



HI-SMART: HIGHER EDUCATION PACKAGE FOR NEARLY ZERO ENERGY AND SMART BUILDING DESIGN

2. MODUL

2. FEJEZET: NAGY TELJESÍTMÉNYŰ ABLAKOK A KÖZEL NULLA ENERGIAIGÉNY ÉPÜLETEKBEN

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



2.2 NAGY TELJESÍTMÉNYŰ ABLAKOK A KÖZEL NULLA ENERGIAIGÉNY ÉPÜLETEKBEN

2.2.1 ABLAKOK AZ ÉPÍTÉSI KÖRNYEZETBEN

A közel nulla energiaigényű épületek célja, hogy nagyon magas energiateljesítményre vonatkozó követelményeket tartsanak tiszteletben. Ezek az épületek jellemzően magas szintű szigetelést, nagyon energiatakarékos ablakokat, magas szintű légzárást és kiegyensúlyozott mechanikus szellőzést tartalmaznak hővisszanyeréssel a fűtési/hűtési igény csökkentése érdekében. Bár a közel nulla vagy nagyon alacsony energiaszükségletet jelentős mértékben megújuló energiaforrásokból származó energiával kell fedezni, fontos szerepet játszik az épített anyagok és elemek minősége, hogy az épületbe egyszer bevitt energiát megőrizzék.

Kétségtelen, hogy az energiatakarékosság szempontjából az ablaktípus helyes megválasztása kulcsfontosságú. Ezért a megfelelő tulajdonságokkal rendelkező, nagy teljesítményű ablakok kiválasztása drámaian csökkentheti az épület energiafelhasználását és működési költségeit. Az ablakok vagy ablakrendszerek az épület hőszigetelő burkolatának fontos, szerves részét képezik, amely más gépészeti rendszerekre is közvetlen hatást gyakorol. A legfontosabb tulajdonságok, amelyeket figyelembe kell venni, a következők:

- energetikai tulajdonságok :
 - U értékek ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
 - g érték (-), más néven napenergia hőnyereség együttható (SHGC)
 - optikai tulajdonságok: - LT - fényáteresztés
 - Rt - fényvisszaverő képesség

Manapság egy korai tervezési fázisban végzett épületszimuláció meg tudja mondani, hogy az átlátszatlan és az átlátszó szerkezetek közötti kívánt arány az energiahatékony tervezéshez vezethet-e vagy sem, a vizuális feladatok vagy a higiéniai kritériumok betartásával párhuzamosan. A modern szimulációs szoftvereszközök lehetővé teszik, hogy ezt az arányt paraméteres bemenetként megváltoztassuk, és így fontos információt adnak az építészek számára a forma és az építészeti kifejezés meghatározásához.

Mivel a modern épületek, amelyek az organikus építészet révén a természetből merítenek ihletet, nagymértékben támaszkodnak az átlátható szerkezetekre, nemcsak az anyagok megfelelő kiválasztása, hanem e rendszerek gyártása is nagyon fontos.

A következő problémák befolyásolhatják az ablak rendszerek teljesítményét:

- Termikus áthidalás
- Termikus és vizuális kényelem
- HVAC és világítás
- Akusztikai tulajdonságok
- Vízbehatolás

Ha a hőhidak leginkább az egyes ablakelemek megfelelő összetételével és beépítésével függnék össze, akkor az ablakkeretek beépítésénél figyelembe kell venni a hőszigetelő szüneteket is, amelyek hiánya nemcsak energiavesztéshez (lineáris hőhidak), hanem páralecsapódáshoz és karbantartási problémákhoz is vezethet.

A hőkomfort leginkább az épületbe behatoló sugárzó hővel függ össze, amelyet egyensúlyba kell hozni a belső fűtési és hűtési terhekkal. Az ablakokon keresztül érkező hő kedvező, ha a fűtési időszakban szükség van rá, de túlzott mértékben befolyásolhatja a hűtési terheket, és kellemetlen érzést okozhat a lakók számára.

