

KÖNNYŰSZERKEZETES LAKÓÉPÜLETEK TERVEZÉSÉNEK ÉPÍTÉSBIOLÓGIAI SZEMPONTJAI

(Optimális lakhatási és munkafeltételek biztosítása)

Vajnáné Dr. Horn Valéria / adjunktus, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Bevezetés

A szerelt technológiával készülő lakóépületeket legtöbbször rövid kivitelezési idejük miatt választják a megrendelők. Az acél és favázás szerkezetek számos építésökológiai szempontból értékes tulajdonsággal is rendelkeznek. Ez a viszonylag könnyű átalakíthatóságukban, az épületszerkezetek hosszú élettartamában, elbontásuk után az újrahasznosíthatóságukban mutatkozik meg.

Noha az acélvázás szerelt épületek gyártási energiaszükséglete igen nagy ($\sim 7,20 \cdot 10^4$ MJ/m³), több műanyag – pl. a PVC, poliuretán – is eléri ezt az értéket. Ugyanakkor az épület elbontásakor teljes mértékben recikálható.

A lakások kialakításakor – éppúgy a munkahelyek, intézmények tervezésekor – elsődleges szempont, hogy a belső terek megfelelően biztonságosak, higiénikusak és kényelmesek legyenek, azaz optimális lakhatási és munkafeltételeket biztosítsanak. A megfelelő anyagok alkalmazására több irányelv, előírás vonatkoznak (pl. 305/2011 EU - Construction Products Regulation direktíva), továbbá az OTÉK is tartalmaz az egészségvédelemre vonatkozó előírásokat.

A komfortérzetre ható tényezők

Az épületekben az egészséges környezetet fizikai,

kémiai, biológiai és egyéb tényezők befolyásolják, ezek nagyban kihatnak a komfortérzetre (1. kép).

A fizikai tényezők hőhatásaival az épületfizika foglalkozik, a következőkben a sugárzás-hatásokat tekintjük át.

Radioaktív sugárzás

A természetes radioaktív sugárzás forrása egyrészt kozmikus eredetű (¹⁴C, ³H), a természetes radioizotópok származhatnak kőzetekből (rubídium ⁸⁷Rb, ⁴⁰K), illetve másodlagos sugárzásokból (kozmosz sugárzás és légkör kölcsönhatásaiból).

A mesterséges radioaktivitás forrása a gyógyászat – röntgendiagnosztika és sugárterápia (kobalt Co, rádium Ra), valamint az ipar, a nukleáris energiatermelés.

Radon Rn (rendszer 86)

A radonnak három természetes izotópja van (²²²Rn, ²²⁰Rn, ²¹⁹Rn), bomláskor polónium és ólom izotópokká alakulnak α -részecskék kisugárzásával. A ²²²Rn radioaktív leányelemei adják a természetes sugárterhelés döntő hányadát. [Magyar Nagylexikon, 2002]. Előfordulnak gránit-kőzetekben és metamorf kőzeteiben (gneisz, csillámpala). A radon pincékben, alápincézetlen épületeknél és kutaknál gyűlhet fel.

Az erőművi pernye, kohósalak tartalmazhat radont. Ezért a blokkos építésmóddal készült épületek anyagvizsgálata igen lényeges. De a cementben,

Fizikai tényezők	hő	lég hőmérséklet, teret határoló felületek hőmérséklete, légcseré, levegő relatív nedvességtartalma, friss levegő-igény, napsugárzás
	vizuális	megvilágítási erősség, fényeloszlás világítás
	akusztikai	beszédérthetőség, zajszint, visszhang, rezgés
	sugárzás	radioaktív, ionizáló, elektromágneses
	egyéb	szagok
Kémiai tényezők		szénmonoxid, formaldehid, nitrogén-dioxid, radon, dohányfüst, azbeszt, szaganyagok, szerves oldószerek, stb.
Biológiai tényezők		baktériumok, vírusok, gombák, atkák, férgek, rágcsálók, rovarok, stb.
Egyéb tényezők		épülethasználat és adottságok közötti ellentmondás pl. zsúfoltság, stressz

1. kép: Belső terekben ható fizikai, kémiai, biológiai és egyéb tényezők

az előregyártott betonszerkezetekben adalékként is lehet jelen a pernye. A radon és bomlás elemei aeroszolon megtapadva a tüdőt károsíthatják. A rendszeres hatékony szellőzés, alápincézés lecsökkenti a radon-koncentrációt.

