kiváló tapadása van az üveghez. Ehhez szükség van egy kemencére és vákuum zsákokra. Az eljárás előnye az olcsóság. Hátránya az hajlamosság az opálosodásra, különösen több réteg összeragasztása esetén, idővel pedig sárgásodás is megjelenhet. Alacsony a nyíró szilárdsága, s ezért rétegelválás előfordulhat.

A fűthető üveg lényege, hogy egy, vagy több szilikát üvegtáblát összeragasztanak az alábbi technológiák felhasználásával

PVB, azaz polivinil butiral filmet használnak, amelynek magas a tapadási szilárdsága. Nagy előnye az alacsony költség, alacsony opálosodási hajlam és magas minőségű gyártmány, de hátránya, hogy az előállításához szükséges eszközök magas költségűek, magas képzettségű személyzetet igényel.

TPU, azaz termoplasztik poliuretán film, nagyon magas tapadási szilárdsággal. Nagy előnye, hogy szinte teljesen mentes az opálosodástól, érzéketlen a nedvességre,

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP. Kft

mechanikus behatásokra, és a szigorú meteorológikus környezetre. Hátránya a magas költsége és a költséges gyártó berendezés.

FOTÓ eljárással kezelhető polimer gyanta. Nagy előnye az olcsóság, nagy nyírószilárdság, valamint a nedvesség és hőmérséklettel szembeni ellenállás

PDLC, Polimer Disperziós Folyékony kristállyal ragasztott üveg

A FÜTHETŐ ÜVEG lényegében egy laminált szerkezet, azaz két üveg van összeragasztva. Csak annyi a különbség, hogy a ragasztó anyagban egy elektromos fűtésrendszer van elhelyezve, vagy maga a ragasztó vezetőképes anyagból készül. A két üveg közé helyezett fűtés rendszer nem okozhat a védő üvegezés következtében áramütést. A fűthető üveghez hőkezelt, edzett üveget használnak, amely nagyobb szilárdsággal bír, mint a szokványos üveg, mert a fűtési hőtágulás következtében ezek az üvegek nagyobb erőhatásoknak vannak kitéve. Erre azért is van szükség, hogy amikor törés esetén az edzett üveg, szilánkokra reped, ezáltal megszakítja az áramkört, s megakadályozza, hogy áramütés keletkezhesen. Az áramellátás elektródái, biztonsági okokból, elérhetetlenül a két üveget összetartó bevonaton belül, az üvegek szélei mentén vannak elhelyezve.

A fűthető üveget előnyösen használható, ahol emberek közel ülnek az üvegezett felülethez, továbbá nagy üvegezett terekben, fejfölötti üvegezés hótalanításra, jégtelenítésre, páralecsapódás semlegesítésére, különösen fürdőkben, szaunákban és mindenféle járművön. A fűthető üveg betörésszelzőként is használható, mert amikor a törés következtében az áramkör megszakad, az a riasztót aktiválja. Ezért gyakran alkalmazzák olyan építményekben, ahol a biztonsági követelmény különösen magas, pl nukleáris központokban, múzeumok, repülésirányítás.

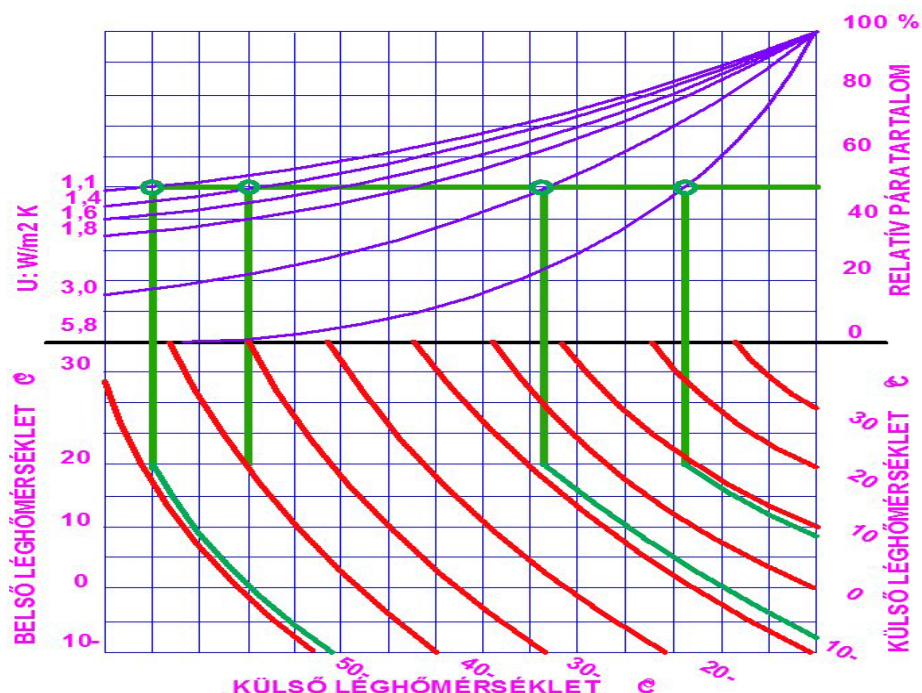
A fűthető üveg használatának különösen nagy az előnye az átlátszósága. Az átlátszó ki-be kapcsolható üvegeknél a hő hatására a bevonatban úszatott folyékony kristály elemek hő hatása alatt gyorsabban képesek reagálni.

HŐSZIGETELŐ ÜVEG PÁRALECSAPODÁSA

A levegő bizonyos mennyiségű párát mindig tartalmaz. A meleg levegő képes több párát befogadni, mint a hideg. Ha a levegő hőmérséklete csökken, akkor a relatív nedvesség tartalma emelkedik. Az akkor éri el a 100 %-ot, amikor az adott hőmérsékleten a levegő telítődik párával, azaz több párát azonos hőmérsékleten már nem képes felvenni. Ez az állapot a harmatpont, amikor a nedvesség már kicsapódik. A mai korszerű, alacsony hőátadási tényezőjű hőszigetelő üvegekkel ez ritkán fordul el az üveg belső felületén, mert az jóval melegebb, mint a külső üvegréteg. Kondenzációs jelenséget a helyiségben az egyrétegű üvegek belső felületén gyakran tapasztalhatunk, ha a meleg páradús levegő hideg üvegfelülettel érintkezik. Azonban, ha a páratartalom a helyiségben nagyon feldúsul, pl. konyhákban, szaunákban, uszodákban, fürdőkben stb., akkor a hőszigetelő üveg belső felületén is megjelenhet a páralecsapódás. Ezen gyors szellőztetéssel, a levegő felfűtésével, vagy fűthető üveggel lehet segíteni. A hőszigetelő üveg belső felületén megjelenő párásodást előre meg lehet határozni az üvegezés kondenzációs diagrammal (79.sz. ábra). A diagramon bemutatott példákban ha a szoba léghőmérséklete 20°C, a relatív nedvességtartalom 50%, akkor egy U=5,8 értékű hőszigetelő üvegnél a páralecsapódás már 9°C külső léghőmérsékletnél, ha U=3,0,

akkor -10°C -nál, ha $U=1,4$, akkor -40°C -nél és végül, ha $U=1,1$, akkor -50°C -nál következik.

Páralecsapódás a hőszigetelő üveg külső üvegtábláján is előfordulhat, különösen a reggeli órákban, ha a nedvességtartalom az éjszaka folyamán hirtelen megemelkedik.



