

TERMÉSZETES VILÁGÍTÁS

DR. MAJOROS ANDRÁS

Budapest, 1907



Sorozatfotó: Novák Agnes
Fotó: dr. Bezd, Bezd, Novák Agnes

A VIZUÁLIS KÖRNYEZET ÉS A VILÁGÍTÁS

Az emberi élet szoros kapcsolatban van a vizuális vagy látható környezettel, függ tőle. Az érzéki információink közel 90%-ához látás útján jutunk, tevékenységünk is többé-kevésbé láthatóhoz kötött.

A vizuális környezetnek - ami a környezet fényviszonyainak és színeinek háromdimenziós képe - két komponense van, az egyik a fény nélküli passzív környezet - természetes vagy mesterséges -, a másik az aktív fény, ami ezt láthatóvá teszi. Maga a világítás a környezet láthatóvá tétele.

A vizuális környezet a passzív környezet és az aktív fény szorosan jellegű kapcsolatának eredménye. Ebből következik egyrészt, hogy egy adott környezet a világítástól függő vizuális környezetként észlelhető, másrészt, hogy a jó világítás önmagában nem feltétlenül eredményez optimális vizuális környezetet.

A világítást a mindennapi gyakorlatban, a használt fényforrás alapján természetes és mesterséges világításra szoktuk osztani. Ez a csoportosítás magának a látásnak a szempontjából indokolatlan, ugyanis a fény a látott tér integráns része, így eredete ebből a szempontból közömbös.

A megkülönböztetés a kétéle világítás tulajdonságainak, eszközeinek, kialakítás módjának különbözősége magyarázza és indokolja.

Jóllehet a vizuális környezetet természetes és mesterséges világítás külön-külön vagy együttesen hozhatja létre, a belső tér minősége szempontjából napjainkig a természetes világítás a meghatározó. Nemcsak azért mert éberlünk a nappalokhoz kapcsolódik, hanem mert látásunk a természetes világítás mellett alakult ki, így a természetes fény a látás szempontjából etalon.

Ezen túlmenően a természetes világítás sokkal több, mint csak világítás (mint például a mesterséges világítás), mert kapcsolatot biztosít a külsőterrel. Ez a kapcsolat részben esetenként vizuális kapcsolat, részben kapcsolat a globál sugárzással. Habár ezek a kapcsolatok korlátozottak, így is fontos pszichológiai és fiziológiai igényeket elégítenek ki.

Az előzőek következtében a természetes világítás a belső tér minőségének meghatározó eleme.

A belső tér vizuális környezet passzív része a világítás nélküli épített környezetet. Azt, hogy az adott belső tér milyen vizuális környezetként jelenik meg, a világítás határozza meg, nevezetesen a világító fény mennyisége és minősége, valamint a világítótestek, -felületek és belső tér egymáshoz viszonyított nagysága és helyzete.

A természetes és mesterséges világítás az előző szempontokból nagymértékben különbözik egymástól a következők szerint.

Amíg a mesterséges világítás fényének mennyisége és minősége viszonylag állandó, addig a természetes fény mennyisége és minősége állandóan változik.

Amíg a mesterséges fényforrás a belső térben belül van és mérete sokkal kisebb a belső tér méreténél, addig a természetes fényforrás a külső térben van és mérete sokkal nagyobb, mint a belső tér.

Ezekből szükségszerűen következik, hogy a természetes és mesterséges világítás sajátosságai nagyon eltérnek.

Különbözik a kétéle világítás abból szempontból is, hogy a természetes világítás tervezése építész feladat, a mesterséges világítást általában világítástechnikus tervezzi.

A VILÁGÍTÁS ELEMEI

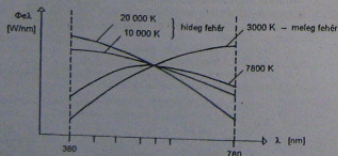
A világítás célja megfelelő vizuális környezet létrehozása. Ehhez ismerni kell a fénycsók, az emberi látásnak valamint a fény alkalmazásának sajátosságait és törvényességét.

A fény sajátosságai

A fény a $\Phi_{e\lambda}$ elektromágnes sugárzás $\lambda=380-780$ nm hullámhossz tartományba eső része. Az egyes hullámhosszaknak színek felelnek meg. A kisebb hullámhosszú színeket - ibolya, kék - hideg színeknek, a nagyobb hullámhosszú színeket - vörös, narancs - meleg színeknek nevezik.

A vizuális környezet az úgynevezett *fehér fény* eredményeként jön létre. Ez olyan fény amelyben a látható tartomány minden hullámhosszán közel azonos erősségű a sugárzás. A fehér fény minősége különböző lehet attól függően, hogy a sugárzásban a különböző hullámhossz tartományok milyen arányban fordulnak elő. Így, ha a fehér fényben túlsúlyban vannak a hideg színek, akkor hideg fehérnek, ha a meleg színek dominálnak, akkor meleg fehérnek nevezik.

A fehér fény minősége pontosan a spektrális összetételét mutató eloszlás függvényével definiálható, a gyakorlatban azonban, egyszerű módon a *színhőmérséklettel* jellemzik. Adott fény T színhőmérséklete Kelvინben kifejezve az abszolut fekete test azon hőmérséklete, amelyen az adott fénycsók megfelelő szín-összetételben sugároz fényt.



ibolya kék zöld sárga narancs vörös

A FEHÉR FÉNY MINŐSÉGE

A fény minden esetben valamilyen elektromágnes sugárzás része. Energetikai szempontból jellemző, hogy a fényt hordozó elektromágnes sugárzások mennyi fényérzetet, azaz fényáram felel meg. Ez a jellemző a *K fényhasznosítás*, aminek egysége a lm/W.

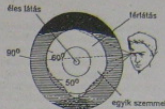
Az emberi látás sajátosságai

Az emberi szem közel felfertett lát, a látható tér a *látótér*.

Mindkét szemmel e látótérnek csak egy középső része látható, térlátás szinkészterűen ebben a mindkét szemmel látható a mezőben van.

Pontosan feldolgozni azonban ennek a látótérnek csak a *látótér* tengelyében lévő viszonylag kis, kb 5°-os részét tudjuk.

A tér többi része ilyenformán többékevésbé pontatlanabb háttér információt szolgáltat.

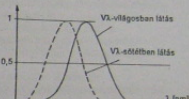


AZ EMBERI LÁTÓTERE

Az emberi szem érzékenysége a V_{λ} /össze függés, az u.n. *látásérzékelési függvény* szerint függ a felfogott fény hullámhosszától /színétől.

Az emberi szem hullámhossz-függő érzékenysége más világos és más sötét környezetben.

Színeket csak világos környezetben tudunk érzékelni.

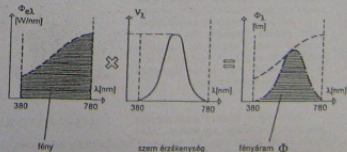


ibolya kék zöld sárga narancs vörös

AZ EMBERI SZEM ÉRZÉKENYSÉGE

Ebből következik, hogy a szem által látott fény, mint fizikai hatás, nem azonos az általa keltett fényérzetet. A látás szempontjából a fényérzet a lényeges, ezért a világítástechnika alapegysége az emberi szem által fényérzetként felfogható fény, azaz a *fényáram* Φ , aminek mértékegysége a lumen lm .

$$\Phi = K \int_0^{\infty} \Phi_{e\lambda}(\lambda) V_{\lambda}(\lambda) d\lambda \quad [lm]$$



A FÉNY ÉS FÉNYÁRAM KAPCSOLATA

Az emberi látás képes alkalmazkodni, adaptálódni a különböző mértékben világos környezetekhez, ezen képessége az *adaptáció*. Ez azonban nem jelenti azt, hogy egyformán jól látnak a világos és sötét környezetben. A *látó teljesítmény*, ami a vizuális feldolgozás pontossága és gyorsasága, annál jobb, minél világosabb a látótér, amiből a látás adaptálódott. A világosabb környezethez történő alkalmazkodás magasabb adaptációs szintet jelent.

A látás pontossága, a részletek valóságghú felismerése, ami a *látásélesség* és *kontrasztérzékenységgel* mérhető, valamint a vizuális feldolgozás gyorsasága annál jobb, minél világosabb a látott tér.

A látás teljesítményének növelése a környezet világosságának növelésével gyakorlatilag korlátozott, sem a látás élessége, sem a kontrasztérzékenység ezíton nem növelhető adott határokon túl.

A sötétebből világosabb, valamint a világosabból sötétebb környezetbe való alkalmazkodás időt igényel. Az adaptáció teljes ideje közeli egy óra.

Az emberi képes tisztán látni a különböző távolságra lévő tárgyakat.

A fény alkalmazásának sajátosságai

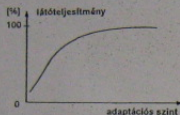
A belsőtéri vizuális környezet úgy alakul ki, hogy a belsőtérben előállított vagy a kívülről bejutó fény felületről-felületre többszörösen reflektálódik, szóródik addig, ameddig a felületek teljesen el nem nyelik. Ahhoz, hogy e folyamat érthető és befolyásolható legyen szükséges néhány részletet és fogalmat tisztázni.

Egy felület asztalul válik láthatóvá, hogy fény esik rá és az visszaveri vagy áterszi abba az irányba is ahonnan önk. E folyamat három mozzanatához kapcsolódnak a következő fogalmak.

