

Emberi tényezők

Látható fényáteresztés

A látható fényáteresztés a látható fény spektrum azon része, mely átjut az ablaküvegen. Ez a üvegtulajdonság nem befolyásolja közvetlenül az épület fűtését és hűtését, azonban fontos tényező az energiatakarékos ablakok értékelésekor. Az fényáteresztést befolyásolja az üveg típusa, a rétegek száma, és minden üvegre felvitt bevonat. Ezek a hatások részletesebben a különféle ablakok és bevonó-technológiák áttekintésekor kerülnek kifejtésre. Az ablakok látható fényáteresztése a víztiszta üveg több, mint 90 %-os áteresztésétől az erősen tükrös bevonattal rendelkező színezett üveg kevesebb, mint 10 %-os értékéig terjed.

A látható fényáteresztés fontos tényező a napfény, a kilátás, a belátásvédelem, illetve a beltéri bútorozás ragyogásának illetve fakulásának szabályozása terén. Sokszor ellentétes hatások lépnek fel: a magas fényáteresztés szükséges a jó kilátáshoz éjszaka, ez azonban ragyogást eredményezhet napközben. Ezeknek az ellentétes igényeknek meg lehet felelni magas fényáteresztésű üveggel, melyre ablak-kiegészítőket telepítenek, úgy mint árnyékolókat vagy redőnyöket, amik szabályozzák az áteresztést a változó igényeknek megfelelően.

Az NFRC (az amerikai Nemzeti Ablakbesorolási Tanács) a címkéin megadja a látható fényáteresztés értékét. Figyelembe kell venni, hogy az NFRC az egész ablakra vonatkozó értéket adja meg, mely az üveg és a keret hatását is magában foglalja. Sok olyan eset van, amikor csak az üveg fényáteresztési értékére van szükség, ezért fontos megbizonyosodni arról, hogy a megfelelő jellemzők kerüljenek összehasonlításra.

Régebben az olyan ablakok, melyek a naphőfelvételt (színezéssel vagy bevonattal) csökkentették, egyúttal a látható fényáteresztést is csökkentették. Azonban az új jó teljesítményű színezett üvegek és az alacsony naphőfelvételű low-E bevonatok lehetővé tették a naphőfelvétel csökkentését a látható fényáteresztés minimális csökkentésével. Mivel a naphőfelvétel- és a fény szabályozás szétválasztásának elve nagyon fontos, kifejlesztették a fényáteresztés/naphőfelvétel arányát (LSG).

Az LSG-t a látható fényáteresztés (VLT) és a naphőfelvételi együttható (SHGC) arányaként definiáljuk. Például egy duplarétegű víztiszta ablak 0.81-es látható fényáteresztéssel (VLT) és 0.76 naphőfelvételi együtthatóval rendelkezik, így az LSG értéke $VLT/SHGC = 1.07$. Bronzzal színezett duplafalú üvegnek 0.62 a látható fényáteresztése és 0.62 a naphőfelvételi együtthatója, mely 1-es LSG arányt eredményez. A példa jól mutatja, hogy míg a bronz színezés csökkenti az SHGC-t, a VLT-ét még jobban csökkenti a víztiszta üveghez képest. A kétrétegű ablak jó teljesítményű színezéssel viszonylag magas, 0.69-es VLT értékkel rendelkezik, de az SHGC alacsonyabb, 0.48 – mely 1.44-es LSG értéket ad –, ez sokkal jobb, mint a bronzal színezett üveg értéke. Egy kétrétegű alacsony naphőfelvételi értékkel rendelkező low-E bevonatos üveg 0.39-re csökkenti le az SHGC-t, de 0.70-es VLT-t tart meg, mely viszonylag magasnak számít, 1.79-es LSG arányt eredményez, mely sokkal jobb, mint a víztiszta vagy a színezett üveg értéke.