Ionizáló sugárzás

A kozmikus sugárzás, UV sugárzás, talajból kiáramló rádium-emanáció (kisugárzás) okozzák a levegő gázmolekulának ionizációját. A sugárzás olyan nagy energiával rendelkezik, hogy ionokat tud létrehozni (elektronhiányt vagy -többletet). Az ionizáló sugárzással energiaátadás következtében fizikai-kémiai, biokémiai és biológiai folyamat indul el. A biokémiai fázisban DNS sérülés, a biológiai fázisban sejten belüli és szöveti károsodások következnek be.

Elektromágneses sugárzás

A Föld természetes mágneses tere közel állandó, 46-48 μ T. A mesterséges elektromágneses sugárzás forrásai a nagyfeszültségű távvezetékek, ipari berendezések, villamos felsővezetékek, transzformátor állomások.

Alacsony frekvenciás mesterséges elektromos terek

Az elektromos és elektronikus eszközök használatával a városi lakosság elektromágneses expozíciója mintegy 300-szorosára növekedett az elmúlt 30 évben. A hálózati áram szállítása, elosztása és az evvel működő készülékek (50/60Hz) használata során, valamint a berendezések ki- és bekapcsoláskor nő a térben az elektromágneses sugárzás. Lakásokban a mágneses indukció 0,05-0,2 μ T.

Rádiófrekvenciás (RF) mágneses terek

Mesterséges forrásokból származnak (TV, rádió, mobiltelefon bázisállomások). A különböző forrásokból származó sugárzások összeadódnak. A városi lakosság rádiófrekvenciás expozícióját a mobiltelefonok határozzák meg.

A mikrohullámú sugárzás a konyhai mikrohullámú sütőkből származik, az expozíció a berendezés felületétől 5 cm-re legfeljebb 5mW/cm² lehet [Kerekes, 2004].

Egészséget befolyásoló kémiai és biológiai tényezők

A környezet levegőminőségét folyamatosan mérik, adott esetben korlátozásokat rendelnek el a levegőminőség további romlásának megakadályozására. A belső terek vizsgálata sok helyen nem

megoldott. A beltéri levegő minőségét befolyásolja a kültéri levegő minősége, a helyiség használata és az anyaghasználat. A szennyezőanyag-koncentrációt meghatározza:

- a külső levegő szennyezettsége,
- a külső- belső légcseré mértéke,
- a beltéri szennyezőanyag termelődése,
- a szennyezőanyag felületi megkötődése vagy ülepedési képessége.

A káros anyagok (2. kép) a levegővel az élő szervezetbe jutnak, és vízben vagy zsírokban oldódnak. A káros anyagok következményeként főként légzőszervi, emésztőszervi és bőrbetegségek alakulnak ki.

Anyag	Forrás
formaldehid	szigetelések, bútorok, dohányfüst
nitrogéndioxid	gázkészülék használat, dohányzás
szénmonoxid	kályhafűtés
radon	talaj, építőanyag (kohósalak)
illékony szerves vegyületek	ragasztók, oldószerek, kozmetikumok, főzés
ammónia	anyagcsere, tisztítószerek
nikotin, akrolein	dohányfüst
higany	fungicidek, festékek
aeroszok	háztartási termékek
allergének	házi por, rovarok
baktériumok	baktériumok

2. kép: Belső terek leglényegesebb egészségkárosító és szennyező anyagai

Formaldehid (urea-, melamin-, fenol-formaldehid)

A szénhidrogének oxidációja során, valamint cigarettá égésekor keletkezik. Számos anyag tartalmaz formaldehidet, pl. gyanták, fapótló anyagok, ragasztók szigetelőanyagok, padlószőnyeg, laminált padló, tapéta, festékek és lakkok. Koncentrációja az építés/felújítás után a legnagyobb. A kibocsátás 8-10 év alatt jelentősen lecsökken. A formaldehid koncentráció megnő intenzív UV sugárzás és magas páratartalom hatására (nyári szmog – fotokémiai oxidáció). A WHO Rákkutató Ügynöksége (IARC) 2004-ben első kategóriás rákkeltő anyagnak minősítette, (orr-, garatdaganat és leukémia kialakulása köthető hozzá).

Triklóretilén

Tisztítóanyag, amelyet szennyezőanyagok kiválasztására alkalmaznak (pl. szőnyeg-tisztítás). A triklóretilén átjut a vér-agy gáton, zsírszövetben, májban raktározódik. Epe- és májdaganatot indukál.