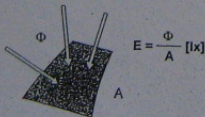
A felület által felfogott fénysárm a *megvilágítás* E , aminek mértékegysége a lux [lx]. Ez egy hatás, aminek a felület ki van téve. Adott felület különböző megvilágítások mellett sötétebb világosabb, de azt, hogy milyenek látszik a megvilágítás önmagában sem határozza meg. Egy könyv lapján a betű és környezetének megvilágítása lényegében azonos és mégis másként látszanak.

Adott irányú fénysárm annál nagyobb megvilágítást eredményez egy felületen, minél kisebb a fény beesési szöge. Így legnagyobb megvilágítást a merőlegesen beeső fény okoz, a felületet sűrűl, azzal párhuzamos fény nem világítja meg azt.

Adott felület különböző forrásból jövő megvilágításai szuperponálhatók.



A LÁTÓTELJESÍTMÉNY VÁLTOZÁSA



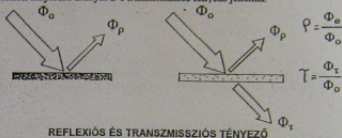
A FELÜLET MEGVILÁGÍTÁSA

A felület

-a résző fénysárm egy részét visszaveri, egy másik részét /amennyiben átlátszó/ áterszi,
- megváltoztatja a fény irányát, az esetek többségében úgy, hogy szórja és
- megváltoztatja a fény minőségét, amennyiben színes felület

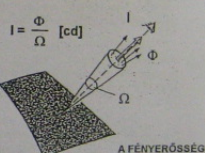
A visszavert fénysárm arányát a p reflexiós tényező jellemzi.

Az áterszett fénysárm arányát a τ transzmissziós tényező jellemzi.



REFLEXIÓS ÉS TRANZMISSZIÓS TÉNYEZŐ

A felületek fényvisszaverés illetve fényátereszés közben megváltoztatják a fény irányát. Adott irányba visszavert vagy áterszett fénysárm nagyságát az I *fényszerősséggel* lehet jellemezni, ami a térszög egységére jutó fénysárm, egysége a candela [cd].

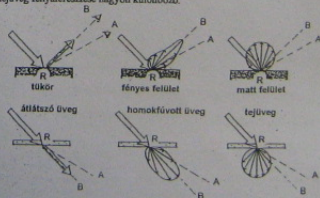


A FÉNYERŐSSÉG

A felület fény szórását ennek megfelelően a *fényszerősség* segítségével lehet jellemezni, pontosabban a felületről kilépő fény fényszerősség eloszlásával.

A felületen visszaverődő vagy áthaladó fény irányváltozása a felület minőségétől, érdességétől függ.

A tükör, a fényes- és matt felület fényvisszaverése illetve átlátszó síküve, homokfúvott síküve és tejüveg fényátereszése nagyon különbözik.



A KÜLÖNBÖZŐ ANYAGOK FÉNYSZÓRÁSA

Mint az ábrából következik, az "R" felületelem

- tökré és állítószó síkvev esetében csak a "B" nézési irányból látható.
- folyos felület és homokfóvott síkvev esetében az "A" nézési irányból sötétebb, mint "B" nézési irányból, vagyis az, hogy a felület milyen világosnak látható, a nézési iránytól függ.
- matt felület és tejüveg esetében a nézési iránytól ugyanúgy függ a felület látható nagysága, mint az abba az irányba kibocsátott fénytörny, így a felület világossága nézési iránytól független, "A" és "B" nézési irányból azonos.

A szemlélő a látóter egy felületét általában valamilyen szög alatt, tehát a valósgostól eltérő nagyságúnak látja A^* és az erről szembe irányába kibocsátott I^* fényerősséget érzékeli, amit lát az a fényerősség L , aminek mértékegysége cd/m^2 .

Amit látunk az a felületek fényerőssége és színe.

Egy felület fényerőssége annál nagyobb, minél nagyobb a megvilágítása és minél jobban reflektálja a fényt, azaz

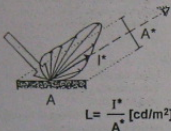
$$L = \rho \cdot E$$

Vagyis amit látunk, az egy építészeti adottság ρ és egy világítási jellemző hatás E eredménye.

A szorasz jellegű kapcsolat azt fejezi ki, hogy amit látunk abban a szétválaszthatatlan két komponens szerepe. Egy világosabb és kevésbé megvilágított felület olyanakk látszhat, mint egy sötétebb és jobban megvilágított felület.

Következésképpen egy felület vagy belsőter megjelenését abból a szempontból, hogy mennyire világos kétféle módon lehet befolyásolni, a megvilágítás növelésével vagy a felületek világosabb /nagyobb fényvisszaverő képességű/ kialakításával.

A látás adaptációs színje, így a látás pontosága a látóter átlagos fényerősségétől függ, azaz előzőek értelmében ezt befolyásolni ugyancsak két módon, építészeti ρ és világítási E eszközökkel lehet.



$$L = \frac{I^*}{A^*} [cd/m^2]$$

A FÉNYERŐSSÉG

A VILÁGÍTÁS KÖVETELMÉNYEI

A világítás célja megfelelő vizuális környezet létrehozása, ami akkor megfelelő ha vizuális komfortot biztosít és ha kiszolgálja a belsőter rendeltetéséből adódó látási feladatokat.

A vizuális komfort olyan tudati állapot, amely a környezet láthatóságával kapcsolatos megelégedettséget fejez ki. Ennek megfelelő az olyan belsőter, amelyben annak részei, úgy általában, jól és zavarás mentesen láthatók. Természetesen a komfort előtér mértékben, különböző szinten biztosítható. A vizuális komfort a látható tér egészéhez kapcsolódik.

A vizuális komfort, hasonlóan a hő-és akusztikai komforthoz, a komplex komfort része.

A belsőter rendeltetéséből adódó látási feladat megfelelő kiszolgálása azt jelenti, hogy a világítás biztosítja munkafelület részleteinek pontos, gyors és zavartmentes észlelését. Természetesen ezen igények a gyakorlatban igen szűles határok között változhatnak. Ez az igény a munka felülethez, vagyis a tér egy meghatározott részéhez kapcsolódik.

Az előzőekből következik, hogy a világításmak valamilyen szintű vizuális komfortot minden esetben biztosítani kell, ezen túlmenő igényt azonban csak definiált tevékenység esetén kell kielégíteni.

A megfelelő vizuális környezet biztosítása érdekében, a világítás következő jellemzőire adnak meg követelményeket:

- átlagos megvilágítás a munkasíkon,
- a megvilágítás egyenletessége a munkasíkon,
- fényerősség arányok a belsőterben,
- káprázás megengedett szintje,
- fényirány és árnyékoság,
- fényszin illetve színhőmérséklet,
- színvisszaadás.

Értelemszerűen a különböző belsőteri használatokhoz a fenti gyakorlati elvárások különböző szintjei illetve értékei rendelhetők.

Az, hogy a világítással kapcsolatos elvárások milyen mértékben eléjízthetők ki természetes világítással, a természetes fényforrás és a természetes világítás kialakulását meghatározó körülmények ismeretében, válaszolható meg.

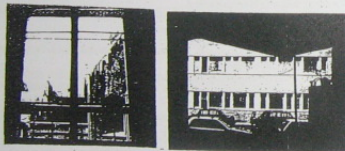
A TERMÉSZETES FÉNYFORRÁS

A természetes világítás fényforrása a Nap. Ennek fénye juthat közvetlenül, az égbolton szűrődve, természetes vagy mesterséges környezetben reflektálódva a belső térbe. A Nap szerepe olyan a természetes világítás esetén, mint az izzólámpa, fénycső, stb szerepe a mesterséges világításnál.

A természetes világítás lámpatestét az a külsőtér alkotja, ami a Nap fényét áttervezve, szűrve, reflektálva a belső térbe juttatja, vagyis az égbolt valamint a természetes és mesterséges külső környezet. Ezek szerepe olyan a természetes világítás esetén, mint a fényforrás nélküli lámpatest mesterséges világításánál.

A belső tér természetes világításának "lámpája" lényegében az a külsőtér, amiről a térhatárolás fénytérvezető részén keresztül természetes fény jut a belső térbe, vagyis a külsőtér azon része amit a belső tér egymondó "lát", amit a belső térből látni lehet.

Igy a természetes világítás lámpája lehet a Nap, az égbolt, a föld felszíne, a növényzet, egy másik épület és így tovább. Ezek szerepe természetes világítás kialakításában esetenként és időtől-főre igen nagymértékben változhat.



A TERMÉSZETES VILÁGÍTÁS "LÁMPÁJA"

Szabadon álló épület esetében, mint az egyik szelvény esetében, nincs semmilyen takarás az ablak előtt, a belső tér természetes világítását a Nap, az égbolt és a terep alakítja.

Belső tér környezet mellett, mint másik szelvény esetében, előfordulhat, hogy a belső térből az égbolt és a terep nem látható, így annak természetes világítását a szemközti házakról reflektált fény szolgáltatja.