79.sz. ábra HŐSZIGETELŐ ÜVEGEK PÁRALECSAPODÁSI DIAGRAMJA

Ez azért fordul elő, mert a hőszigetelő üveg hőellenállása olyan magas, hogy megakadályozza a külső tábla felmelegedését, amely ezáltal hideg marad. Amikor a reggeli napsugár gyorsabban melegíti fel a levegőt, mint a külső üvegtáblát, akkor azon páralecsapódás jöhet létre. Ez nem hibája a hőszigetelő üvegnek, hanem annak jó hőszigetelő képességét jelzi. Ennek elkerülésére az üvegipar olyan bevonatot kínál, amely megakadályozza a jelenség kialakulását

HAJLÍTOTT ÜVEGEK

Az építészetben egyre gyakrabban felmerül a lágyabb körvonalú épülettömegek kialakítására az igény, amely az újabban megjelenő „buborék” építészet nyomán különösen időszerű. Az üvegipar már jóval korábban megoldotta a feladatot, amikor gépkocsi szélvédők gyártására vállalkozott.

A hajlított üveg felület lehet egyszer, vagy kétszer görbült felület, egyrétegű, vagy többrétegű laminált szerkezetű.

A görbített felület kialakításához az üveget $500-600^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletűre melegítik egy olyan mintaállványra helyezve, amely a kialakítandó formával azonos. A megvörös színűre hevített üveg szilárdságát veszítve, beleroskad a mintaállványba, ezért is nevezik, a műveletet rokasztásos, rogyasztásos eljárásnak.

Szerző szabadalmi eljárása alapján, múlt század végén, hazánkban is gyártottak teherviselésre alkalmas, hajlított üveg felülvilágítót, amely parabola keresztmetszetének következtében meglepő teher viselésére volt képes.

A Budapesti Műszaki Egyetem anyagvizsgálati laboratóriumában, egyenletesen **eloszló terhelés alatt**, 120 cm fesztávon a 150 cm hosszúságú elemnek, amely 3+3 mm rétegesen ragasztott szerkezettel készült, legcsekélyebb törési értéke 4500 Kg, míg a legmagasabb 6200 Kg volt. Egyoldalú, a szélterhelést utánozó vízszintes terhelés mellett a törési értékek 400-500 kg között változtak.

A felülvilágító elemek UV és ózonálló gumiszelvénnel száraz eljárással csatlakoztak egymáshoz. Felhasználási lehetőségét az akkor használatos „Y” szelvényű 12-24 m fesztávra gyártott tetőpaneleken, a Budapesti Nemzetközi Vásáron mutattuk be 80,81. sz. ábrák.

Készültek 150 cm-es fesztávra is elemek, 4+4 mm vastag, ragasztott üvegből, amelyek szelvénye, a rendelkezésre álló kemence méret okán, parabola szelvény helyett, csak körszegmensűek lehettek, de teherbírás szempontjából, meglepően nagy volt a teherbíró képességük (82.sz. ábra). Koncentrált pontszerű terhelésre is kedvezően reagáltak. Bár kísérlet pontszerű terheléssel nem készült, de egy 140 kg súlyú személyt, sérülés nélkül elviseltek.

A felülvilágító elemekből készültek hőszigetelő üvegek, akár 1,5 m-es fesztávra is. Egyrétegű 4+4 mm-es, ragasztott üvegből készült Budapesten a Kecskeméti utca 7 számú, az akkori Goethe Intézet udvarának lefedése. Kemence méret lehetőség okán, az üvegdonga csak körszegmens szelvényű volt.

Az udvar üvegdongáinak tisztítására kézzel mozgatható daruhíd készült (83. sz. ábra), amelynek segítségével bármelyik elem alulról elérhető volt.

Számomra megdöbbentő merészségnek tűntek azok a gumitalpú cipős lábnyomok, amit egyik művezetés alkalmával a két emelet magasságában fekvő dongaelem külső felületén fedeztem föl. Az elkövetőnek nem lehetett tudomása a 8 mm vastag üveghéj szilárdságáról.



**80. sz. ábra SZÁRAZ SZERELÉSŰ HŐHÍDMENTES FELÜLVILÁGÍTÓ ÖNHORDÓ
PARABOLA SZELVÉNYŰ RAGASZTOTT ÜVEGGEL**

© DR KUBA GELLÉRT. FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT : MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NP.
Kft



81. SZ. ÁBRA. „Y” SZELVÉNYŰ TETŐPANEL ÜVEGDONGÁKBÓL KÉSZÜLT FELÜLVILÁGÍTÓ A BUDAPESTI NEMZETKÖZI VÁSÁRON 1980-AS ÉVEKBEN



82. sz. ábra PRÓBATERHELÉS A 140 kg SÚLYÚ EMBERREL A 150 CM FESZTÁVÚ ÜVEGDONGA FELÜLVILÁGÍTÓN



83. sz. ábra. UDVARLEFEDÉS BUDAPESTEN KECSKEMÉTI UTCÁBAN

ÜVEGRADIÁTOR

Az üvegradiátor a fűthető üveg rendszerét alkalmazza. Két üveg között elektromosságot vezető folyékony kristályokat hordozó bevonat készül, amely elektromosan távirányítóval kapcsolható és hőmérséklet szabályozható a feszültség változtatásával. A megjelenített kép szabadon választható, akár saját fénykép is lehet. A fűtés illeszthető a meglévő fűtés rendszerhez. Megjelenése kedvezőbb az általánosan használatos sugárzó berendezéseknél.

,

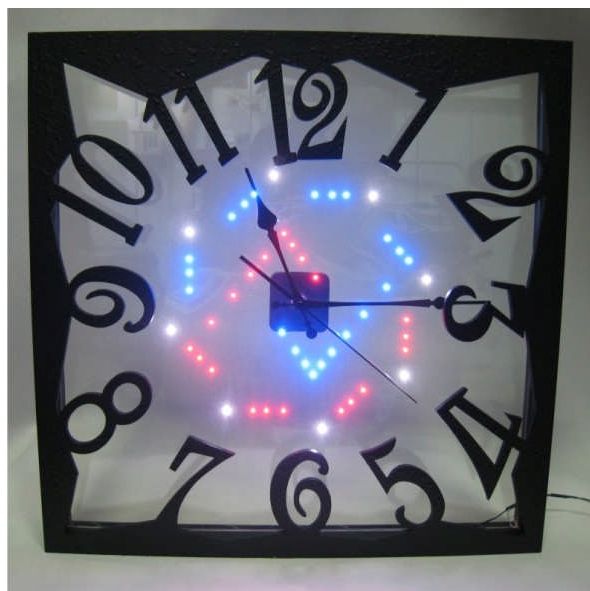
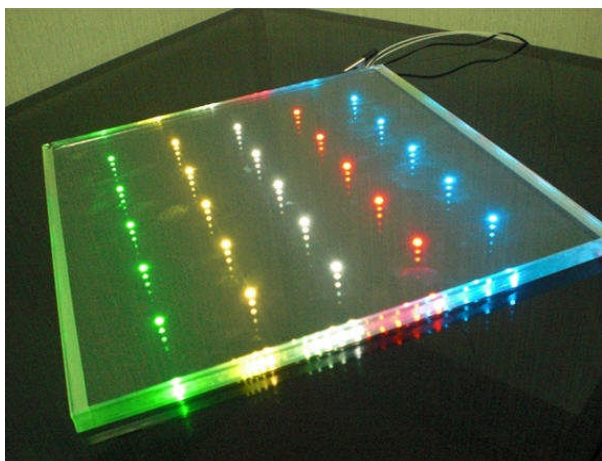


Kül

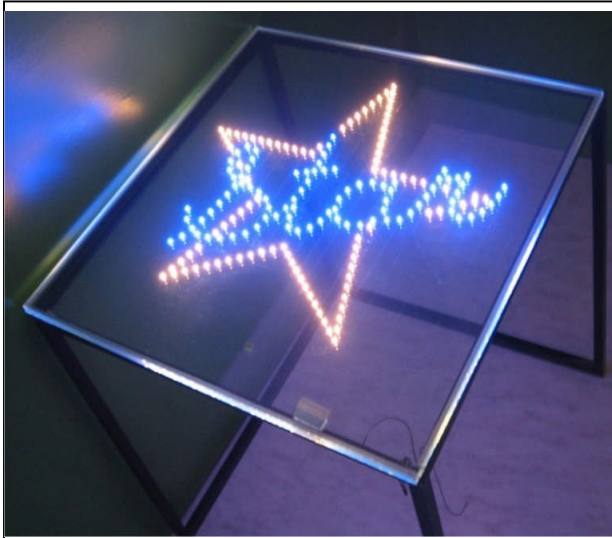
NP.