Nitrogéndioxid (NO₂)

Erőművek, gépjárművek, gázkonvektorok, valamint égéstermék elvezetés nélküli gáztűzhelyek bocsátják ki. 94-282µg/m³ koncentráció esetén az alsó légúti megbetegedések gyakoribbá válnak. Gyerekek és asztmás betegek igen érzékenyek a nitrogén-dioxidra (hörgő-görcs), továbbá a légúti fertőzésekkel szemben az immunvédekezés lecsökken.

Szénmonoxid (CO)

Gépjárművek, gátolt égéstermék elvezetésű kályhák, rosszul beállított gáz-készülékek bocsátanak ki szén-monoxidot. A CO 300-szor jobban kötődik a hemoglobinhoz, mint az oxigén. A szervezetben oxigén hiányos állapot lép fel (fulladás). Veszélyeztetettek a magzatok, szívizom-betegségben, keringési zavarokban, krónikus légzőszervi betegségben szenvedők, továbbá a központi idegrendszer működésében is zavarok lépnek fel. Térszint alatti helyiségeknél, mélygarázsoknál CO érzékelő szükséges.

Dohányfüst

Közel 4000 szilárd és gőzhalmaz-állapotban előforduló vegyület komplex keveréke. A legjelentősebb toxikus és karcinogén anyagok a dohányfüstben a kátrány, arzén, benzopirén, N-nitrozó-dimetilamin stb. Hatására a tüdőrák, kötőhártya és nyálkahártya irritáció, tüdőgyulladás, asztma kialakulásának gyakorisága megnő.

Azbeszt

Tűzálló és elektromos szigetelő tulajdonsága miatt sokáig alkalmazták. Rostjai tüdőrákot, mellhártya- és hashártya daganatot okoznak. Tetőfedésként sűrűn alkalmaztak azbeszt-eternit palát, ezeket védőfelszerelésben szabad bontani és veszélyes hulladékként kezelendő.

Illékony szerves vegyületek (VOC)

A beltér számos műanyag alapú illékony anyagot tartalmaz, a kipárolgással feldúsul a szennyezőanyag, ha nem megfelelő a szellőzés, illetve ha a nyílászárók kiváló légzárásúak.

Főként burkolóanyagok, padlószőnyegek, antisztatikus és tűzálló bevonatok, szigetelő- és ragasztóanyagok, lágyítószerek (ftalátok) tartalmaznak illékony vegyületeket. A porszemcsékhez képesek kötődni. Kipárolgásuk krónikus légzőszervi betegségeket okoznak (pl. asztma).

A műanyag habok is emmitálnak, (polisztirol sztírolt, purhabok di-izocianátot). Alsó légúti irritációt, valamint a központi idegrendszer zavarát okozhatják.

Mikrobális szennyeződések a levegőben

Vírusok és baktériumok

Számos mikroorganizmus szobahőmérsékleten megél. Ruhaneműn, ágyneműn, aeroszolokon, porszemcséken telepsznek meg.

Gombák

A spórák a levegőben mindenütt jelen vannak, de a penészképződés feltétele a 70%-os vagy annál magasabb relatív páratartalom. Penész képződik akkor is, ha elégtelen a szellőzés és páraelvezetés, ha szakaszosan üzemel a fűtés, és a határoló szerkezet hőhidas.

Ismert, hogy penészes nedves terekben a gyerekek asztmás rohamai fokozódnak.

A WHO deklaráta, hogy a légzőszervi megbetegedések jelentős része és az épületek nedvessége között összefüggés mutatható ki. A reakció a spóra méretétől függ:

>10 µm spórák – allergiás nátha

4-10 µm spórák – asztma

<4 µm spórák – alveolitis (léghólyagfal gyulladása)

Egyéb tünetek: kiütés, ekcéma, kötő-hártyagyulladás, bélrendszeri allergia [Rudnai, 2014].

Rovarok

A házi poratka élőhelye minden szerves hulladék, szaruképlet és utcai szennyeződés. A 60%-os relatív páratartalom kedvező létfeltételt biztosít számára. Allergiás reakciót a poratka ürüléke idézi elő, amely egész évben hat. 45%-os levegő páratartalom alatt viszont elpusztulnak. 2µg/g por határérték felett alakul ki az allergia.