Általában ezekben a Nap, az égbolt, valamint a természetes hővényzet, domborzat/ és mesterséges építmény/takarások különböző arányban vesznek részt a belső tér természetes világításában. Ez az arány állandóan változik, egyrészt a Nap mozgása és az égbolt állapot változása miatt, másrészt amiatt, hogy változik a növényzet és az év során, továbbá változhat a terep reliefoja, például hótakaró következtében.

Habár a külsőtér említett részei tetszőleges arányban juttathatnak fényt a belső térbe, szerepük a belső tér természetes világításának alakításában nagyon különböző, a következők szerint.

A természetes világítás alapja a nap sugárzás, ami a Nap-Föld távolságtól függő évi változással éri el a Föld légkörét. E közel párhuzamos sugárzás fajlagos teljesítményének középértéke 1370 W/m^2 , színhőmérséklete 5760 K . E sugárzás fajlagos teljesítményének változása az év során nem jelentős.

A Nap, mint fényforrás, meghatározza a használható természetes fény alap tulajdonságait, a nappalok hosszát és annak változásait az év folyamán, valamint az időbeni változás jellegét a nappalok során. Ezek a jellemzők a nappályával, annak éves változásával vannak szoros kapcsolatban. Ennek következtében a természetes fényforrás alap tulajdonságai a földrajzi szélességtől függenek.

A természetes fényforrás illetve "lámpa" mennyiségi jellemzőinél érdekeltnek, hogy a Föld teljes felszínére mennyi fényáram jut, hiszen egy-egy belső tér ennek csak igen kis hányadát használhatja felvilágításra. Az a fontos, hogy ebből az adott földrajzi helyen mennyi áll rendelkezésre.

Ennek megfelelően mennyiségi jellemzőre az a megvilágítás használható, ami a takaratlan vízszintes felületen létrejön.

A napfény jellemzői

A direkt nap sugárzás a légkörön keresztül juthat a földfelszínre, de csak akkor, ha ezt felhő nem akadályozza. A légkörön áthaladó nap sugárzás egy részét a légkör elnyeli.

A közvetlen napfényt

- az állandóan változó irányával,
- a naplítás változékonyságával
- az általa takaratlan vízszintes síkon létrehozott megvilágítással,
- színhőmérsékletével és
- fényhasznosításával jellemzik, a következők szerint.

A nap sugárzás iránya az α azimut és θ napmagasság szögekkel adható meg. A nap sugárzás iránya a nap folyamán és az év során naponként változik. A két jellemző szög napi változása az u.n. nappályája görbével adható meg.

Egy-egy nappályára az év két napjára vonatkozik átvétel a leghosszabb és legrövidebb nap.

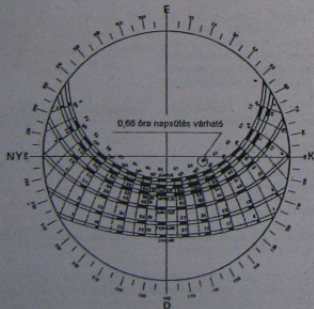
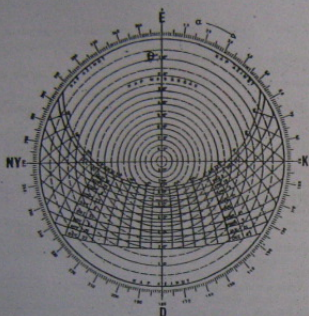
A nappályára egyes pontjaihoz értelemszerűen hozzá rendelhetők a vonatkozó nap időpontjai. Általában a nappályán az egész órát szokták jelölni.



A NAPPÁLYA

Habár a nappályára naponként változik, a nap sugárzás éves változása jól áttekinthető, ha vonalként két napra vonatkozó, összesen 11, görbével, ez az u.n. nappályá diagram.

Értelemszerűen minden földrajzi helyre más és más a nappályá diagram vonatkozik.



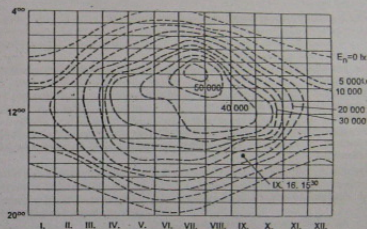
NAPPÁLYA DIAGRAM ÉS VÁRHATÓ NAPPÉNYTÁRTAM

11
A napsütés valószínűsége a várható felhőzet függvénye, így értelemszerűen függ a földrajzi helytől. Jól jellemezhető az 50% valószínűséggel várható napsütés időtartamával. Ez a napsütés u.n. *várható értéke*.

Az érákötőekint, 50% valószínűséggel várható napsütés időtartamokról jó áttekintést ad ezen értékek nappályá diagramhoz kapcsolt megadása.

A takaratlan vízszintes síkon a közvetlen napsugárzás által létrehozott megvilágítás E_n értéke 0 - kb 50 000 lx között várható, elsősorban a napmagasságtól és az égből állapottól függően.

E_n év során várható értékei jól szemléltethető az u.n. izopleta segítségével. Ennek görbéi azon időpontokat mutatják, amikor E_n adott általában 50%/ valószínűséggel elér bizonyos értékeket. Egy görbén belül van az évnek az az időtartama, amikor az E_n megvilágítás nagyobb a görbével jelzett értéknél.

AZ ÉV AZON IDŐPONTJAI AMIKOR E_n ADOTT ÉRTÉKE VÁRHATÓ

A közvetlen napsfény színhőmérséklete, horizonthoz közeli Nap állásnál kb 3000 K, azénihez közeli pozíció esetén kb 5800 K.

A közvetlen napsugárzás fényszomszékta erősen függ a napmagasságtól. A horizontnál közel nulláról induló értéke fokozatosan növekszik kb $\theta=20$ fokig, ennél nagyobb napmagasságoknál értéke közel 100 lm/W.

A közvetlen napsfény világitásra történő hasznosítását a következő körülmények korlátozzák:

A felhő takarás miatt napsütés a nappaloknak csak egy részében várható. Ez a hányad Magyarországon 38 -45% között van.

A Nap helyzetének állandó változása miatt a betsötér benapozása a bevilágító és a Nap relatív helyzetétől függ.

Ha például egy 14 órás nappal a teljes időtartamában felhőlen, akkor a benapozás időtartama

- az északi tájolási ablakon keresztül	2 óra,
- a déli tájolási ablakon keresztül	12 óra,
- a keleti ill. nyugati tájolási ablakon keresztül	7 óra,
- a vízszintes bevilágítón keresztül	14 óra

A közvetlen napfény a belsőterek mindencsiben csak egy, a többitől éles határvonalal elkülönülő részét világítja, általában igen erősen. Emiatt a belsőterek megvilágítása igen nagy mértékben egyenlőtlen, világos felületei káprázthatnak.

A belsőtervből látható Nap káprázlat okozhat.

A benapozás tehát olyan hatással van a vizuális környezetre, hogy az a lehetséges rendeltetések csak egy részénél engedhető meg.

Munkahelyeken, ahol a belsőterek használata között, a használati időben a benapozás nem engedhető meg.

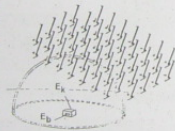
Kötetlen használatú helyiségekben, - például folyosók, nappali szobákban - a benapozás esetenként vagy állandóan megengedhető.

Végeredményben a közvetlen napfény a belsőterek világítására csak igen korlátozottan használható, az esetek számottevő részében a benapozás ellen, diszkomfort hatásai miatt, védekezni kell.

Az égbolt szórt fényének jellemzői

Az égbolt légköre a természetes világítás szempontjából hasonló egy olyan többé kevésbé áttetsző félgömb-felülethez, amelyet a Nap párhuzamos sugárzása átvilágítanak. Ennek a félgömbök minden esetben az a belsőteret a közepükön amelyik világításában részt vesz.

Tekintettel arra, hogy a légkör nagyságrendekkel nagyobb kiterjedésű, mint egy belsőteret, a belsőteret mindenesetre úgy vizsgálható, mintha a félgömb közepe lenne. E félgömb felület átlátszósága felületemenként állandóan változik.



AZ ÉGBOLT MODELL

A lehetséges égbolt állapotok egyik szélső esete a teljesen derült, tiszta égbolt. Ennek egy olyan félgömb felület felé meg ami átlátszó és a fényt csak igen kis mértékben szórja.

A lehetséges égbolt állapotok másik szélső esete az egyenletesen borult égbolt. Ennek olyan félgömb felület felé meg amelyik nem átlátszó, csak áttetsző és igen erősen szórja a fényt.

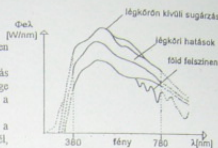
A többi égbolt állapot a két szélső eset közötti átmenetként képzelhető el. Vagy úgy, hogy egyszer vékonyabb az egyenletesen eloszló felhő réteg, vagy úgy, hogy a tiszta és borult égbolt valamilyen arányban és eloszlásban keveredik vagy úgy, hogy a felhő a földfelszínről indul, mint ködös időben.

- A napugárzás a légkörön áthaladva
- szóródik és
 - módosul a spektrális összetétel.

E módosító hatások nagymértékben függenek a légkör állapotától.

Teljesen derült időben a szóródás viszonylag kicsi, a fény minősége nagymértékben eltér a Nap fényétől, erre utal a kék ég megnevezés.

Borult időben a szóródás igen erős, a fény minősége hidegebb ugyan a Nap fényénél, de az eltérés nem olyan nagy, erre utal a szürke tégla nem színes/ég megnevezés.