A napfényre való tervezés olyan hatékony stratégia, amelyet nem szabad elhanyagolni. A nagy üvegfelületeket úgy választják ki, hogy maximalizálják a látható fény bejutását, de sok esetben a végső lépésekben színezní kell. A hiányzó vagy nem megfelelő árnyékoló eszközök káprázást okozhatnak. Ezért optimális egyensúlyt kell teremteni a vizuális kényelem és a fényáteresztés között. Szlovákiában legalább a $LT = 60\%$ -os értéket írják elő.

A megfelelő nappali világítással történő tervezéssel megtakarítható a mesterséges világítás igénye, és csökkenthető a HVAC-rendszerek mérete és energiaigénye, mivel a nagy teljesítményű ablakok és üvegezési rendszer befolyásolja az épületek fűtési és hűtési csúcsterhelését.

Az akusztikai tulajdonságok döntő fontosságúvá válnak, ha az épület a zajforrás közelében helyezkedik el, például forgalmas közlekedési területeken, technológiai létesítményekben vagy repülőtereken. Az üvegezési rendszer megfelelő összetételét, beleértve a különböző vastagságú üvegeket is, ki kell számítani, gyakran további szellőztetőegységekkel kombinálva, mivel ezeket az ablakokat úgy tervezték, hogy kinyitás nélkül lehessen működtetni.

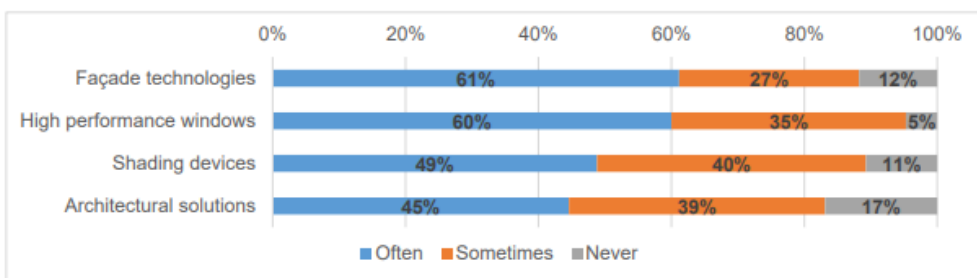
A víz behatolása minden épületszerkezeti elemnél problémát jelent, és többnyire a megfelelő részletességű tervezés kérdése. Míg maga az üvegezési rendszer általában nagy ellenállással rendelkezik a párával szemben, a keretezés kialakítása és a szomszédos burkolati elemekkel való kapcsolata gyenge pontokat hozhat létre, amelyek lehetővé teszik az esővízcsatornák kialakulását. Az eredmény nemcsak a belső burkolatok károsodása,

hanem a beltéri levegő minőségének romlása és a szomszédos szerkezetek energiateljesítményének romlása is.

Az ablakok a passzív energiahatékonysági megoldások részét képezik:

- az épületburkolati megoldások - az összes elem, mint például a falak, tetők stb.
- passzív hűtési stratégiák, például természetes szellőzés, árnyékolás stb.

Ez a passzív megoldás az épületszerkezet és a berendezések magját mutatja be. Mivel élettartamukat az épület gazdaságos felhasználása mentén tervezték, a könnyű karbantarthatóság és a közeljövőben történő lecserélés elkerülése érdekében is úgy kell kiválasztani őket.