Por

A levegőben szálló por lebegő szilárd és folyékony részecskék elegye, nehéz fémeket, karcinogén és mutagén anyagokat tartalmaz. Forrása a közlekedés, az ipar (cementgyártás, kohászat, bányaművelés), a fűtés (szén, fa), a dohányzás, a természeti katasztrófák (erdőtűz, vulkáni tevékenység), a talajerózió. A leülepedett por a légmozgással/emberi tevékenységgel felkavarodik.

10 µm (PM10) szemcseméretű porterhelés fejfájást, a nyálkahártya, a felső és alsó légutak, valamint kötőhártyájának irritációját váltja ki. A 2,5 µm (PM2,5) szemcseméretű terhelés károsítja a központi idegrendszert, alsó légúti betegségeket, vérkeringési, szív- és érrendszeri betegségeket, májkárosodást, fertilitási problémát okozhat.

A mikroorganizmusok csökkentésének, elfogadható szinten tartásának lehetőségei:

- megfelelő természetes szellőzés,
- UV sugárzás bakteroid hatásának érvényesítése; a napfény közvetlenül jusson a helyiségekbe,
- hatékony takarítás,
- 50% körüli páratartalom,
- rendeltetészerű használat.

Komfort

A városi emberek a nap több mint 90%-át épületekben és közlekedési eszközökben töltik. A belső terekben kialakuló komfortállapot befolyásolja az ott élő, tevékenkedő emberek életminőségét, közérzetét és munkáját.

Az épület belső tereiben kialakuló állapot komforttényezőkkel írható le (3.kép).

A fizikai komforttényezők közé tartoznak a hő- (belső léghőmérséklet, felületi hőmérséklet, légnedvesség, légáramlás), az akusztikai (zajszint, rőzsazaj, utózengetés), a vizuális (megvilágítás, kontraszt, fény-eloszlás, színvisszaadás) és a szagérzeti tényezők. A ruházat, a végzett tevékenység, az időbeli ciklikusság, a zsúfoltság stb. alkotják a közbülső komforttényezők csoportját.

A fiziológiai tényezők közé sorolható az egészségi állapot, közérzet, kor, nem, tápláltság stb.

Az egyén komfortérzetét meghatározza saját hőtermelése és anyagcsere-folyamata, befolyásolják a berendezések hő- és zajterhelése, a kültérből bejutó hatások, valamint a határoló szerkezetek minősége. A belső terekben az a hőérzet kellemes, amikor az emberi hőtermelés akadálymentesen jut a környezetbe. Így a hőszabályozási folyamatokat nem éri jelentős terhelés, a szervezet funkcionális rendszere a legkedvezőbb állapotban működik, ekkor legoptimálisabb a munkavégzés, kikapcsolódás.

A hőátvezetés fajtái:

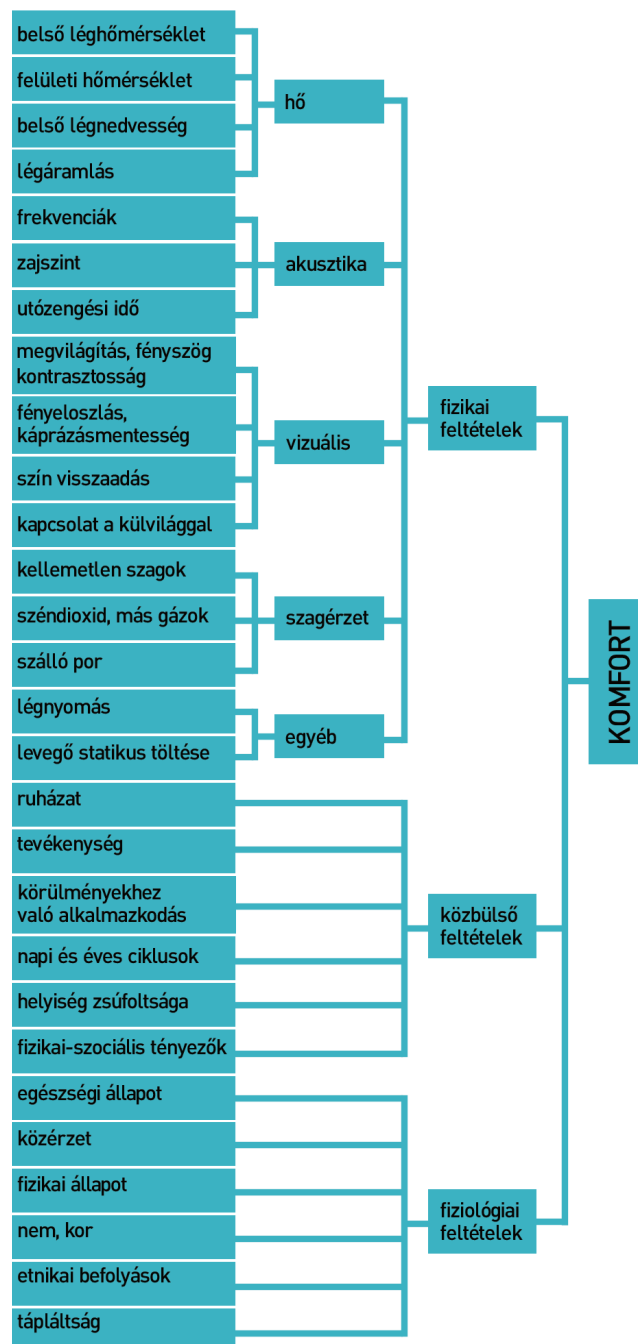
- száraz hőleadás a környező levegőbe (hőátadás),
- sugárzásos hőleadás,
- légzéssel történő hőleadás,
- hőleadás párologtatással.