A LÉGKÖRÖN ÁTHALADÓ NAPPÉNYTÉRŐ HATÁSOK

Az égboltról a Föld felszínére jutó fényáram a napmagasságtól és igen nagymértékben a légkör állapotától függ. Minthogy a légkör a meteorológiai statisztika törvényszerűségei szerint változik, az égbolt szórt fényének jellemzői is ennek megfelelően változnak.

Adott földrajzi helyen, az év adott időpontjában a potenciálisan hasznosítható természetes fény nagysága évről-évre változik. Következésképpen jellemzőse csak valamilyen valószínűséggel várható érték lehet, valamelyik szöveges érték vagy az 50% valószínűségű u.n. várható érték.

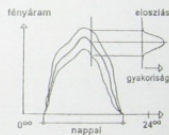
Ezen jellemzők végeredményben világítás-meteorológiai jellemzők.

Az égboltot, mint lámpatestet

- fényáram eloszlásával vagy az általa takarított vízszintes síkon létrehozott megvilágítással
- a hasznosíthatóság időtartamával,
- színhőmérsékletével és
- fényhasznosításával jellemzik a következők szerint.

Az égbolt, mint világítótest, egyzaki módon a fényáram eloszlásával jellemezhető. Ennek ismertetésére hatása a belsőterre számítható.

A probléma ezzel a jellemzéssel kapcsolatosan kettős. Egyrészt a végtelenség sok eloszlásból csak három égbolt állapotra vonatkozó eloszlás matematikai összefüggése ismert, másrészt a fényáram értékek is statisztikailag változóak, így valamilyen valószínűséggel várható értékek csak sokéves mérések eredményeiből adódhatnak. Ilyen adat-gyűjtés pedig csak az utóbbi években tapasztalják le a 145 részre osztott égboltra.



A TERMÉSZETES FÉNY VÁLTOZÁSA AZ ÉV ADOTT NAPJÁN AZ ÉVEK FOLYAMÁN

Ennek ellenére ez a jellemzés mód igen fontos, mert lehetőséget ad a két szélső- és egy közbenes égbolt állapot definiálására a következők szerint

- az egyenletesen borult /fedett/ égbolt fénysűrűség eloszlása

$$L = L_z \frac{1 + 2 \sin \theta}{3}$$

- ködös időben az égbolt fénysűrűség eloszlása

$$L = konst$$

- a felhőtlen égbolt fénysűrűség eloszlása

$$L = L_z \frac{1 - e^{-\frac{\zeta}{\zeta_0}}}{0,274(0,91 + 10e^{-\zeta} + 0,45 \cos^2 \zeta)}$$

ahol, L_z a zenit fénysűrűsége, θ a vizsgált pont horizont feletti magassága, ζ az égbolt vizsgált pontja és a Nap közötti szög, z a Nap szög távolsága a zenitől.

Ezek a függvények csak fénysűrűség arányokat adnak meg, abszolút értékeket nem.

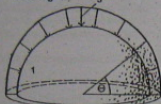
Az mutatják, hogy

- borult időben a zenit háromszor olyan fényes, mint a horizont,
- ködös időben bármire nézünk az égbolt felé, azt egyformának látjuk,
- derült napon legfényesebb az égbolt a Nap közelében és az égbolt Nappal szembe fordított részén, a horizont fényesebb lehet, mint a zenit.

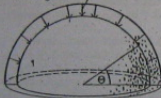
Ezek mellett igaz, hogy az égbolt fénysűrűsége borult és ködös időben egyaránt függ a napmagasságtól, ennek következtében az égbolt reggel sötétebb, mint délben, továbbá nyáron világosabb, mint télen.

A fenti eloszlás-függvények fontossága abban van, hogy két szélső- és egy közbenes égbolt állapotot egyértelműen meghatároznak.

borult égbolt



ködös égbolt



felhőtlen égbolt

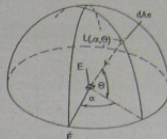


ÉGBOLT FÉNYBÜRÜSÉG ELOSZLÁSOK

A fénysűrűség eloszlás ismeretében a földfelszín vízszintes felületén a megvilágítás a következő összefüggéssel számítható

$$E = \int_{\theta=0}^{90} \int_{\alpha=0}^{360} L(\theta, \alpha) \sin \theta \cos \theta d\alpha d\theta$$

ahol $L(\theta, \alpha)$ az égbolt dA_e elemének fénysűrűsége.



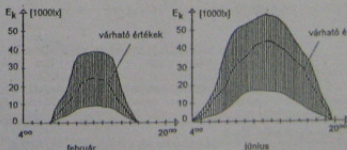
Az égbolt, mint világtótest, jó közelítéssel jellemezhető azzal a hatással, amivel a belsőter megvilágítása arányos. Ez a hatás a tatarlaton vízszintes síkon létrehozott megvilágítás, az u. n. *külső megvilágítás*, E_k .

Ez a jellemzési mód kevésbé pontos, mint az előző, hiszen figyelmen kívül hagyja azt, hogy a hatás az égbolt melyik részéről jön. Így ugyanazt a megvilágítást eredményezheti például a borult és a ködös égbolt, miközben a borult égboltnál a horizont világosabb. Természetesen a belsőter világitása ilyen esetekben eltérő lesz.

Ennek ellenére ez a jellemzési mód a gyakorlatban széles körben elterjedt egyszerűsége miatt, hiszen csak egyetlen adatot igényel 145 helyett. Emellett az előny mellett, a tudott és a gyakorlati igényeknek megfelelően korrigálható pontatlansága eltörpül.

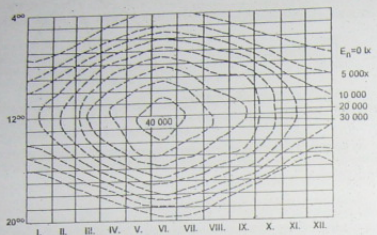
A külső megvilágítás megbízható értékeit sokéves /15-20 év/ regisztrálás szolgáltathatja. Habár mért adatok általában nem állnak rendelkezésre, a külső megvilágítás értékei jó közelítéssel meghatározhatók sugárzás-meteorológiai adatokból. Ez igen jelentős gyakorlati előny, mert ilyen adatokat sok országban évtizedek óta regisztrálnak.

A külső megvilágítás napi változása minden esetben valamilyen torzult szinusz görbe szerinti.



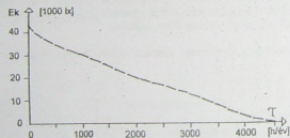
KÜLSŐ MEGVILÁGÍTÁS SOKÉVES HAPI VÁLTOZÁSA

A külső megvilágítás év során várható értékei jól szemléltethetők az izopleta segítségével, aminek görbéi az év azon időpontjait mutatják, amikor E_k adott /általában 50%/ valószínűséggel elér bizonyos értékeket. A diagram területi éves időtartamokat jelentenek. Egy görbe belüli van az évek azon időtartama, amikor az E_k megvilágítás nagyobb a görbével jelzett értéknél.



AZ ÉV AZON IDŐPONTJAI AMIKOR ADOTT E_k VÁRHATÓ

Arra vonatkozóan, hogy az év egy adott részében milyen időtartamokban várhatók különböző E_k megvilágítás értékek, a *tartamdiagramm* nyújt felvilágosítást.



A KÜLSŐ MEGVILÁGÍTÁS TARTAMDIAGRAMJA

Az égből fénye az év felében, évi közel 4400 órában áll rendelkezésre oly módon, hogy a nappalok hossza az év során változik.

Az égből szórt fénynek minősége elsősorban a légkör állapotától függ.
A borult égből fénynek színhőmérséklete 4500 - 7000 K között változik.
A felhőtlen égből fénynek színhőmérséklete 10 000 - 50 000 K között változik.
Közben lévő égből-állapotok esetén a színhőmérséklet az előző szélső értékek között várható.

Az égből szórt fénynek fényhasználtsága kevéssé függ a napmagasságtól, értéke 115 - 130 lm/W között van.

A belsőterek természetes világításának szempontjából jellemző továbbá az égből, mint világítótestet a következők:

- Az égből, mint hatalmas félgömb veszi körbe az épületeket, így szórt fénynek hasznosítását nappal csak az esetleges külső takarás korlátozza.
- Az égből szórt fénye olyan megvilágítást hoz létre a belső térben amelyik mentes az éles határvonalaktól, elviselhetetlen egyenlőtlenségtől és nem kápráztat szükségesszerűen.
- A belsőteréből látható égből csak ritkán okoz kellemetlen káprázást.
- A nappalok során folyamatosan biztonságosan rendelkezésre áll.

Ezek alapján a természetes világításban az égből szerepe meghatározó.

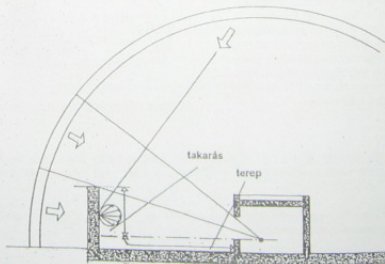
A környezet jellemzői

A természetes és mesterséges környezet a Nap és az égből fényét reflektálva vehet részt a belső tér világításának alakításában, ilyenformán szerepe passzív. A környezetről reflektált fény mennyiségét, időbeni változását a Nap és égből fénye határozza meg alapvetően, minőségét a felületek színe nagymértékben módosíthatja.