1. ábra Az nZEB-ekben alkalmazott passzív megoldások százalékos aránya. (ZEBRA 2020)

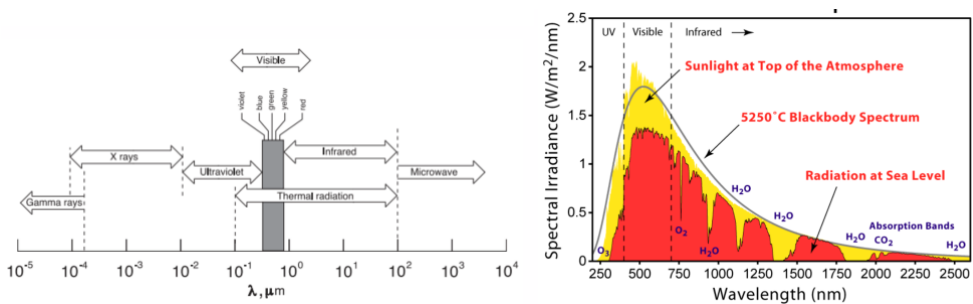
A felmérések szerint a szakemberek leginkább a homlokzati technológiákat és a nagy teljesítményű ablakokat használták a nZEB-ek megvalósítása során. Az építészeti megoldásokat, például a természetes megvilágítást és a passzív hűtést kevésbé választották a lehetőségek közül.

2.2.2 NAPSUGÁRZÁS ÉS ABLAKOK

A napsugárzás a Nap által kibocsátott elektromágneses sugárzás általános megnevezése. Ahogy a napsugárzás áthalad a légkörön, egy részét elnyeli, szétszórja vagy visszaveri a vízgőz, a por, a szennyező anyagok és a légkör egyéb összetevői. Ennek eredménye a diffúz napsugárzás.

A Föld felszínére diffúzió nélkül érkező napsugárzást közvetlen napsugárzásnak nevezzük. A közvetlen és a diffúz sugárzás összegét nevezzük globális napsugárzásnak. A légköri viszonyok különböző mértékben csökkenthetik az épületet érő sugárzást. A napsugárzás spektruma közel áll egy fekete testéhez, amelynek hőmérséklete kb. 5800 K. Ennek a sugárzásnak körülbelül a fele (43%) az elektromágneses spektrum látható tartományában

(400-700 nm), a többi része (52%) a közeli infravörös tartományban (700-2500 nm) és néhány (5%) az ultraibolya tartományban (300-400 nm) található.



2. ábra Elektromágneses spektrum és a napsugárzás spektruma

Mivel a spektrum láthatatlan részéből származó napenergia a napenergia több mint 50 %-át teszi ki, a láthatatlan napenergia spektrumának szabályozása különböző üvegezési anyagok és bevonatok segítségével jelentős szerepet játszhat az nZEB-ek tervezésében.

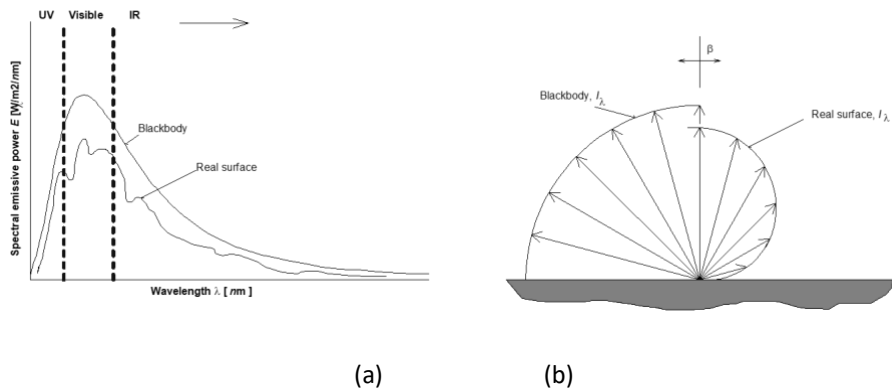
A Föld felszínét érve a sugárzás a hullámhosszától és irányától, valamint az anyag jellegétől függően, amelybe beesik, visszaverődik, átereszt vagy elnyelődik. Félig átlátszó anyagokban (pl. üveglap, víz) mindhárom jelenség bekövetkezik, azaz.

$$\rho(\text{visszaverődés}) + \tau(\text{transzmisszió}) + \alpha(\text{abszorpció}) = 1 \quad (1)$$