Ragyogásvédelem

Annak ellenére, hogy a napfény általában kívánatos dolog, a túl sok közvetlen fény, különösen ami kisebb nyílásokon hatol be, kellemetlen ragyogást okozhat. A ragyogással kapcsolatos problémák akkor lépnek fel, ha a fényforrás sokkal fényesebb, mint a környező helyiségfelületek. A megfelelő vizuális kényelem biztosítása elsődleges fontosságú kell, hogy legyen az olyan helyiségekben, ahol megerőltető vizuális feladatokat végeznek, úgy mint az otthoni irodákban. Ha olyan ablak kerül kiválasztásra, amelyik csökkenti a látható fényátersztést, akkor a ragyogás lehetősége is csökken. Azonban sokszor az a cél, hogy ragyogásvédelem mellett annyi napfény jusson a helyiségbe, amennyi csak lehetséges. Ezt a tér építészeti tervezésével illetve túlnyúló tetőkkel, függönyökkel és árnyékolókkal lehet megoldani. Figyelembe kell venni, hogy az NFRC által megadott fényátersztési érték (VLT) számol mind a keret, mind az üveg fényblokkoló hatásával.

Hőérzet

A leendő ablakvásárlót meg lehet győzni energiatakarékos termékek vásárlásáról a megspórolt energia alapján, de a kényelem, amit a jó hatékonyságú ablakok biztosítanak, egy még meggyőzőbb érv a vásárlás mellett. Annak ellenére, hogy a drágább energiatakarékos ablakoknál az energia-megtakarítással megtérül a plusz költség, a nagyobb kényelem a helyiségben közvetlenül hatással van a tér minőségére és hasznosságára. Gazdaságos ablakokkal felszerelt házak monitorvizsgálatai során rendre ilyen véleményeket jegyeznek fel: „Egy hideg estén is az ablak mellett ülhetek, anélkül hogy vastag pulóvert kellene viselnem!”

A kényelmes hőérzetet a levegő hőmérséklete, a páratartalom, a légmozgás, a sugárzási középhőmérséklet, és a közvetlen napsugárzás

jelenléte határozza meg. A szoba felületi hőmérsékleteinek, melyek a sugárzási középhőmérsékletet határozzák meg, nagy hatása lehet a hőérzetre. Annak ellenére, hogy a szoba levegője kellemes hőmérsékletű, a helyiségben tartózkodók mégis kényelmetlenül érezhetik magukat az ablakfelületek sugárzási hőátadásának következtében. Az ablakfelületek hőmérséklete sokkal jelentősebben ingadozik, mint a szoba többi felületének a hőmérséklete. Ennek eredményeképp az ablakok meg tudják határozni a hőérzetet a helyiségben. Minél hatékonyabb az ablak, annál kevésbé fog eltérni az ablak felületi hőmérséklete a kondicionált szobalevegő hőmérsékletétől, és annál kevesebb kellemetlenséget fog érezni az ember télen.

A kellemetlenség forrásai

Az ablakok számos módon befolyásolják az ember kényelemérzetét. Egy hideg téli este a kinti hőmérséklet a szobahőmérséklet alá hűti le az ablak belső felületét; hogy mennyire hűl le az üveg hőmérséklete, az az ablak szigetelési képességétől függ. Ha az ember ki van téve a hideg hőmérséklet hatásainak, akkor jelentős sugárzási hőmérsékletvesztést fog érezni a hideg felülettel szemben, és ezért kellemetlenül érzi majd magát, akkor is, ha a szobalevegő hőmérséklete kellemes. Minél közelebb van az ember az ablakhoz, annál jobban fogja érezni ezt a hatást. Sugárzási asszimetriának nevezzük azt a jelenséget, hogy az említett hővesztés a test egyik felén jobban jelentkezik, mint a másik felén, és ez további kellemetlen érzéshez vezet. A sugárzási asszimetria ismerős példája az az érzés, amikor a tábornüzet körbeülik az emberek egy téli este. A tűzzel szemben a test forró, míg a tűztől távol lévő testrészek hidegek. A hideg ablak esetében az ember fázhat meleg ruhákban 70°F (21°C) fok hőmérsékletű szobában, ha a teste egy része hőt veszít a hideg ablakkal szemben.