A belsőteréből látható természetes és mesterséges környezet hatásának mértéke a belső tér természetes világítására attól függ, hogy akadályozza-e az égből vagy a Nap közvetlen világítást a munkafelület vagy sem. Amennyiben akadályozza, akkor a belső tér világítása szempontjából takarás, amennyiben nem akadályozza akkor terep.

Az, hogy egy környezeti elem takarás vagy terep csak egy adott belső tér szempontjából értékelhető. Például ugyanaz az épület, ami az egyik helyiség szempontjából takarás, az egy másik helyiségből nézve terep és ugyanaz az épület ami a belső tér egyik pontjából nézve takarás, az egy másik pontból esetleg nem is látszik.

A takarás hatása a világítására kettős, egyrészt kizárja az égből egy résznek hatását, másrészt az égből más részéről fényt reflektál a belső térbe, hasonlóan egyrészt megakadályozhatja a benapozást, másrészt reflektálhatja a napfényt a belső térbe.

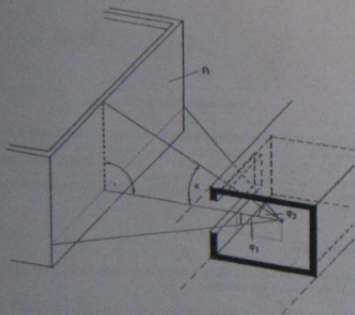


TAKARÁS HATÁSA A VILÁGÍTÁSRA

A geometriai helyzetből következik, hogy adott külső felület a belső tér különböző pontjairól nézve eltérő takarást jelent.

Az adott pont takarása jellemezhető

- azzal a térszöggel, amellyel a belső térből látunk vagy közelítőleg azzal a φ vízszintes és α függőleges szöggel, amely a belső térből nézve határolja, továbbá
- a takarás felületeinek ρ_1 átlagos reflexiójával.



A TAKARÁS JELLEMZŐI

A terep hatása a természetes világításra általában másodlagos, mert fénye csak többszöröse reflexió után juthat a munkaszípra. A terep reflexiójával jellemezhető.

A BEVILÁGÍTÓK

A természetes fény fényteresző felületen (felületeken) keresztül jut a helyiségbe. E fényteresző felületet magába foglaló szerkezeti egységet, *bevilágítóknak* nevezik.

A bevilágító minden esetben az épület szerkezeti része és a természetes világítás biztosításán kívül számos egyéb elvárásnak kell megfelelnie. Ebből következik, hogy bár alkalmazásának alapvető célja a természetes világítás biztosítása, kialakítását egyéb szempontok is lényegesen befolyásolják.

A bevilágító, mint épületszerkezeti egység lehet ablak, felülvilágító, fényteresző oldalfal vagy mennyezet valamint fényteresző egyéb térhatárolás. Az oldalfalon lévő bevilágítót *oldalvilágítóknak*, a mennyezeten lévő *felülvilágítóknak* nevezik.

A bevilágítók szerkezeti elemei a világítás szempontjából három részre tagolódnak, úgy mint

- a fényteresző felületre,
- szerkezeti takarásokra és
- fényvisszaverő felületekre.

A természetes világítás szempontjából a bevilágítót a következők jellemzik:

- helye
- névleges mérete,
- hajlásszöge és tájolása,
- fényteresző felületének módja,
- hatásra kialakuló megvilágítás elosztásának jellege,
- hatásfoka és
- avulása.

Ezeneken túlmenően a bevilágítóknak fontos jellemzője, a vizuális kapcsolat biztosításának lehetősége.

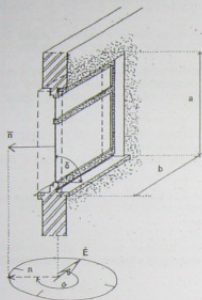
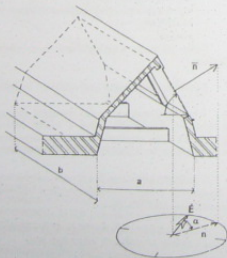
A bevilágító helye szerint lehet oldal- vagy felülvilágító.

A bevilágító névleges mérete a bevilágító, mint szerkezeti egységet befoglaló felület mérete az oldalfalon, mennyezeten illetve a belső tér határolás egyéb részén. Oldalvilágításnál a fényteresző felület nagysága általában nem lényegesen kisebb a névleges méretnél, felülvilágító esetén azonban a fényteresző felület sokkal kisebb lehet, mint a névleges méret.

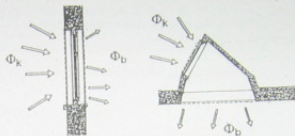
A bevilágító hajlásszöge δ , a fényteresző felületek vízszintesessel bezárt szöge, tájolása α , a fényteresző felület n normális vízszintes vetületének az északi irányval bezárt szöge, az óramutató járásának irányában.

A fényteresző módja attól függ, hogy a bevilágító fényteresző felülete átlátszó, mint a például a síkfüggő, vagy áttetsző, mint a matt üveg.

A bevilágító elhelyezése és szerkezeti kialakítása együttesen meghatározzák fényteresző módját, ami a rajta átlátszó felületek függvényében, a munkaszípra kialakuló megvilágítás elosztás formájával jellemezhető.

NÉVLEGES MÉRET: $a \times b$ 

A bevilágító hatásfoka η_D a bevilágítón keresztül a belsőterbe juttó és a bevilágító által felfogott fényszárn aránya. Lényegében a bevilágító, mint szerkezeti egység fényszerzésének hatásosságát jellemzi.



A BEVILÁGÍTÓ HATÁSFOKA

A bevilágító felületein szennyeződés rakódik le. Az elpiszkolódás arányos a környezett szennyezettségével és az idővel, de erősen függ a szerkezeti kialakítástól is. Emellett vannak olyan anyagok amelyek fényszerzés-, visszaverése az idő során változik. Ezek együttesen eredményezik a bevilágító avulását és romlását a hatásfokát.

A szennyeződés hatására az eredetileg átlátszó felület kisebb mértékben szórja a fényt, azaz áttetszővé válik.

Oldalvilágítók

Az oldalvilágítók fényszerzéső felület a gyakorlatban szinte minden esetben függőleges-hajlásszöge 90 fok, tájolása teiszőleges lehet.

Az elhelyezés behatároja a formai kialakítás lehetőségeit. Az oldalvilágítók lehetnek nyílászárók - ablakok, csatlóg ajtók - vagy fényszerzéső fix részei az oldalfalnak.

A fényszerzéső felületük lehet átlátszó vagy áttetsző /szintelen, anyagában színezett, bevonattal ellátott/ sűkűveg, üvegtégla, profilűveg, stb..

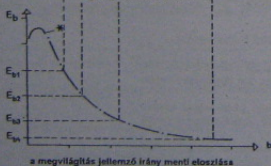
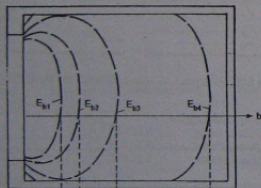
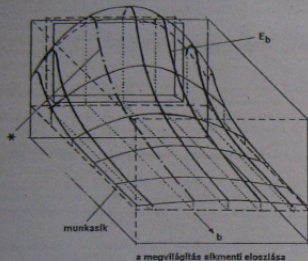
Az oldalvilágító szerkezeti kialakítását döntő módon meghatározza, hogy melyek a világításon kívüli egyéb funkciói (hűtőhatóság, hőszigetelés, légszigetelés, vizuális kapcsolat, stb/.

Az oldalvilágítók világítástechnikai tulajdonságai nagyon különbözőek lehetnek. Jellemzőiket

- az üvegezés minősége, rétegszáma, tisztasága,
- a bevilágító helye, formája, viszonylagos nagysága,
- a szerkezeti kialakítása,
- a befogadó oldalfal vastagsága és csatlakoztatás módja és
- a tájolása befolyásolják.

Az oldalvilágítás mellett kialakuló megvilágítás eloszlásra jellemző, hogy az ablaktól távolodva a világítás nagymértékben csökken.

Az oldalvilágítás esetén a benapozás lehetősége a tájolástól függő mértékben fennáll.



Ablakok

A világítás hatásfoka elsősorban az üvegezéstől, annak rétegszámától, a szerkezettől, a befogadó fal vastagságától valamint a piszkolódástól függ.

A szokásos kétrétegű, síküvegezésű, 2,5 m² nagyságú 35cm vastag falba épített ablak hatásfoka, tiszta állapotban 0,4-0,5.

E hatásfok csökkenése várható az oldalfal vastagságának növekedése, valamint a piszkolódás miatt. Gyakorlati esetekben a vastagabb fal miatti csökkenés kb 10%, a piszkolódás miatti csökkenés akár 30% is lehet. A különböző ablak szerkezetek esetén az előző hatásfok kb ± 15...20%-al változik.

Az ablak nagyság növelésével a hatásfok kis mértékben nő.

Bevilágító oldalfalak

A tiszta állapotú, fényszerű oldalfalak hatásfokának tájékoztató értékei:

-egyrétegű, átlátszó síküveg esetén	kb 0.7
-kétrétegű, átlátszó síküveg esetén	kb 0.6
-üvegtéglá esetén	kb 0.3

A piszkolódás hatására ezen értékek is 25-30 %-al romlanak.