DEKORÁCIÓS ÜVEG

A dekorációs üveg LED fényforrásokkal működik, amelynek nincsen vezeték hálózata, hanem a laminált üvegbe ágyazott elektromos vezető bevonaton át látják el 3-48 V feszültségű elektromos energiával. A fényforrások légmentesen az üvegbe vannak beágyazva és egy-vagy két oldalra képesek fénykibocsátásra. Alapüveg színválasztéka lehet átlátszó bronz, szürke zöld, tükör stb. A fényforrás színe lehet zöld, sárga, vörös kék. Az üveg üzemelési határ hőmérséklete -20°C - 80°C -ig terjed. Kapcsolási idő 100 milli szekund. A külső és belső térben is elhelyezhetők. Alakzata lehet sík, vagy térbeli. A fény lehet felvillanó, szintváltó és távirányítóval működtetett. Alkalmas képek, hirdetések, feliratok, lógók, emblémák stb. megjelenítésére. A kreatív tervezés eszköze. Fürdőszobák, zuhanyozók, kirakatok, asztalok, polcok, ablakok, ajtók, felülvilágítók, órák díszítésére alkalmas, Bármilyen üveggel házasható, rétegesen összeragasztható. Az alapüveg lehet átlátszó







BUDAPEST 2013

Szakirodalom

Klindt-Klein	AZ ÜVEG MINT ÉPÍTŐANYAG 1981 Műszaki Könyvkiadó, Budapest
Knapp Oszkár	ÉPÍTÉSZET ÉS ÜVEG 1960 Műszaki Könyvkiadó, Budapest
Interpane-Gruppe	GESTALTEN MIT GLASS Interpane- Gruppe
Duardian	GLASS TIME TECHNICAL MANUAL
Timothy E. Johnson	Low-E Glazing Design Guide Butterworth Architecture Boston, London, Oxford, Singapore, Sydney

INTERNET, WIKIIPEDIA

MICROBLINDS AND A METHOD OF FABRICATION THEREOF, UNITED STATES
PATENT 2006196613

SWITCHABLE GLAZING WINDOWS CHANGE THE LIGHT TRANSMITTANCE,
TRANSPAREENCY. OR SHADING OF WINDOWS

SUN-TEC SWISS UNITED TECHNOLOGIES INC. DANIEL SHAVIT,
DE202007008410

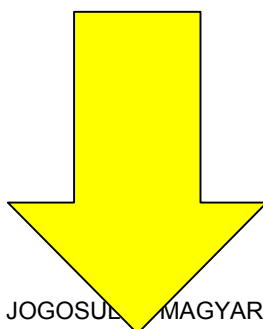
SUNARCH NAPPÁLYA SZERKESZTŐ DIAGRAM

TRANSLUCENT CONDUCTIVE INTERLAYER WITH SMD SURFACE MOUNTED
ELECTRONIC DEVICE - LED EMBEDDED FIMS

TEC HNOLOGIES OF SMART GLASS PRODUCTION

SWITCHABLE GLASS A POSSIBLE MEDIOM FOR REVOLVABLE HARDWARE,
NASA CONFERENCE ON ADAPTÍVE HARDWARE SYSTEMS, IEEE CS PRESS,
PP 81-87, 2006

D, SHAVIT: TRANSPERENT ELECTRONIC INTERLAYERS, PROCEEDINGS OF
GPD GLASS PERFORMANCE DAYS, JUNE 2009, PP.



ALÁBBIAKBAN LÁSD GUARDIAN ÜVEGGYÁRTMÁNYOK MŰSZAKI TÁBLÁZATAIT

GUARDIAN PRODUCTS AT A GLANCE

10.1 Float glass

Table 1: „Clear” float glass , 2 - 12 mm

Thickness	Light Transmission	Light Reflection	Colour Rendering Index Ra	Direct Energy Transmission	Energy Reflection	Energy Absorption	Solar Factor (g) EN 410	Shading Coefficient [g / 0.87]	UV transmission
[mm]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]
2	91	8	100	88	8	4	89	1.02	78
3	90	8	99	86	8	6	88	1.01	73
4	90	8	99	84	8	8	86	0.99	69
5	89	8	99	82	8	10	85	0.98	66
6	89	8	98	82	7	11	85	0.97	64
8	88	8	98	79	7	14	82	0.95	61
10	87	8	97	76	7	17	80	0.92	58
12	86	8	97	73	7	20	78	0.90	54

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ;

U-values according to EN 673.

All information regarding further processing is for general information only. For further information please consult GUARDIAN processing directives for coated glass or contact GUARDIAN's technical department.

Thickness	Light Transmission	Light Reflection	Colour Rendering Index Ra	Direct Energy Transmission	Energy Reflection	Energy Absorption	Solar Factor (g) EN 410	Shading Coefficient [g / 0.87]	UV transmission
[mm]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]
2	91	8	100	89	8	3	90	1.03	81
3	91	8	99	88	8	4	89	1.02	77
4	91	8	99	87	8	5	88	1.01	74
5	90	8	99	86	8	6	87	1.00	71
6	90	8	99	84	8	8	86	0.99	69
8	90	8	99	83	8	9	85	0.98	65
10	89	8	98	80	8	12	83	0.95	61
12	88	8	98	78	8	14	82	0.94	59
15	87	8	97	74	7	19	79	0.91	55

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ; U-values according to EN 673.

All information regarding further processing is for general information only. For further information please consult GUARDIAN processing directives for coated glass or contact GUARDIAN's technical department.

Thickness	Light Transmission	Light Reflection	Colour Rendering Index Ra	Direct Energy Transmission	Energy Reflection	Energy Absorption	Solar Factor (g) EN 410	Shading Coefficient [g / 0.87]	UV transmission
[mm]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		[%]
2	92	8	100	91	8	1	91	1.05	85
3	91	8	100	90	8	1	91	1.04	83
4	91	8	100	90	8	1	90	1.04	81
5	91	8	100	90	8	2	90	1.04	79
6	91	8	100	89	8	3	90	1.03	77
8	91	8	100	89	8	4	89	1.03	74
10	91	8	100	88	8	4	89	1.02	71
12	90	8	99	87	8	5	88	1.01	69

All GUARDIAN flat glass products correspond to the EN 572-2: 1994 "Glass in Building - Basic Soda Lime Silicate Glass Products - Part 2: Float Glass" and DIN 1249-10: 1990 "Glass in Building: Chemical and Physical Properties" standards.

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ; U-values according to EN 673.

All information regarding further processing is for general information only. For further information please consult GUARDIAN processing directives for coated glass or contact GUARDIAN's technical department.