Az átlátszatlan anyagokban az átvitel kiesik, és azt alkalmazza, hogy

$$\rho(\text{visszaverődés}) + \alpha(\text{abszorpció}) = 1 \quad (2)$$

Az elnyelt sugárzás megemeli az anyag (tömeg) hőmérsékletét, amely viszont a felesleges hőenergiát sugárzással eltávolítja. A kibocsátott energia mennyisége az emissziós tényezőtől (felületi sugárzás) függ, ε , amely az anyag egyik jellemzője. Az emissziós képesség az anyag felülete által kibocsátott sugárzás és az azonos hőmérsékletű fekete test által kibocsátott sugárzás hányadosa. A fekete test tökéletes elnyelője és kibocsátója a sugárzásnak, míg a napsugárzás intenzitásának hullámhossz szerinti spektrális eloszlása megközelíti a fekete test sugárzás intenzitásának spektrális eloszlását 5800 K hőmérsékleten.



3. ábra: A feketetest és a valós felszíni sugárzás összehasonlítása. (a) spektrális eloszlás, (b) irányított eloszlás (I_λ = sugárzási intenzitás, β = sugárzási szög) (Incropera & DeWitt, 1996).

Egy adott anyag emissziós tényezője a felületének hőmérsékletétől és a kibocsátott sugárzás hullámhosszától függ. De függ a sugárzás irányától is. Az elnyelt sugárzás és az azt követő emisszió spektrális eloszlása eltérő lehet, pl. üveg esetében (a közönséges üveg az elnyelt rövidhullámú sugárzást hosszuhullámú sugárzássá "alakítja").

Az átlátszatlan anyagokat és szerkezeteket a hővezetési tényező (λ) jellemzi. Az átlátszó anyagok esetében a napsugárzás átteresztőképességével kapcsolatos tulajdonságokra összpontosítunk. E tulajdonságok két fő típusát különböztetjük meg - a szoláris és a vizuális tulajdonságokat. A szoláris tulajdonságok többé-kevésbé a napsugárzás teljes spektrumát integrálják, és elsősorban energetikai szimulációkhoz szolgálnak. A vizuális tulajdonságok csak a spektrum látható részére vonatkoznak, és elsősorban a nappali fényszámításokhoz használhatók.

A fent felsorolt jellemzők mellett széles körben használják a napenergia tulajdonságainak globális jellemzőjét a teljes napenergia-átbocsátási együttható, az úgynevezett napenergia-tényező, vagy a g-érték formájában.

A napenergia-tényezőt (összsugárzás-átbocsátási tényező), g , az EN 410:1998 szabvány szerint az üvegezés közvetlen napenergia-átbocsátási tényezőjének, τ_{sol} , és az üvegezés belseje felé irányuló másodlagos hőátadási tényezőjének, q_i , összegeként határozzák meg. A másodlagos hőátadási tényezőt az üvegezés által elnyelt beeső napsugárzás konvekciója és hosszuhullámú infravörös sugárzása okozza. A g-értékre vonatkozó egyenlet a következő:

$$g = \tau_{sol} + q_i \quad (3)$$

A közvetlen napenergia-átbocsátási tényező, τ_{sol} , az üvegezés tulajdonsága. Ez a beeső napsugárzás azon része, amely áthalad az üvegezési rétegen, és úgy írható le, mint az

elsődleges hőnyereség, g_1 , osztva a teljes beeső napenergia hőáramával, φ_e . A másodlagos hőátadási tényező, q_i , az üvegezési rétegek abszorpciósi tényezőjétől, emissziós tényezőjétől (hosszúhullámú infravörös sugárzás), ε , és a hővezetési tényezőtől, λ , beleértve az üregek és felületek hőátadását is. Ez a beeső napsugárzás elnyelt része, amely a belső tér felé vezető és sugárzó hőáramlássá alakul át, és úgy írható le, mint a másodlagos hőnyereség, g_2 , osztva a teljes beeső napenergia hőáramával, φ_e . Ezért a g -érték egy másik egyenlete a következő:

$$g = \frac{g_1 + g_2}{\varphi_e} \quad (4)$$

A szoláris tényező az üvegezési rendszerek egyik legfontosabb jellemzője, mivel lehetővé teszi az üvegezési rendszer jövőbeni teljesítményének azonnali és megbízható értékelését a napfény okozta hőnyereség szempontjából.