A huzat az ablak közelében a második fő forrása a téli kellemetlen érzetnek. Sok ember helytelenül a nem jól záró ablaknak tulajdonítja a huzatot, miközben ezt igazából a hideg ablakfelület által kiváltott hideg levegőáramlások okozzák. Az ablak melletti levegő hidegebb és leszáll a padlóhoz. Meleg levegő áramlik a helyére a plafonról, mely szintén lehűl. Így légmozgás alakul ki, mely huzatos érzetet kelt és felgyorsítja a hőveszteséget. A hideg levegő által kiváltott huzat a sugárzás kellemetlen érzésével együtt lép fel. Ez hangsúlyozza a szigetelő üveg szükségességét, mely maximalizálja a belső üvegfelület hőmérsékletét hideg környezeti körülmények mellett is.

Huzatot a nem jól szigetelő ablak is okozhat. Az ablakrepedés a rossz beépítés és/vagy a nem hatékony szigetelés következménye lehet. Az ilyen jellegű huzat közvetlen összefüggésben van a légszivárgás mértékével. A sugárzási hőveszteség, a konvektív áramlatok a hideg ablakfelületekről, és a légszivárgásból származó huzat mind arra készítetik az embereket, hogy feljebb tegyék a fűtést. Azonban ahogy az fent kifejtésre került, ennek kevés hatása van a kényelemérzet növelésére. A közvetlen napsugárzásnak is elég egyértelmű hatása van a hőérzetre. Hideg időszakokban a (mészkelt) napsugárzás kellemes érzés lehet. Meleg időben azonban mindig jelentősen csökkenti a komfortérzetet. Gyakran lehúzzuk a redőnyöket, megakadályozva ezzel a napfény bejutását, annak ellenére, hogy így nem élvezhetjük a kilátást az ablakból. Csakúgy, mint amikor télen felcsavarjuk a fűtést, nyáron légkondicionálóval próbáljuk a meleg ablakfelületek és a nap hatásait ellensúlyozni. Ha a légkondicionáló berendezés nem megfelelő méretű, vagy nincs jól felszerelve, akkor a helyiség néhány része kellemes hőmérsékletű, míg más részek nem, jelentős energiaveszteséget okozva ezzel.

A napsugárzás megnöveli az üveg felületi hőmérsékletét. Az üveg elnyelési képességétől és a környezeti feltételektől függ, hogy mennyire melegszik fel a felület hőmérséklete. Az átlagos víztiszta ablaküvegek nem nyelnek el elég napsugárzást ahhoz, hogy jelentős legyen a hőmérsékletkülönbségük. A színezett üveg felületi hőmérséklet-emelkedése számottevő lehet. Annak ellenére, hogy a rosszul szigetelt színezett üveg egész kellemes érzést nyújthat egy hűvös, napsütéses időben, alkalmazása mégsem javasolt – éjszaka és egy forró nyári nap katasztrofális hatása lenne a komfortérzetre. Nyáron a színezett üveg és a víztiszta, színezett fóliával ellátott üveg belső felülete forróvá válhat. Néhány színezett üvegfelület akár a 140°F-et (60°C-ot) is elérheti. Ezek a felületek sugározzák a hőt az épületben tartózkodók felé, és meleg levegő-áramlatokat is kelthetnek, melyek rossz érzetet keltenek.