10.2 Thermal insulating glasses

Table 4: ClimaGuard® – Thermal insulating glass

Product	Glass substrate	Colour	Visible light						Solar energy				Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g EN/0.87	U value (EN 673)		Heat treatable	Bendable	Edge deletion	Ceramic print on coating	
			Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption	Air Krypton ²	Argon										
												[%]			[%]	[%]					[%]
Double Glazing 4 - 16 - 4, coating on surface #3																					
NRG		ExtraClear	neutral	81	13	13	98	66	19	15	74	0.85	1.5	1.3	1.3	HT	HT ¹	Yes	No	No	
PREMIUM		ExtraClear	neutral	80	12	12	97	55	29	16	63	0.72	1.4	1.1	1.1	HT	HT ¹	Yes	No	No	
1.0		ExtraClear	neutral	70	20	23	98	45	38	17	53	0.61	1.3	1.0	1.0	No	No	Yes	No	No	
Triple Glazing 4 - 14 - 4 - 14 - 4, coating on surface #2 + #5																					
NRG		ExtraClear	neutral	73	16	16	96	54	22	24	62	0.71	0.6 ²	0.7	0.7	HT	HT ¹	Yes	No	No	
PREMIUM		ExtraClear	neutral	71	15	15	96	42	32	26	49	0.56	0.5 ²	0.6	0.6	HT	HT ¹	Yes	No	No	
1.0		ExtraClear	neutral	55	30	30	96	30	46	24	37	0.42	0.4 ²	0.6	0.6	No	No	Yes	No	No	
cor.sult GUARDIAL iGUARDIAN																					

Information regarding processing is for general information only. For further processing please contact your local Guardian sales department.

10.3 Solar control glass

Table 5: SunGuard® High Selective

Product	Glass substrate	Colour	Visible light				Solar energy				g value (EN 410)	Shad. Coefficient g EN/0.87	U value (EN 673)		Heat treatable	Bendable	Edge deletion	Ceramic print on coating
			Reflection outside		Reflection inside		Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption			Air Krypton ²	Argon				
			Transmission	Reflection	[%]	[%]												
Double Glazing 6-16-4, coating on surface #2																		
SNX 60/28	ExtraClear	neutral	60	12	14	93	26	40	34	28	0.30	1.3	1.0	1.0	HT	³	Yes	No
SN 70/41	ExtraClear	neutral	70	11	12	97	39	34	27	41	0.47	1.4	1.1	1.1	HT	HT ¹	Yes	No
SN 70/37	ExtraClear	neutral	70	11	12	93	35	39	26	37	0.43	1.3	1.0	1.0	HT	HT ¹	Yes	No
SN 62/34	ExtraClear	neutral	62	15	17	95	32	37	31	34	0.39	1.3	1.0	1.0	HT	HT ¹	Yes	No
SN 51/28	ExtraClear	neutral	51	12	23	93	26	37	37	28	0.32	1.3	1.0	1.0	HT	HT ¹	Yes	No
SN 40/23	ExtraClear	neutral blue	40	16	32	92	21	36	43	23	0.26	1.3	1.0	1.0	HT	HT ¹	Yes	No
Triple Glazing 6-12-4-12-4, SunGuard High Selective on surface #2 + ClimaGuard® Premium on surface #5																		
SNX 60/28	ExtraClear	neutral	53	14	17	92	22	41	37	26	0.30	0.5 ²	0.7	0.7	HT	³	Yes	No
SN 70/41	ExtraClear	neutral	62	13	15	95	32	35	33	37	0.43	0.5 ²	0.7	0.7	HT	HT ¹	Yes	No
SN 70/37	ExtraClear	neutral	62	13	15	92	29	40	31	34	0.39	0.5 ²	0.7	0.7	HT	HT ¹	Yes	No
SN 62/34	ExtraClear	neutral	56	16	19	93	27	38	35	31	0.36	0.5 ²	0.7	0.7	HT	HT ¹	Yes	No
SN 51/28	ExtraClear	neutral	45	14	24	91	22	38	40	25	0.29	0.5 ²	0.7	0.7	HT	HT ¹	Yes	No
SN 40/23	ExtraClear	neutral blue	36	16	31	90	18	37	45	21	0.24	0.5 ²	0.7	0.7	HT	HT ¹	Yes	No

Product	Glass substrate	Colour	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g _{EN} / 0.87	U value (EN 673)		Heat treatable	Bendable	Edge deletion	ceramic print on coating	
			Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption			Air Krypton ²	Argon					
			[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]			[W/m²K]	[W/m²K]					
Double Glazing 6-16-4, coating on surface #2																		
LIGHT BLUE 62/52	ExtraClear	blue neutral	62	16	11	96	48	17	35	52	0.60	1.7	1.5	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
NEUTRAL 60/40 ⁴	ExtraClear	neutral	60	25	20	96	38	35	27	40	0.46	1.4	1.1	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
NEUTRAL 52/41	ExtraClear	neutral blue	52	18	10	94	38	21	41	41	0.47	1.6	1.4	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
NEUTRAL 50/32	ExtraClear	neutral	50	23	22	95	29	37	34	32	0.37	1.4	1.1	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
SILVER 43/31	ExtraClear	silver	43	32	13	96	29	36	35	31	0.36	1.4	1.2	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
NEUTRAL 41/33	ExtraClear	neutral	41	22	12	92	29	24	47	33	0.38	1.6	1.4	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
ROYAL BLUE 41/29	ExtraClear	deep blue	41	26	32	94	26	27	47	29	0.33	1.4	1.1	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
AMBER 41/29	ExtraClear	light bronze	41	25	17	87	27	36	37	29	0.33	1.4	1.1	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
BRIGHT GREEN 40/29	ExtraClear	bright green	40	37	24	96	26	24	50	29	0.33	1.4	1.1	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
BRONZE 40/27	ExtraClear	dark bronze	40	15	26	90	24	27	49	27	0.31	1.4	1.1	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	
SILVER 35/26	ExtraClear	silver	35	44	23	98	24	43	33	26	0.30	1.4	1.2	Yes	Yes	No ¹	Yes ¹	

Product	Glass substrate	Colour	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g _{EN} /0.87	U value (EN 673)			Heat treatable	Bendable	Edge deletion	ceramic print on coating
			Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption			Air Krypton²	Argon					
			[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]			[W/m²K]	[W/m²K]					
Triple Glazing 6-12-4-12-4, coating on surface #2 + ClimaGuard® Premium on surface #5																		
LIGHT BLUE 62/52	ExtraClear	blue neutral	55	17	15	94	34	45	30	41	0.47	0.6²	0.8	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
NEUTRAL 60/40 ⁴	ExtraClear	neutral	53	26	21	92	30	37	33	36	0.41	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
NEUTRAL 52/41	ExtraClear	neutral blue	46	19	14	92	28	23	49	34	0.39	0.6²	0.8	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
NEUTRAL 50/32	ExtraClear	neutral	44	24	23	93	24	38	38	28	0.32	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
SILVER 43/31	ExtraClear	silver	38	33	18	94	22	38	40	27	0.31	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
NEUTRAL 41/33	ExtraClear	neutral	36	23	15	90	22	26	52	27	0.31	0.6²	0.8	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
ROYAL BLUE 41/29	ExtraClear	deep blue	36	27	31	92	21	28	51	26	0.30	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
AMBER 41/29	ExtraClear	light bronze	36	26	19	86	21	37	42	27	0.31	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
BRIGHT GREEN 40/29	ExtraClear	bright green	36	38	25	94	20	25	55	25	0.29	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
BRONZE 40/27	ExtraClear	dark bronze	36	16	26	88	19	27	54	24	0.28	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	
SILVER 35/26	ExtraClear	silver	31	44	24	96	18	44	37	23	0.26	0.5²	0.7	Yes	Yes	No¹	Yes¹	