Felülvilágítók

A felülvilágítók jellemzője, hogy azokat a mennyezet síkja fölött alakítják ki.

A felülvilágító nagyságát elvben csak a mennyezet nagysága korlátozza.

A fényszerű felület hajlásszöge 0 és 90 fok között tetszőleges értékű, tájolása ugyancsak tetszőleges lehet.

Fényszerű felületek lehet átlátszó vagy valamilyen mértékben áttetsző.

Formai és szerkezeti kialakításuk igen változatos és ettől függ fényelosztásuk valamint hatásfokuk.

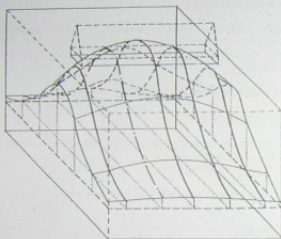
Mennyezeti alaprajzuk alapján a felülvilágítók két nagy csoportra oszthatók, a vonalszerű és pontszerű felülvilágítóokra.

A vonalszerű felülvilágítók formailag olyan kialakításúak, hogy jellemző függőleges metszetük egyik irányban, a hossz mentén állandó.

A pontszerű felülvilágítók esetén az alaprajz kör, négyzet szabályos sokszög, vagy ezektől nem nagyon eltérő forma.

A felülvilágítók előzőek szerinti geometriai hasonlósága az építészeti és épületszerkezeti hasonlóságon túlmenően, világítástechnikai tulajdonságok hasonlóságát is magában hordozza.

Vonalszerű felülvilágítók



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE VONALSZERŰ FELÜLVILÁGÍTÁSNÁL

A vonalszerű felülvilágítók a hasonló geometriai kialakítás alapján a következő típusokba sorolhatók

- shed,
- donga,
- monitor és
- nyereg.

A hasonló geometriai kialakítás azt jelenti, hogy a jellemző metszetek bizonyos mértékig hasonlóak, s ez vonja maga után az általuk létrehozott világítás hasonlóságát.

A vonalszerű felülvilágítók rendszerint több, egymással párhuzamos sorban elhelyezve szolgálják a belső tér világítását. Ebből következik, hogy a felülvilágítók egymás takarásai lehetnek, korlátozva ilyen módon az égbolt hatását. A monitor, nyereg és donga típusok esetén a takarás kölcsönös.

Shed típusú felülvilágítók

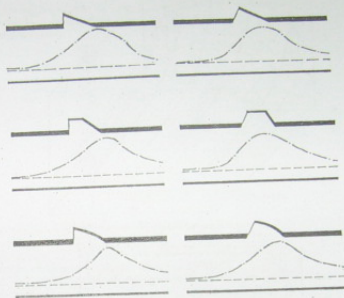
Formai jellemzője, hogy jellemző metszete fűrészfog-szerű.

Egy fényszeresztő felülete van és ennek hajlásszöge elvben 0 és 90 fok között lehet, a gyakorlatban nemigen nagyobb 45 fokrál.

Fényszeresztő felületének szürkás anyaga átlátszó vagy kissé mértékben szóró üveg, 90 foknál kisebb hajlásszög esetén biztonsági- vagy drótüveg.

A shed felülvilágító esetén kialakuló megvilágítás jellemző sík menti eloszlása aszimmetrikus, a rektáló felületek formája az eloszlás jellegét csak kisebb mértékben befolyásolja. A vázolt irányra merőleges irányban a megvilágítás kis mértékben változik.

A különböző formájú shed felülvilágítók világítási tulajdonságait elsősorban hajlásszögük és tájolásuk, másodsorban az átlátszatlant résznek formája és reflexiója határozzák meg.



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE SHED FELÜLVILÁGÍTÓKNÁL

Hatásfokok az üvegtől függően

-90 fokos hajlásszög esetén	0.1 - 0.2
-60 fokos hajlásszög esetén	0.2 - 0.25
-30 fokos hajlásszög esetén	0.3 - 0.4

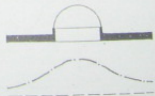
A shed felülvilágítók kedvező tulajdonsága, hogy északi tájolás és olyan hajlásszög esetén, ami az adott földrajzi helyen lehetséges legnagyobb napmagasságnál nagyobb, lényegében benapozás mentes. Ezt az előnyt gyakorlatban rendszerint kihasználják.

Donga típusú felülvilágítók

Formai jellemzője a szimmetrikusan ívelt fényszeresztő felület, ami lényegében az egész égboltot látja.

A fényszeresztő felület anyaga átlátszó vagy többé-kevésbé áttetsző műanyag esetleg biztonsági üveg.

A donga felülvilágító esetén kialakuló megvilágítás a felülvilágítóra merőleges irányban szimmetrikus. Erre merőleges irányban a megvilágítás kis mértékben változik.



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE DONGA FELÜLVILÁGÍTÓKNÁL

Világítási tulajdonságait elsősorban a fényszeresztő anyag sajátosságai, másodsorban alakja befolyásolják.

Határfoka a dőng a anyagok fénytervezésétől függően 0,25...0,45 között van.

Áttetsző anyagú felülvilágító esetén a benapozás lehetősége, a védelem nehé feladat, tájékozni nem oldható meg.

Ha a dőng a anyag áttetsző akkor a direkt napfény éles árnyékképzés nélkül jut a belső térbe. Ennek eredményeként közvetett képekre nem kell számítani és a megvilágítás uprészerű változékától mentes.

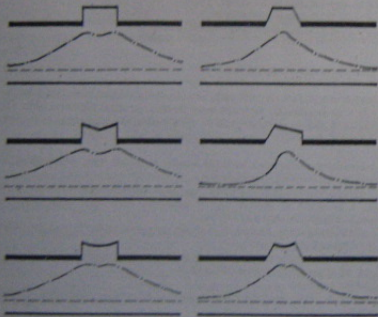
Monitor típusú felülvilágítók

Formai jellemzője, hogy két fénytervező oldalát átlószerűen szerkezet fogja össze.

A fénytervező felületek hajlászöge a gyakorlatban rendszerint 60 foknál nagyobb, lehetnek szimmetrikus és aszimmetrikus kialakításúak.

A fénytervező felületek anyaga 90 fokos hajlászögű rendszerint féltámszó síkfény, más szóval esetén biztosítási vagy dőng.

A monitor felülvilágító esetén kialakuló megvilágítás jellemző sík menti eloszlása csak szimmetrikus kialakítás esetén szimmetrikus. A vektor iránya megfelelően irányban a megvilágítás kis mértékben változik.



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE MONITOR FELÜLVILÁGÍTÓKNÁL

Határfoka, az üvegszűrőtől és a geometriai arányaitól függően
-szimmetrikus, függőleges üvegszűrő esetén 0,1...0,2
-aszimmetrikus, függőleges üvegszűrő esetén 0,15...0,2
-erde üvegszűrő esetén a várható érték az előzőeknél nagyobb.

A monitor felülvilágító benapozás védelem tájékozni nem oldható meg, arról külön kell gondoskodni.

Nyereg típusú felülvilágítók

Formai jellemzője a két, szimmetrikusan egymáshoz kapcsolt fénytervező felület, ami helyyben az egész térszűrés "légye".

A fénytervező felületek hajlászöge általában 45 fok között van.

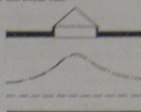
A fénytervező felület anyaga rendszerint dőng vagy biztosítási üveg.

A nyereg felülvilágító esetén kialakuló megvilágítás eloszlása a felülvilágítóba megfelelően irányban szimmetrikus. Erre megfelelően irányban a megvilágítás kis mértékben változik.

Világítási tulajdonságait a fénytervező felület sajátosságai és a hajlászög együttesen határozzák meg.

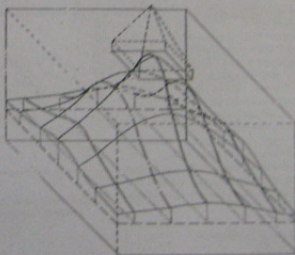
Határfoka eloszlásban az üvegszűrőtől függően 0,3...0,4 között várható.

Nyereg felülvilágító esetén a benapozás lehetősége, a védelem nehé feladat, tájékozni nem oldható meg. A benapozás védelemről külön kell gondoskodni.



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE NYEREG FELÜLVILÁGÍTÓKNÁL

Pontszerű felülvilágítók



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE PONTSZERŰ FELÜLVILÁGÍTÁSÁNÁL

A pontszerű felülvilágító formájuk szerint
-kupola,
-gömb vagy
-hasú típusúak.

A pontszerű felülvilágítók általában valamilyen háló rendszerben telepítve világítják a belsőteret, oly módon, hogy egymásra hatásukat, takarásukat figyelmen kívül lehet hagyni.

Kúpola típusú felülvilágítók

Formai jellemzőjük, hogy egy egyébként formált és előregyártott felületük rendszerin kör vagy négyzet alaprajzú tető felépítményhez csatlakoznak.

Fényterelőző anyaga átlátszó vagy többé-kevésbé áttetsző műanyag.

A megvilágítás eloszlása kör alakú felülvilágító esetén forgás-szimmetrikus, négyzet alakú esetén többaxisú szimmetrikus.

Világítási tulajdonságaikat a kúpola fényterelőző felületét és az azt fogadó szerkezet arányai és reflexiója határozzák meg.