A hőátvezetés függ a léghőmérséklettől, a légsebességtől, a sugárzásos hőleadást a környező felületek hőmérséklete, azok abszorpciós tényezője és a felületek térszöge befolyásolja. Az emberi szervezet hőtermelésének 76-80%-a száraz és sugárzásos hőleadásból (32-34% konvekció és vezetés, 42-44% sugárzás) és 20-24%-a a párologtatásból és légzésből származik.

Komfortra vonatkozó követelmények

A komfortra vonatkozó követelmények szükséges és elégséges szintjét rendeletek tartalmazzák. A követelményértékek egyes funkciókhoz rendelhetők.

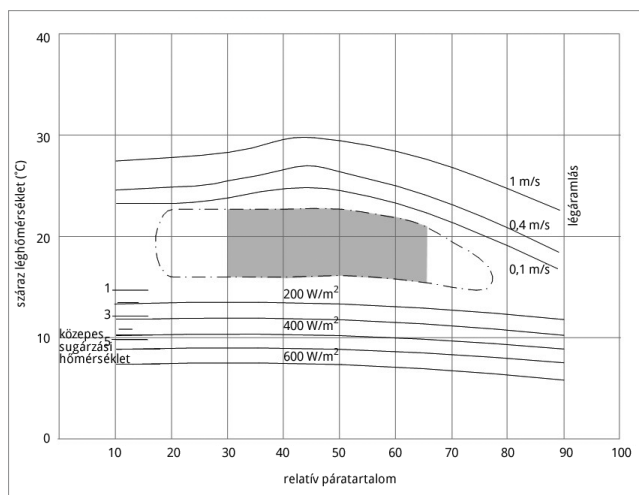
Helyiségekre vonatkozó léghőmérséklet és páratartalom adatokat az MSZ 24140:2015 tartalmazza, értékei megegyeznek a WHO ajánlásával. Az EN 15251:2012-12 szabvány az energiahatékony épületek belső tereinek levegőminőségi, hőmérsékleti, megvilágítási és hangszigetelési követelményértékeit tartalmazza.



3. kép: Komforttényezők

Lokális diszkomfort ott alakul ki, ahol a hőmérséklet térbeli eloszlása egyenlőtlen. Így követelmény a felületi hőmérséklet és léghőmérséklet közötti max. 2,5°C különbség, továbbá a felületek közötti hőmérséklet-különbség max. 3-4°C lehet.

Az Olgyai-féle bioklimatikus diagram (4. kép) jól szemlélteti azt a szűk zónát, amely komfortnak tekinthető. Mutatja a hőmérséklet, relatív páratartalom, légsebesség és sugárzásintenzitás közötti összefüggéseket. Egy paraméter rögzítésével meghatározható, hogy más paraméter mely értékénél alakul ki komfort viszony. Pl. alacsony hőmérséklet mellett milyen sugárzás-intenzitás szükséges, hogy megfelelő hőérzet alakuljon ki.



4. kép: Olgyai-féle bioklimatikus diagram (Solar control and shading services alapján)

Természetes szellőzés

A friss levegő ellátásnál 30m³/óra/fő légcseréről kell gondoskodni, a légmozgás télen – 0,1-0,2 m/sec, nyáron – 0,3 m/sec lehet.