Product	Glass substrate	Colour	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g EN/ 0.87	U value (EN 673)		Heat treatable	Bendable	Edge deletion	ceramic print on coating
			Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption			Air	Argon				
			[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]			[W/m²K]	[W/m²K]				
Single Glazing 6 mm. coating on surface #2																	
HD NEUTRAL 67	ExtraClear	neutral	66	16	18	99	63	13	24	69	0.79	5.6	-	Yes	Yes	No	Yes ¹
Double glazing 6-16-4, SunGuard® Solar on surface #2																	
NEUTRAL 67	ExtraClear	neutral	61	20	21	98	54	16	30	59	0.68	2.7	2.6	Yes	Yes	No	Yes ¹
NEUTRAL 60	ExtraClear	neutral	56	26	18	97	48	19	33	53	0.61	2.6	2.5	Yes	Yes	No	Yes ¹
LIGHT BLUE 52	ExtraClear	neutral blue	47	15	17	94	38	13	49	44	0.51	2.6	2.4	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER GREY 32	ExtraClear	light grey	30	23	21	90	23	20	57	29	0.33	2.4	2.2	Yes	Yes	No	Yes ¹
ROYAL BLUE 20	ExtraClear	deep blue	20	18	36	96	17	18	65	23	0.26	2.2	2.0	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER 20	ExtraClear	silver	20	35	25	88	15	33	52	20	0.23	2.2	2.1	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER 08	ExtraClear	silver	8	43	34	99	7	35	58	12	0.14	2.0	1.8	Yes	Yes	No	Yes ¹
Double Glazing 6-16-4, SunGuard® Solar coating on surface #2, ClimaGuard® Premium on surface #3																	
NEUTRAL 67	ExtraClear	neutral	59	19	17	97	40	23	37	47	0.54	1.4	1.1	Yes	Yes	No	Yes ¹
NEUTRAL 60	ExtraClear	neutral	54	24	15	96	36	24	40	42	0.49	1.4	1.1	Yes	Yes	No	Yes ¹

Product	Glass substrate	Colour	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g EN/0.87	U value (EN 673)		Heat treatable	Bendable	Edge deletion	ceramic print on coating
			Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption			Air	Argon				
			[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[W/m²K]	[W/m²K]				
LIGHT BLUE 52	ExtraClear	neutral blue	46	14	14	94	29	15	56	36	0.41	1.4	1.1	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER GREY 32	ExtraClear	light grey	29	22	18	90	18	21	61	23	0.26	1.4	1.1	Yes	Yes	No	Yes ¹
ROYAL BLUE 20	ExtraClear	deep blue	19	18	31	95	13	19	68	18	0.21	1.4	1.1	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER 20	ExtraClear	silver	19	34	21	88	12	33	55	17	0.20	1.4	1.1	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER 08	ExtraClear	silver	8	43	29	98	6	35	59	9	0.10	1.4	1.1	Yes	Yes	No	Yes ¹
Double Glazing 6-16-4, SunGuard® Solar coating on surface #2, ClimaGuard® 1.0 on surface #3																	
NEUTRAL 67	ExtraClear	neutral	52	24	28	98	33	28	41	40	0.46	1.3	1.0	Yes	Yes	No	Yes ¹
NEUTRAL 60	ExtraClear	neutral	47	28	25	97	30	28	42	36	0.41	1.3	1.0	Yes	Yes	No	Yes ¹
LIGHT BLUE 52	ExtraClear	neutral blue	40	17	25	94	25	18	57	31	0.36	1.3	1.0	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER GREY 32	ExtraClear	light grey	25	23	28	91	16	22	62	20	0.23	1.3	1.0	Yes	Yes	No	Yes ¹
ROYAL BLUE 20	ExtraClear	deep blue	17	19	39	96	11	20	69	16	0.18	1.3	1.0	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER 20	ExtraClear	silver	17	35	31	89	11	34	55	15	0.17	1.3	1.0	Yes	Yes	No	Yes ¹
SILVER 08	ExtraClear	silver	7	43	37	99	5	35	60	8	0.09	1.3	1.0	Yes	Yes	No	Yes ¹

Product	Glass Substrate	Colour	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient gEN/ 0.87	Heat treatable / Bendable	Edge deletion	ceramic print on coating	General approval?
			Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering Index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption						
			[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]						
Laminated Glass 88.4, coating on surface #2															
NEUTRAL 67	ExtraClear	neutral	69	12	10	97	53	10	37	62	0.71	Yes	No	Yes ¹	Yes
NEUTRAL 60	ExtraClear	neutral	63	16	8	96	48	12	40	57	0.65	Yes	No	Yes ¹	Yes
LIGHT BLUE 52	ExtraClear	neutral blue	52	14	8	95	38	12	50	49	0.57	Yes	No	Yes ¹	Yes
SILVER GREY 32	ExtraClear	light grey	32	24	14	93	23	21	56	36	0.41	Yes	No	Yes ¹	No
ROYAL BLUE 20	ExtraClear	deep blue	22	24	28	98	16	21	63	31	0.35	Yes	No	Yes ¹	No
SILVER 20	ExtraClear	silver	19	32	25	92	14	29	57	27	0.31	Yes	No	Yes ¹	No

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ; U-values according to EN 673.

All information regarding further processing is for general information only. For further information please consult GUARDIAN processing directives for coated glass or contact GUARDIAN's technical department.

Product	Glass Substrate	Colour	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g _{EN} /0.87	U value (EN 673) Argon 90 % [W/m²K]	Heat treatable / Bendable	Edge deletion	ceramic print on coating	General approval ²
			Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering Index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption							
			[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]							[%]
Double Glazing 88.2-16-6, SunGuard® laminated glass on surface #2, KlimaGuard® Premium on surface #5																
RD 60	ExtraClear	neutral	56	18	12	94	33	18	49	39	0.45	1.1	Yes	No	Yes¹	Yes
LIGHT BLUE 52 RD	ExtraClear	neutral blue	53	15	13	94	32	16	52	38	0.44	1.1	Yes	No	Yes¹	Yes
RD 50	ExtraClear	neutral blue	46	15	12	92	27	15	58	33	0.37	1.1	Yes	No	Yes¹	Yes

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ; U-values according to EN 673.

All information regarding further processing is for general information only. For further information please consult GUARDIAN processing directives for coated glass or contact GUARDIAN's technical department.

Coatings on green float glass on request.