A modern üvegezési rendszerek nagymértékben módosított üvegtáblákkal vannak felszerelve. Az üvegek leggyakrabban alkalmazott kezelése a szoláris tulajdonságok javítása szempontjából az úgynevezett bevonatolás vagy galvanizálás. Ez a módszer az üveg emissziós képességének csökkentésén alapul, rendkívül vékony fénoxid-réteg felhordásával. A gyártók elsősorban különböző gyártási technológiákat alkalmaznak:

- **CVD** (kémiai gőzfázisú leválasztás) - "kemény bevonat" egy on-line folyamat ahol a bevonatot a fürdőben viszik fel. Ez a típus csak korlátozottan képes nagy teljesítményű napelemes szabályozási szintek elérésére.

- **Permetezései pirolízis** - egy online eljárás, ahol fénoxidok bevonatát permetezik a felületre, ahol a reakció tartós réteget hoz létre. Ez a típus ipart a hordozó üveg színét és növelheti a fényvisszaverő képességet, így csökkentheti a fényáteresztést.

- **MSVD** - Magnetron Sputter Vacuum Deposition - egy off-line eljárás, ahol a bevonatot vákuumkamrában viszik fel a kész, előre vágott üvegtáblákra. Ez a típus alacsonyabb emissziós tényezőt és jobb szoláris teljesítményt tesz lehetővé. A bevonatréteg jellege miatt a legtöbbet befelé kell zárni vagy laminálni kell, hogy elkerüljék annak károsodását. A legtöbb szolárvezérlésű low-e üveg ezt a technológiát alkalmazza.

Ezekkel a módszerekkel az üveg emissziós tényezőjét körülbelül 0,95-ről (tiszta üveg) 0,2-re vagy még kevesebbre csökkenthetjük. Az üvegezések ezen csoportját alacsony emissziós képességű vagy "low-e" üvegezésnek nevezik.

A low-e réteg helyzete nagyon fontos. Egy tipikus low-e üveg működhethet:

- Solar control low-e**: blokkolja a napsugárzást, hogy csökkentse a napsugárzás okozta nyereséget, ami a hűtési költségek csökkenését eredményezi.

-Passzív low-E: átengedi a napsugárzást

A legjobb teljesítmény érdekében egy légtérben csak egy low-e bevonatot szabad felszerelni. E két alaptípuson kívül létezik színezett, fényvisszaverő, fényvisszaverődést gátló vagy más típusú speciális üveg is.

A bevonási technológia mellett lehetőség van speciális, kívánt spektrális tulajdonságokkal rendelkező fényvisszaverő fóliák (más néven spektrális szelektív fóliák) alkalmazására is. Ennek a technikának az a fő előnye, hogy ezek a fóliák az ablakok beépítése után vagy a régebbi épületek utólagos felszerelése során is alkalmazhatók.

Az üvegezés szoláris tulajdonságait célzó kezelések hátránya, hogy az üvegezési rendszerek vizuális tulajdonságait is befolyásolják. És ezért a szoláris tényező nagymértékű csökkenése (a külső hőnyereség csökkentése) a fényáteresztő képesség csökkenését eredményezheti, ami a mesterséges fény fokozott felhasználásához vezethet (a belső hőnyereség növekedése).

A projektet az Európai Bizottság támogatta. A kiadványban megjelentek nem szükségszerűen tükrözik az Európai Bizottság nézeteit.

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