Az ablakok kényelmes hőérzeten alapuló összehasonlítása

Figyelembe kell venni a kényelmes hőérzet mérésének fontosságát. A klíma meghatározza, hogy a téli vagy a nyári komfortérzet fontosabb-e és mennyire. Ezen kívül fontosabb a kellemes hőérzet olyan helyzetekben, amikor nagy az üvegfelület, vagy ha az emberek közel ülnek az ablakhoz. A téli komfort index megadja azt a külső minimum hőmérsékletet, aminél még egy adott ablak mellett a házban kellemesen érzi magát az ember. Ez az index közel 60°F (15,5°C) az egyrétegű ablak esetén ($U=1.02$). Ez azt jelenti, hogy ennél alacsonyabb kinti hőmérsékletnél az ablak kényelmetlen érzetet válthat ki. A duplarétegű ablak mutatója ($U=0.48$) lecsökken 44.2°F-ra (6,6°C) és a víztiszta háromrétegű ablak esetén ($U=0.30$) 28.2°F-ra (-2,2°C). Az alacsony naphőfelvételes low-E bevonattal rendelkező kétrétegű ablak tovább csökkenti a téli komfort indexet 20.8°F-re (-6,6°C) illetve 16.7°F-re (-8,8°C). A háromrétegű, low-

E bevonatos ablakok teljesítenek a legjobban a téli komfort index tekintetében -18.4 -tól -21.5°F -ig terjedő értékkel (mínusz $27,7$ -től mínusz $29,4$ $^{\circ}\text{C}$ -ig), mely azt jelenti, hogy kényelmes hőérzetet biztosítanak mindaddig, amíg a hőmérséklet e fagypont alatti hőmérsékletek felett marad.

Az Építészeti Központ által kifejlesztett nyári komfort indexet kétféle módon lehet meghatározni. Az első csak a szórt napsugárzást foglalja magába, feltételezve, hogy a közvetlen napfénynek kitett ember vagy elmegy arról a helyről vagy leárnyékolja a helyiséget. A második megközelítés magában foglalja a közvetlen és a szórt napsugárzást is. A szórt sugárzási értékek alább kerülnek bemutatásra. A nyári komfort index a víztiszta üvegek esetében 1.00 körül mozog, függetlenül attól, hogy egy-, két-, vagy háromrétegű az üveg ($\text{SHGC}=0.60-0.80$). Színezett bronz egyrétegű üveg ($\text{SHGC}=0.62$) a nagyobb hőelnyelése és a magasabb felületi hőmérséklete miatt még rosszabb nyári komfort index-értékkel rendelkezik (1.06), mint a víztiszta üveg. A low-E bevonatok különböző típusai nagyon különbözően teljesítenek a nyári komfortérzet területén. Nagy naphőfelvételes low-E bevonatos kétrétegű üvegnek ($\text{SHGC}=0.59$) a nyári komfort indexe 1.00 , míg a kétrétegű üvegnél alacsony naphőfelvételes low-E bevonattal ($\text{SHGC}=0.36$) ez az érték sokkal alacsonyabb: 0.53 . A háromrétegű egységeknél a nagy naphőfelvételes low-E bevonat ($\text{SHGC}=0.45$) 0.82 -re javítja a nyári komfort indexet, de még mindig jóval az alacsony naphőfelvételes low-E bevonat 0.51 -es értéke felett marad ($\text{SHGC}=0.31$).

Jobb hatékony ablakot beépíteni, mint a fűtésre, szellőztetésre és a légkondicionáló berendezésre hagyatkozni a hőérzettel kapcsolatos problémák megoldásakor. A hűtő-, szellőztető- és klímarendszerek nemcsak egyenetlen beltéri klímát eredményeznek, csak részében oldva meg a kellemetlen hőérzetet, hanem a túlterhelt napokon az áramkimaradások is rendkívül kellemetlen körülményekhez vezethetnek.

A rossz energia-tulajdonsággal rendelkező ablak szintén kellemetlen érzetet kelt. A jobb energia-tulajdonsággal rendelkező ablak általában jobb hőérzetet biztosít, mint a rosszabbul teljesítő. A jobban teljesítő ablakokért többet kell fizetni, de ezt a fűtési költségeken való megtakarítás viszonylatában kell nézni; a kellemes hőérzet egyértelmű előny és plusz értéként kell tekinteni rá, melyért érdemes fizetni az ablakok kiválasztásakor. Nem igazán érdemes pénzt költeni olyan helyiség fejlesztésére vagy építésére, mely néhány időszakban nem használható a kellemetlen hőérzetből fakadó problémák miatt.