¹ Consult GUARDIAN processing directives or contact GUARDIAN

² DIBt regulated product in Germany

Product	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g _{EN} /0.87	U value (EN 673)	
	Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption			Air	Argon
	[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]	[%]		[W/m²K]	[W/m²K]
Double Glazing 6-16-4. SunGuard® Dry on surface #1, SunGuard® High Selective or HP on surface #2											
HIGH SELECTIVE SNX 60/28	58	14	15	93	25	36	39	27	0.32	1.3	1.0
HIGH SELECTIVE SN 70/41	68	12	13	96	37	30	33	40	0.46	1.4	1.1
HIGH SELECTIVE SN 70/37	68	14	15	94	35	32	33	37	0.43	1.3	1.0
HIGH SELECTIVE SN 62/34	61	16	18	95	31	34	35	33	0.38	1.3	1.0
HIGH SELECTIVE SN 51/28	49	14	23	92	25	33	42	27	0.31	1.3	1.0
HIGH SELECTIVE SN 40/23	39	17	32	91	20	32	48	23	0.26	1.3	1.0
HP NEUTRAL 60/40	59	25	21	94	36	32	32	39	0.45	1.4	1.1
HP NEUTRAL 50/32	49	24	22	95	28	34	38	31	0.36	1.4	1.1
HP SILVER 43/31	42	32	16	95	28	34	38	31	0.36	1.4	1.2
HP ROYAL BLUE 41/29	40	27	33	94	25	26	49	28	0.32	1.4	1.1
HP BRIGHT GREEN 40/29	39	38	24	96	25	24	51	28	0.32	1.4	1.1
HP BRONZE 40/27	39	16	24	90	23	24	53	26	0.30	1.4	1.1
HP SILVER 35/26	34	44	24	98	23	40	37	26	0.30	1.4	1.2

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ; U-values according to EN 673.

Product	Visible light				Solar energy			Solar factor (g) EN 410	Shad. Coefficient g _{EN} /0.87	U value (EN 673)	
	Transmission	Reflection outside	Reflection inside	Colour rendering index	Direct transmission	Reflection outside	Absorption			Air	Argon
	[%]	[%]	[%]		[%]	[%]	[%]	[%]		[W/m²K]	[W/m²K]
Triple Glazing 6-12-4-12-4. SunGuard® Dry on surface #1, SunGuard® High Selective or HP on surface #2, ClimaGuard® Premium on surface #5											
HIGH SELECTIVE SNX 60/28	52	15	18	91	22	37	39	25	0.29	0.5	0.7
HIGH SELECTIVE SN 70/41	60	15	16	94	31	32	37	36	0.41	0.5	0.7
HIGH SELECTIVE SN 70/37	60	16	17	93	29	33	38	34	0.39	0.5	0.7
HIGH SELECTIVE SN 62/34	54	18	20	93	26	35	39	30	0.34	0.5	0.7
HIGH SELECTIVE SN 51/28	44	15	24	91	21	34	45	25	0.29	0.5	0.7
HIGH SELECTIVE SN 40/23	35	18	31	90	17	33	50	21	0.24	0.5	0.7
HP NEUTRAL 60/40	52	27	22	92	29	34	37	34	0.39	0.5	0.7
HP NEUTRAL 50/32	43	25	23	93	23	35	42	28	0.32	0.5	0.7
HP SILVER 43/31	37	33	18	94	21	35	44	26	0.30	0.5	0.7
HP ROYAL BLUE 41/29	35	28	31	93	20	27	53	25	0.29	0.5	0.7
HP BRIGHT GREEN 40/29	35	38	25	94	20	25	55	24	0.28	0.5	0.7
HP BRONZE 40/27	34	17	26	89	19	25	56	23	0.26	0.5	0.7
HP SILVER 35/26	30	44	24	96	18	41	41	22	0.25	0.5	0.7

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ; U-values according to EN 673.

Product	Visible light		Solar factor (g) EN410	U value (EN 673)
	Transmission	Reflection		Argon
	[%]	[%]	[%]	[W/m²K]
Double Glazing 4-16Ar-4				
CLIMAGUARD PREMIUM (on surface #3)	78	13	60	1.1
CLIMAGUARD 1.0 (on surface #3)	68	24	51	1.0
CLIMAGUARD PREMIUM T (on surface #2)	75	15	53	1.1
Triple Glazing 4-12Ar-4-12Ar-4				
CLIMAGUARD PREMIUM T (on surface #3)	67	18	49	0.7
CLIMAGUARD PREMIUM (on surface #5)				
CLIMAGUARD PREMIUM T (on surface #2)	67	19	46	0.7
CLIMAGUARD PREMIUM (on surface #5)				
CLIMAGUARD NRG T (on surface #2)	71	18	59	0.8
CLIMAGUARD NRG (on surface #5)				
CLIMAGUARD NRG T (on surface #3)	71	18	61	0.8
CLIMAGUARD NRG (on surface #5)				

The performance values shown are nominal and subject to variations due to manufacturing tolerance. Spectra-photometric values according to EN 410 ; U-values according to EN 673.

All information regarding further processing is for general information only. For further information please consult GUARDIAN processing directives for coated glass or contact GUARDIAN's technical department.

SunGuard® Vision		Ceramic Frit - Monolithic Glass	Ceramic Frit - Insulating Glass
SunGuard® Solar	NEUTRAL 67	SSG 52 on #2 + Ferro System140 12 4061 on #2	SG Solar Neutral 67 on #2 + Frit on #4
	LIGHT BLUE 52	SSG 52 on #2 + Ferro System140 12 4061 on #2	SG Solar Light Blue 52 on #2 + Frit on #4
	SILVER GREY 32	SG Solar Silver Grey 32 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG Solar Silver Grey 32 on #2 + Frit on #4
	ROYAL BLUE 20	SG Solar Royal Blue 20 on #2 + Ferro System140 12 4060 on #2	SG Solar Royal Blue 20 on #2 + Frit on #4
	SILVER 20	SG Solar Silver 20 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG Solar Silver 20 on #2 + Frit on #4
	BRIGHT GREEN 20	SG Solar Bright Green 20 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG Solar Bright Green 20 on #2 + Frit on #4
	BRONZE 20	SG Solar Bronze 20 on #2 + Ferro System 140 15 4001 on #2	SG Solar Bronze 20 on #2 + Frit on #4
	GOLD 20	-	SG Solar Gold 20 on #2 + Frit on #4
	SILVER 08	SG Solar Silver 08 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG Solar Silver 08 on #2 + Frit on #4

SunGuard® Vision		Ceramic Frit - Monolithic Glass	Ceramic Frit - Insulating Glass
SunGuard® HP	LIGHT BLUE 62/52	-	SG HP Light Blue 62/52 on #2 + Frit on #4
	NEUTRAL 60/40	SG Solar Silver Grey 32 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HP Neutral 60/40 on #2 + Frit on #4
	NEUTRAL 52/41	SSG 52 on #2 + Ferro System140 12 4061 on #2	SG HP Neutral 52/41 on #2 + Frit on #4
	NEUTRAL 50/32	SG Solar Silver Grey 32 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HP Neutral 50/32 on #2 + Frit on #4
	SILVER 43/31	-	SG HP Silver 43/31 on #2 + Frit on #4
	NEUTRAL 41/33	SG Solar Silver Grey 32 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HP Neutral 41/33 on #2 + Frit on #4
	ROYAL BLUE 41/29	SG Solar Royal Blue 20 on #2 + Ferro System140 12 4060 on #2	SG HP Royal Blue 41/29 on #2 + Frit on #4
	AMBER 41/29	-	SG HP Amber 41/29 on #2 + Frit on #4
	BRIGHT GREEN 40/29	SG Solar Green 07 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2 SG Solar Bright Green 20 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HP Bright Green 40/29 on #2 + Frit on #4
	BRONZE 40/27	Bronze body tinted glass + Ferro System140 15 4001 on #2 SG Solar Bronze 20 on #2 + Ferro System 140 15 4001 on #2	SG HP Bronze 40/27 on #2 + Frit on #4
	SILVER 35/26	SG Solar Silver 08 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HP Silver 35/26 on #2 + Frit on #4
SunGuard® High Selective	SNX 60/28	-	SG HS SNX 60/28 on #2 + Frit on #4
	SN 70/41	SSG 52 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HS SN 70/41 on #2 + Frit on #4
	SN 70/37	SSG 52 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HS SN 70/37 on #2 + Frit on #4
	SN 62/34	SSG 52 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HS SN 62/34 on #2 + Frit on #4
	SN 51/28	SG Solar Royal Blue 20 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HS SN 51/28 on #2 + Frit on #4
	SN 40/23	SG Solar Royal Blue 20 on #2 + Ferro System140 15 4001 on #2	SG HS SN 40/23 on #2 + Frit on #4