Hatásfoka az előzőektől függően 0,2... 0,4 között változhat.

Átlátszó anyagú kúpola esetén a benapozás lehetséges, védelemről külön kell gondoskodni.

Áttetsző kúpola esetén a direkt napfény szórtna jut a belsőterbe.



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE KÚPOLA FELÜLVILÁGÍTÓKNÁL

Gúla típusú felülvilágítók

Formai jellegzetessége, hogy egybevágó, háromszög alakú fényterelőző felületi négyzet alapú gúlát alkotnak.

A fényterelőző felületek hajlásszöge rendszerint 45 fok.

Fényterelőző felületük rendszerint drótvázból készülnek.

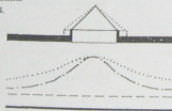
A megvilágítás eloszlása többszörös szimmetrikus.

Világítási tulajdonságaikat az üvegezés fényterelőző felületét és az azt fogadó szerkezet arányai és reflexiója határozzák meg.

Hatásfoka, az előzőektől függően 0,25... 0,35, a hajlásszög növelésével a hatások romlanak.

Átlátszó anyagú gúla esetén a benapozás lehetséges, védelemről külön kell gondoskodni.

Áttetsző gúla esetén a direkt napfény szórtna jut a belsőterbe, ezért közvetett káprázásra nemigen kell számítani és a megvilágítás ugrászerű változásokról mentes.



A MEGVILÁGÍTÁS-ELOSZLÁS JELLEGE GÚLA FELÜLVILÁGÍTÓKNÁL

Hasáb típusú felülvilágítók

Formai sajátosságuk, hogy olyan szód felülvilágítók amelyek alaprajza négyzethez közelít. Szerkezeti kialakításuk is ahhoz hasonló.

A megvilágítás eloszlása egyik irányban szód-szerű, erre merőleges irányban szimmetrikusan változó. Hatásfoka rosszabb, mint a hasonló szód esetén. Benapozás védelme északra tájékkal megoldható.

A TERMÉSZETES FÉNY HASZNOSÍTÁSA

29

A természetes fény hasznosítása a helyiség természetes világítása. A belsőteret természetes világításának mennyiségi és minőségi jellemzőit a közvetlen napfény, az égbolt szód fénye, a külső környezet és a belsőteret építészeti kialakítása együtt alakítják.

A közvetlen napfény, az égbolt szód fénye valamint a természetes és mesterséges külső környezet alkotják azt a külsőteret, ami adottság. Ebben helyezkedik el az épített belsőteret. A természetes világítás tervezése során az így adott külsőterezhez kell illeszteni a belsőteret.

A természetes világítás tervezése során az így adott külsőterezhez kell illeszteni a belsőteret. A természetes világítás tervezése során az így adott külsőterezhez kell illeszteni a belsőteret. A természetes világítás tervezése során az így adott külsőterezhez kell illeszteni a belsőteret. A természetes világítás tervezése során az így adott külsőterezhez kell illeszteni a belsőteret.

A belsőteret kialakítás következő sajátosságai alakítják természetes világítást:

- a bevilágító helye,
- a bevilágító tájolása és hajlásszöge,
- a bevilágító szerkezeti kialakítása és
- a belsőteret formája, méretei és felületeinek reflexiói.

A bevilágító helyének hatása

A belsőteret világításának alap előfeltétele a megfelelő megvilágítás biztosítása a munkasíkon. A munkasík, a térerlyősebb használat miatt általában az asztal felületének síkja, vagyis a padló feletti kb. 0,85 magasan lévő vízszintes sík. A bevilágító hatásosságát ennek szem előtt tartásával kell vizsgálni.

A munkasíkhöz viszonyítva a bevilágító helyzete különböző lehet, attól függően, hogy a helyiség határoló felületeinek melyik részén van.

A gyakorlati esetek túlyomó többségében, amikor a belsőteret oldalfalak és mennyezet határozzák, a bevilágító az oldalfal vagy a mennyezet része. Így ennek megfelelően a megnevezésük oldalfalvilágítás vagy felülvilágítás.

Olyan bevilágító esetén, amelyeknél az oldalfal és mennyezet között nincs éles határvonal, ez a csoportosítás esetenkint pontatlan.

A bevilágító elnevezése, az így csoportosított világításnak megfelelően oldalfalvilágító illetve felülvilágító. Az oldalfalvilágító a legtöbb esetben ablak.

A munkasík adott pontjának megvilágítása a következők miatt függ a bevilágító elhelyezésétől:

- Ugyanolyan nagyságú bevilágító, viszonylagos helyzetétől függően, az adott pontból különböző nagyságúnak látszik. Minél nagyobbabnak látszik az adott pontból a bevilágító, annál nagyobb égbolt *Külsőteret / rész* világa és annál nagyobb lesz a pont megvilágítása.
- A felület megvilágítása függ a fény beesési szögétől. Minél nagyobb a beesési szög, annál kisebb a megvilágítás.

Ezen hatások eredménye, hogy a munkasík adott pontjában a megvilágítás annál nagyobb minél inkább fölötte helyezkedik el a bevilágító.

Az előzőektől következők, hogy meglehetősen nagy különbség van az oldalfalvilágítás és a felülvilágítás hatásossága között. A felülvilágítás 3-5-ször hatásosabb, mint az oldalfalvilágítás.

30
A bevilágító belsőtér belüli helye az előzőeken túlmenően - a tájolással együtt - meghatározza, hogy a külső környezet mely részei hatnak takarásként és mely részei tekinthetők terepek.

A bevilágító hajlásszögének és tájolásának hatása

A bevilágító hajlásszögétől és tájolásától függ, hogy az adott külsőtér elemi /Nap, égbolt, természetes és mesterséges környezet / milyen mértékben és arányban vesznek részt a belső tér természetes világításában.

A bevilágító hajlásszöge és tájolása együttesen kijelölik azt a féltérlet ami a belsőtérből látható, amelyik közvetlenül világítja a belsőteret.

Adott földrajzi helyen a legrövidebb és leghosszabb naphoz tartozó nappályá görbe kijelölik azaz égbolt határokat amelyekben belül az év során a Nap mozog. A bevilágító hajlásszöge és tájolása kijelölik a látható égbolt részt. Ezek együttesen meghatározzák a belső tér lehetséges benapozásának tartamát, ezekből megállapíthatók a benapozás egyéb jellemzői.

Minél kisebb a bevilágító hajlásszöge, annál nagyobb a várható benapozás időtartama. Legnagyobb a vízszintes $\beta=0^\circ$, legkisebb a függőleges $\beta=90^\circ$ bevilágító benapozása /adott tájolás mellett /.

Legnagyobb a benapozás déli tájolás $\alpha=180^\circ$ legkisebb északi tájolás $\alpha=0^\circ$ esetén / adott hajlásszög mellett/. A benapozás várható időtartama északi tájolás felé közeledve fokozatosan csökken.

A bevilágító hajlásszöge és tájolása kijelöli azt az égbolt részt amelyik, amennyiben nincs takarás, közvetlenül résztvesz a belső tér világításában. E tekintetben a hajlásszög hatása a fontosabb.

Vízszintes bevilágító esetén $\beta=0^\circ$ a teljes égbolt, függőleges bevilágító esetén $\beta=90^\circ$ csak a fű égbolt vehet részt a belső tér világításában. A hajlásszög növelésével az égbolt szört fényének hatása csökken.

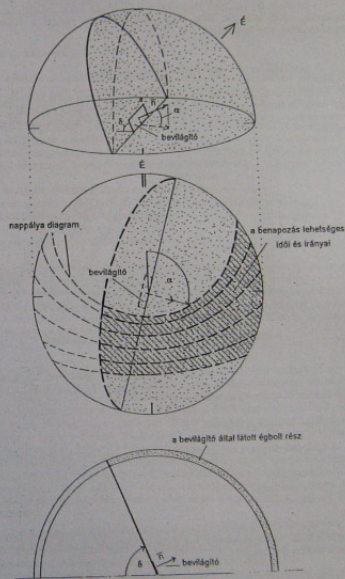
A tájolás annyiban befolyásolja az égbolt hatását, amennyiben az égbolt szört sugárzása e tekintetben aszimmetrikus. Az aszimmetria, a különböző függőleges irányokban mért szört sugárzások energiák éves átlagján értékelhető. Magyarországon az aszimmetria mértéke, az átlagos értékre vonatkoztatva, a tájolás függvényében -20 és $+50\%$ -on belül van.

Az égbolt szört fénye déli tájolás esetén a legnagyobb, nem várható nagy különbség északi-, keleti- és nyugati tájolások között, ezek értéke az átlag alatt vannak.

A bevilágító tájolása és a belsőtérbeni helye kijelölik a környezet takarásaként ható részeit.

A bevilágító hajlásszög és tájolása együttesen meghatározzák a terep viszonylagos nagyságát. Ezen túlmenően a hajlásszögétől függ, hogy az adott terep milyen mértékben van hatással a belső tér természetes világítására. A hajlásszög határozza meg ugyanis, hogy a bevilágító mennyeire látja a terepet, minél jobban látja, annál több fény jut a terepről a belsőtérbe.

A terep hatása legnagyobb függőleges fényáteresztő felett $\beta=90^\circ$ esetén és nincs semmi hatása akkor, ha az vízszintes.