A természetes szellőzés akkor hatékony, ha egyoldali szellőzés esetén a tér mélysége a belmagasság 2,5-szeresénél, átszellőzésnél tér mélysége a belmagasság 5-szörösénél nem nagyobb.

Figyelembe veendő, hogy a levegőben szabad ionok is vannak. Az UV sugárzás, a kozmikus sugárzás a levegő alkotóelemeit ionizálja. Az ioneloszlás megváltozása befolyásolja a közérzetet. Pozitív ionok számának növekedése pszichés feszültséget, növekvő vérnyomást, légúti irritációt okoz. Ha a negatív ionok aránya nő, akkor a helyiségben lévők közérzete javul. A negatív ionok jelenlétében a levegőben lévő mikroorganizmusok száma lecsökken. (Műtők, tiszta laboratóriumok stb. levegőjében a csíraszámot ion-szabályozással lehet betartani).

Páratartalom

A magas páratartalom magas hőmérséklet esetén a hőegyensúly fenntartását nehezíti (szívritmus problémák, illetve más szív működési zavarok léphetnek fel). Az alacsony páratartalom magas hőmérséklet esetén a légúti nyálkahártya védekező mechanizmusát gátolja, (felső légúti megbetegedéseket válthat ki).

A relatív páratartalom meghatározza a beltérben jelen lévő mikroorganizmusok életfeltételeit, ezért lakásban a 45-55%-os relatív páratartalom tekinthető optimálisnak. Az egészségvédelem és a szerkezetek állagvédelme szempontjából igen fontos a rendszeres és hatékony szellőztetés. A természetes anyagok páraszabályozása jó, a nyitott pórusokon keresztül megvalósul a gázcseré. Nedves tereknél pufferzóna kialakítása

szükséges, illetve levegőkezeléssel, elszívással a kondenzációt meg kell akadályozni.

Szagok

A festékek, ragasztók, de műanyag kárpitok, bútorok szaga építés után a legerősebb, ez idővel csökken, abszorbeáló anyagokkal a szagok közömbösíthetők, illetve „ellenszag” alkalmazása jótékony hatású lehet, pl. méhviasz, gyanta vagy más természetes anyaggal való kezelés.

Természetes megvilágítás

A helyiségek természetes megvilágításának minimális követelményét az OTÉK 88.§ tartalmazza, továbbá benapozási kritériumot ír elő (86.§). Az UV sugárzás (100-400 nm hullámhossz) fertőtlenítő, baktériumölő hatású, a D-vitamin képződését segíti, hiánya a foszfor, kalcium anyagcserére károsan hat.

A látást befolyásolja a fényerősség, a kontraszthatás, a fényirány, a spektrális összetétel (a kék fárasztó, zöld a legkevésbé), a világos színek kedvezőek, mivel a fény 70-80%-át visszaverik. A látható fény erősségének változására reagál a szem.

A helyiségekben a tevékenységnek megfelelő megvilágítást kell biztosítani. Munkahelyeken ablak közelében 300 lux, ablaktól távol 500 lux fényerősség szükséges. Lakásban a rendeltetésnek megfelelően 50-300 lux fényerősség szükséges.

A fényerősség változása a látómező közepső és szélső mezője közötti megvilágítottság 2/3-1/10 közötti lehet, ezzel biztosítható a káprázásmentesség. Belső terek megvilágítására több előírás vonatkozik (MSZ EN 12464, 3/2002 SZCSM-EüM).

Összefoglalás

A komfort követelmények teljesülését döntően a homlokzat jól átgondolt épületszerkezetei és szerkezeti kapcsolatai biztosítják. Azonban a komfort fenntartása a magyarországi éghajlati viszonyok között csak épületszerkezetekkel nem valósítható meg. A komfort az év nagyobb részében épületszerkezetekkel és épületgépészeti berendezésekkel együtt biztosítható.

Irodalomjegyzék

- Kerekes Andor: Radioaktivitás, ionizáló sugárzás mindennapi életünkben, Possum, Budapest, 2004
Magyar Nagylexikon, Magyar Nagylexikon Kiadó, Budapest, 2002
Dr. Rudnai Péter: Zárt építészeti terek légállapota, 2014
Zöld András szerk.: Épületfizika jegyzet, Budapest, Műegyetem Kiadó, 1995