Increased energy absorption in IGU spandrels may result in both lites requiring heat treatment. The air It must be ensured that SunGuard® spandrels are not exposed to any aggressive media before, during

Type	Design	Interlayer	Thickness	R _w	C	C _{tr}	U _g value	Safety level	
							EN 673	Ball drop EN 356	Pendulum impact EN 12600
			[mm]	[dB]	[dB]	[dB]	[W/m²K]		
Single Glazing									
SR 33.1	3/0.50/3	SR	6	36	-1	-4	5.7	-	1(B)1
SC 44.2	4/0.76/4	SC	9	37	-1	-3	5.7	P1A	1(B)1
SR 44.1	4/0.50/4	SR	8	38	-1	-4	5.7	P1A	1(B)1
SR 44.2	4/0.76/4	SR	9	38	-1	-4	5.7	P2A	1(B)1
SR 44.4	4/1.52/4	SR	10	38	-1	-4	5.7	P4A	1(B)1
SR 55.1	5/0.50/5	SR	10	39	-1	-4	5.6	P1A	1(B)1
SR 55.2	5/0.76/5	SR	11	39	-1	-3	5.6	P2A	1(B)1
SR 66.1	6/0.50/6	SR	12	39	-1	-3	5.6	P1A	1(B)1
SR 66.2	6/0.76/6	SR	13	39	0	-3	5.6	P2A	1(B)1
SR 88.2	8/0.76/8	SR	17	41	-1	-3	5.4	P2A	1(B)1
SR 1010.2	10/0.76/10	SR	21	43	-1	-3	5.2	P2A	1(B)1

Table 13: LamiGlass® Sound Control

Continued

Type	Design	Interlayer	Thickness	R _w	C	C _{tr}	U _g value	Safety level		
			[mm]	[dB]	[dB]	[W/m²K]	Ball drop	Pendulum		
							EN 673	EN 356		
Double Glazing ¹										
25/36	44.2/12/4	PVB	25	36	-2	-5	1.3 (Ar)	P2A	1(B)1	
27/37	33.4/16 /4	PVB	27	37	-2	-6	1.1 (Ar)	P4A	1(B)1	
32/39	44.4/16/6	PVB	32	39	-2	-6	1.1 (Ar)	P4A	1(B)1	
29/39	44.2/16/4	SC	29	39	-1	-5	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
31/41	44.2/16/6	SC	31	41	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
33/41	44.2/18/6	SC	33	41	-2	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
31/42	44.2/16/6	SR	31	42	-2	-6	1.1 (Ar)	P2A	1(B)1	
30/42	44.1/16/6	SR	30	42	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
35/42a	44.2/16/8	SR	35	42	-3	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
35/42b	55.2/16/8	SC	35	42	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
33/42	44.2/16/8	SC	33	42	-2	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
29/43	44.1/14/6	SR	29	43	-3	-8	1.1 (Kr)	P1A	1(B)1	
34/43	44.1/20/6	SR	34	43	-2	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
37/43a	55.2/18/8	SC	37	43	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
37/43b	55.2/18/8	SR	37	43	-1	-6	1.1 (Ar)	P2A	1(B)1	
37/43c	66.2/16/8	SC	37	43	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
37/43d	66.3/16/8	SC	37	43	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
34/44	44.1/16/10	SR	34	44	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
35/44b	44.2/16/10	SC	35	44	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	
36/44	44.1/20/8	SR	36	44	-3	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1	

GUARDIAN PRODUCTS AT A GLANCE

Table 13: LamiGlass® Sound Control

Type	Design	Interlayer	Thickness [mm]	R _w [dB]	C [dB]	C _{tr} [dB]	U _g value EN 673 [W/m²K]	Safety level	
								Ball drop EN 356	Pendulum impact EN 12600
36/45	44.1/18/10	SR	36	45	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
36/46	44.4/16/55.2	PVB/SC	36	46	-3	-8	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
39/45a	44.2/20/10	SC	39	45	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
39/45b	66.3/16/10	SC	39	45	-1	-4	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
37/45	55.2/16/10	SC	37	45	-2	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
34/46	55.1/16/44.1	SR/SR	34	46	-2	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
43/46	66.2/20/10	SR	43	46	-2	-6	1.1 (Ar)	P2A	1(B)1
38/47	44.2/16/66.2	SC / SC	38	47	-2	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
38/48	44.2/16/66.3	SC / SC	38	48	-3	-8	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
46/49	88.2/20/44.2	SC/SC	46	49	-1	-5	1.4 (Air)	P1A	1(B)1
41/49	44.2/20/66.2	SC/SC	41	49	-2	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
38/49	44.3/16/ 66.3	SC/SC	38	49	-3	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
44/49	66.2/20/55.2	SR	44	49	-2	-6	1.1 (Ar)	P2A	1(B)1
42/50	44.3 /20 / 66.3	SC / SC	42	50	-2	-7	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
46/50	88.2/20 /44.2	SC / SC	46	50	-1	-6	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
46/51	88.2/16/66.2	SC / SC	46	51	-1	-5	1.1 (Ar)	P1A	1(B)1
48/51	88.4/20/55.2	SR	48	51	-2	-6	1.1 (Ar)	P4A	1(B)1

Type	Design	Interlayer	Thickness	R _w	C	C _{tr}	U _g value	Safety level	
							EN 673	Ball drop EN 356	Pendulum impact EN 12600
			[mm]	[dB]	[dB]	[dB]	[W/m²K]		
Triple Glazing ¹									
48/37	6 /14/ 44.1/14 /6	SR	48	37	-2	-5	0.6 (Ar)	P1A	1(B)1
45/42	44.2 /12/4/12/8	SC	45	42	-2	-6	0.7 (Ar)	P1A	1(B)1
53/42	44.2/18/4/16/6	PVB	53	42	-1	-5	0.5 (Ar)	P2A	1(B)1
55/42	44.2/18/4/16/44.1	PVB	55	42	-2	-5	0.5 (Ar)	P2A	1(B)1
46/43	44.2/12/5/12/8	SC	46	43	-3	-7	0.7 (Ar)	P1A	1(B)1
47/43	44.1/14/4/14/6	SR	47	43	-1	-7	0.6 (Ar)	P1A	1(B)1
47/44	44.1/12/6 /12/ 8	SR	47	44	-2	-7	0.7 (Ar)	P1A	1(B)1
48/46	44.1/12/6/12/10	SR	48	46	-2	-7	0.7 (Ar)	P1A	1(B)1
48/47	44.1 /12/6/12/10	SR	48	47	-2	-7	0.5 (Kr)	P1A	1(B)1

(PVB) Polyvinyl-Butyral film
(SR) Acoustic PVB film
(SC) Sound control PVB film

(Ar) Argon filling
(Kr) Krypton filling
RWP value per EN ISO 140-3 and 717

¹ With ClimaGuard® Premium – coating on #3 (Triple Glazing: #2+5).
LamiGlass® Sound Control can be combined with all GUARDIAN insulated coatings.

The displayed function values are nominal values. Individual values might deviate due to production and manufacturing tolerances.
The specifications for lighting, solar energy and thermal properties were determined and in accordance with European standards EN 673 and EN 410.
Numerous other tests and glass available.

10.6 Safety glass

Table 14: Safety barrier glass
to EN 12 600 – pendulum impact

Type	Design	Safety level EN 12600
LamiGlass 22.1	F loat glass 2+2; 0.38 mm PVB	2(B)2
LamiGlass 32.1 ¹	F loat glass 3+2; 0.38 mm PVB	2(B)2
LamiGlass 33.1	F loat glass 3+3; 0.38 mm PVB	2(B)2
LamiGlass 33.2	F loat glass 3+3; 0.76 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 33.4	F loat glass 3+3; 1.52 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 43.1 ¹	F loat glass 4+3; 0.38 mm PVB	2(B)2
LamiGlass 43.2 ¹	F loat glass 4+3; 0.76 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 44.1	F loat glass 4+4; 0.38 mm PVB	2(B)2
LamiGlass 44.2	F loat glass 4+4; 0.76 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 44.4	F loat glass 4+4; 1.52 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 44.6	F loat glass 4+4; 2.28 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 55.1	F loat glass 5+5; 0.38 mm PVB	2(B)2
LamiGlass 55.2	F loat glass 5+5; 0.76 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 55.4	F loat glass 5+5; 1.52 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 66.1	F loat glass 6+6; 0.38 mm PVB	2(B)2
LamiGlass 66.2	F loat glass 6+6; 0.76 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 64.2 ¹	F loat glass 6+4; 0.76 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 66.4	F loat glass 6+6; 1.52 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 88.1	F loat glass 8+8; 0.38 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 88.2	F loat glass 8+8; 0.76 mm PVB	1(B)1
LamiGlass 88.4	F loat glass 8+8; 1.52 mm PVB	1(B)1
LamiGlass Sound Control 44.2 SC	F loat glass 4+4; 0.76 mm PVB-SC	1(B)1
LamiGlass Sound Control 33.1 SR	F loat glass 3+3; 0.50 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 33.2 SR	F loat glass 3+3; 0.76 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 44.1 SR	F loat glass 4+4; 0.50 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 44.2 SR	F loat glass 4+4; 0.76 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 44.4 SR	F loat glass 4+4; 1.52 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 44.6 SR	F loat glass 4+4; 2.28 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 55.1 SR	F loat glass 5+5; 0.50 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 55.2 SR	F loat glass 5+5; 0.76 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 66.1 SR	F loat glass 6+6; 0.50 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 66.2 SR	F loat glass 6+6; 0.76 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 66.4 SR	F loat glass 6+6; 1.52 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 88.2 SR	F loat glass 8+8; 0.76 mm PVB-SR	1(B)1
LamiGlass Sound Control 88.4 SR	F loat glass 8+8; 1.52 mm PVB-SR	1(B)1

Table 15: Break-resistant glass acc. to EN 356

Type	Design	Safety level EN 356
LamiGlass 33.2	Float glass 3+3; 0.76 mm PVB	P2A
LamiGlass 33.4	Float glass 3+3; 1.52 mm PVB	P4A
LamiGlass 44.2	Float glass 4+4; 0.76 mm PVB	P2A
LamiGlass 44.3	Float glass 4+4; 1.14 mm PVB	P3A
LamiGlass 44.4	Float glass 4+4; 1.52 mm PVB	P4A
LamiGlass 44.6	Float glass 4+4; 2.28 mm PVB	P5A
LamiGlass 55.6	Float glass 5+5; 2.28 mm PVB	P5A
LamiGlass 66.6	Float glass 6+6; 2.28 mm PVB	P5A
LamiGlass Sound Control 44.2 SC	Float glass 4+4; 0.76 mm PVB-SR	P1A
LamiGlass Sound Control 33.2 SR	Float glass 3+3; 0.76 mm PVB-SR	P2A
LamiGlass Sound Control 44.1 SR	Float glass 4+4; 0.50 mm PVB-SR	P1A
LamiGlass Sound Control 44.2 SR	Float glass 4+4; 0.76 mm PVB-SR	P2A
LamiGlass Sound Control 44.4 SR	Float glass 4+4; 1.52 mm PVB-SR	P4A
LamiGlass Sound Control 44.6 SR	Float glass 4+4; 2.28 mm PVB-SR	P5A
LamiGlass Sound Control 66.2 SR	Float glass 6+6; 0.76 mm PVB-SR	P2A
LamiGlass Sound Control 66.4 SR	Float glass 6+6; 1.52 mm PVB-SR	P4A

GUARDIAN audited designs (As of 07/2012).

GUARDIAN PRODUCTS AT A GLANCE

Table 16: Ball resistant glazing –
according to DIN 18032-3

Type	Design	Safety level EN 356
LamiGlass 44.2	Float glass 4+4; 0.76 mm PVB	ball resistant

GUARDIAN audited designs (As of 07/2012).

9.1 European-relevant norms for glass

The most important international norms for the assessment and the use of glass in connection with buildings are:

EN 81	Safety rules for the construction and installation of lifts
EN 101	Ceramic tiles; Determination of scratch hardness of surface according to Mohs
EN 356	Glass in building – Security glazing – Testing and classification of resistance against manual attack
EN 410	Glass in building – Determination of luminous and solar characteristics of glazing
EN 572	Glass in building – Basic soda lime silicate glass products
EN 673	Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) - Calculation method
EN 674	Glass in building – Determination of the thermal transmittance (U value) - Guarded hot plate method
EN 1063	Glass in building – Security glazing – Testing and classification of resistance against bullet attack
EN 1096	Glass in building – Coated glass
EN 1279	Glass in building – Insulated glass units
EN 1363	Fire resistance tests
EN 1364	Fire resistance tests on non load-bearing elements
EN 1522/1523	Windows, doors, shutters and blinds – Bullet resistance
EN 1627 - 1630	Burglar resistant construction products – Requirements and classification, test methods for the determination of resistance under static and dynamic loading and to manual burglary attempts
EN 1748	Glass in building – Special basic products
EN 1863	Glass in building – Heat strengthened soda lime silicate glass
EN 10204	Metallic products – Types of inspection documents
EN 12150	Glass in building – Thermally-tempered soda lime silicate safety glass
EN 12207	Windows and doors – Air permeability – Classification
EN 12208	Windows and doors – Watertightness – Classification
EN 12412	Thermal performance of windows, doors and shutters

EN 12488	Glass in building – Glazing requirements – Assembly rules
EN 12600	Glass in building – Pendulum tests
EN 12758	Glass in building – Glazing and airborne sound insulation
EN 12898	Glass in building – Determination of the emissivity
EN 13022	Glass in building – Structural sealant glazing
EN 13123, Teile 1 - 2	Windows, doors and shutters – Explosion resistance
EN 13501	Fire classification of construction products and building elements
EN 13541	Glass in building – Security glazing – Testing and classification of resistance against explosion pressure
EN 14179	Glass in building – Heat soaked thermally tempered soda lime silicate safety glass
EN 14449	Glass in building – Laminated glass and laminated safety glass
EN 15434	Glass in building – Product standard for structural and/or ultra-violet resistant sealant
EN 15651	joint sealants for non load bearing applications in buildings and on pedestrian paths
EN 20 140	Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements
EN ISO 140- 3	Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements
EN ISO 717-1	Acoustics – Rating of sound insulation ...
EN ISO 1288, Teile 1 - 5	Glass in building – Bending strength of glass
EN ISO 9050	Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors
EN ISO 10077	Thermal performance of windows, doors and shutters
EN ISO 12543	Glass in building – Laminated glass and laminated safety glass
EN ISO 13788	Hygrothermal performance of building components and building elements