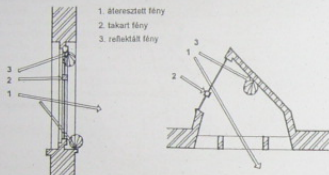


A BEVILÁGÍTÓ TÁJOLÁSA ÉS HAJLÁSSZÖGE

A bevilágító hajlásszögétől függ végül a fénytereszto felület piszkolódása. Minél kisebb a hajlásszög, adott időtartam alatt, annál több szennyezés rakódik a felületre és roeja fénytereszteszt, s így hatásfokát.

A bevilágító szerkezeti kialakításának hatása

A bevilágító szerkezeti kialakítása azt a megoldást értjük, amely biztosítja, hogy valamely egy- vagy többretegű fénytereszto felület a belsőter határoló felületéhez - oldalfalához, mennyezethez - úgy illeszkedjen, hogy annak építészetileg és épületszerkezetiileg szerves részét képezze.



A BEVILÁGÍTÓ SZERKEZETI ELEMEINEK HATÁSA

A bevilágítók világítástechnikaiilag csak a csatlakozó térhatároló konstrukcióval együtt értékelhetők. Így oldalvilágításnál csak a csatlakozó falak, felülvilágításnál csak a csatlakozó födém figyelembe vételével jellemezhetők.

A fénytereszto felületek:

A bevilágító világítás szempontjából legfontosabb része a fénytereszto felület. Jellemzőire szolgál:

- a rétegszám,
- a fénytereszteszt
- a fényszórás

A rétegszám a hőszigetelési elvárások kielégítéséből adódik. Egyrétegű üveges Európaiban csak a módterán védőkenn indokolt, egyébként a többretegű üveges vagy azzal egyenértékű szerkezet alkalmazása célszerű.

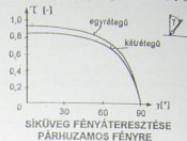
A fénytereszteszt és τ transzmissziós tényezővel jellemezhető. A transzmissziós tényező értéke függ:

- a fénytereszteszt anyag minőségétől, vastagságától és felületének minőségétől valamint
- a fény γ beesési szögétől

A párhuzamos napfény esetén a transzmissziós tényező az adott anyagra vonatkozó $\tau = f(\gamma)$ összefüggés alapján állapítható meg.

A leggyakrabban használt fénytereszteszt anyag az átlátszó síkűveg. Ennek fényteresztesztje kb. 60 fok beesési szögig közel azonos, emel nagyobb szögekre egyre csökken, a párhuzamos fényre $\gamma = 90^\circ$ értéke értelemszerűen nulla.

A normál síkűvegnél az üveg vastagság hatása 2.6mm méret határok között a gyakorlatban elhanyagolható, τ értéke a közölt görbétől vehetők.



SÍKÜVEG FÉNYTERESZTESZTE PÁRHUZAMOS FÉNYRE

Több irányú, szórt fény esetén az átlátszó felület a tér különböző irányából, más-más beesési szög mellett, eltérő intenzitású fénysugarakat enged át. Ilyen este τ_{sz} , az u.n. szórt sugárzásra vonatkozó transzmissziós tényező vonatkozik, ami a beesési szögek és intenzitások, $\tau = f(\gamma)$ összefüggés alapján számolt súlyozott átlaga.

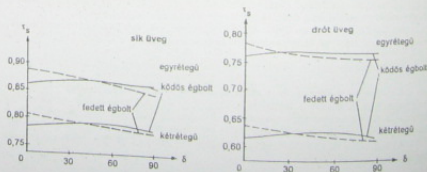
$$\tau_{sz}(\beta) = \frac{\iint_{\Omega} I(\varphi, \theta) \tau(\varphi, \theta) d\varphi d\theta}{\iint_{\Omega} I(\varphi, \theta) d\varphi d\theta}$$

Szórt fényrel az égbolt és a terep /esetleg a takarás/ hatásánál kell számolni, így a szórt sugárzásra vonatkozó τ_{sz} ezek jellemzőitől függ, nevezetesen

- attól, hogy az átlátszó felület milyen arányban "látja" az égboltot és terepet, ez a bevilágító hajlásszögétől függ,
- attól, hogy e "látott" feltételekben milyen a fényerősség eloszlása, ez az égbolt állapotától $L = f(\alpha, \theta)$ és a terep reflexiós tényezőtől ρ_p függ, végeredményben

$$\tau_{sz} = f(\alpha, L, \rho_p, \theta, \rho_p)$$

Normál síkűveg és drótvég τ_{sz} mért értéke a közölt diagramból vehetők.



SÍK- ÉS DRÓTÜVEG FÉNYTERESZTESZTE SZÓRT FÉNYRE

Több réteg esetén az eredő transzmissziós tényező az egyes rétegek transzmissziós tényezőjének szorzataként számolható. Az így kapott érték kisebb, mint a tényleges. Méretezés során ez használva a biztonságot irányába tévednek.

Fényzórás szempontjából a fényáteresztő felület lehet átlátszó vagy többé-kevésbé áttetsző. Az átlátszó felületeken a fény irány változtatás nélkül halad át. Ennek következtében az ilyen felület nem torzítja a mögötte lévő tér képt. Az áttetsző felületek az áthaladó fényt szórják. Ennek következtében az ilyen felület mögötti tér képe homályosan vagy egyáltalán nem látható. Minél kevesebbet vehető ki a mögöttes tér képe, annál jobb az anyag fényzórása.

Lejobban szórják a fényt azok az anyagok, amelyek zórása a Lambert törvény szerint történik. Ilyen például a tejfehér. Az egy oldalon homokfuvott üveg zórása gyengébb, de így is jól megfelel a gyakorlati igényeknek. A zórás erősítése miatt a kétoldali homokfuvás általában indokolatlan.

Áttetsző lehet az anyag

- mert anyagában homályos, mint például a tejfehér.
- mert felülete nem sima, matt, mint például a homokfuvott üveg,
- vagy mert szerkezete inhomogén, cellás, bordás rücsökös, mint például a műanyag felülvilágítók, üvegtégla.

Áttetsző anyagok fényáteresztése igen széles határok között változik.

Azoknál az anyagoknál, amelyek anyaga homályos, a fényáteresztés erősen függ a vastagsától.

Azoknál az anyagoknál, amelyeknél a zórását a felület okozza, a vastagság lényegében nem befolyásolja a fényáteresztést.

Inhomogén szerkezeteknél, mint például az egyik oldalán homokfuvott síküveg vagy U profilú üveg esetén a transzmissziós tényező értéke függ attól, hogy melyik oldalára esik a fény. Például homokfuvott üveg esetén az kedvezőbb, ha a fény az üveg matt oldalára esik.

Áttetsző anyagok esetén is különbség van a párhuzamos és szőrt fényre vonatkozó transzmissziós tényező között. Sajnos azonban a fényáteresztési tényező értéke, az elterjedtebb anyagok esetében is, csak egy, pontosabban nem definiált szőrt fényre ismert.

Többretegű szerkezeteknél, ha áttetsző bevilágító az igény, csak az egyik rétegnek kell áttetszőnek lenni.

Az ilyen szerkezet a fényáteresztési tényező értéke függ attól, hogy a fény milyen sorrendben halad át a felületeken. Átlátszó és homokfuvott síküveg esetén a változó réteg sorrend a legelőnyösebb.

Szerkezeti takarások:

A fényáteresztő felületeket szerkezeti elemek, keretek fogják össze és illesztik a határoló falhoz vagy fűdénhez. Ezek a szerkezetek átlátszatlannak, takarják a fényáteresztő felület egy részét, ily módon csökkentik a bevilágító hatását. A különböző szerkezeti kialakításoknál ennek a csökkentő hatásnak a mértéke különböző.

Bevilágítók szerkezeti takarásainak szokásos viszonylagos nagysága, kialakítástól függően a következő:

- egyrétegű, faszerkezeti ablak	25 %
- egyrétegű, fémszerkezeti ablak	20 %
- kettős üvegezésű, faszerkezeti ablak	40 %
- kettős üvegezésű, fémszerkezeti ablak	35 %
- kettős üvegezésű, egyesített szárnyú ablak	20 %

- kettős üvegezésű, gerbőtokos faszerkezeti ablak	50 %
- vasteton szerkezeti felülvilágító	40 %
- fémszerkezeti felülvilágító	30 %

Fényvisszaverő felületek:

A bevilágító szerkezeteinek harmadik részét azok az átlátszatlannak alkotják, amelyek a külsőtől jövő fény egy részét a belső térbe reflektálják. Ezeknek a felületeknek hatása a fényhasznosításra a bevilágító geometriai arányaitól, formájától, a felületek reflexiós tényezőjétől és a fényvisszaverés módjától függ, a következők szerint.

Azok a fénygarak, amelyek nem ütik meg a bevilágító reflektáló felületeivel minden változás nélkül jutnak a belső térbe. Azok a fénygarak azonban, amelyek reflektálódnak ezeken a felületeken gyengülnek és irányt változtatnak. Az, hogy a felületek a fény egy részét elnyelnek mindenképpen veszteség és további veszteséget eredményezhet az irányváltozás is.

- A bevilágító reflektáló felületei annál nagyobb a fényáram veszteség,
- minél hosszabb a fény útja a bevilágító belől, azaz minél nagyobb d
- minél kisebb a bevilágító keresztmetszete, F
- minél sötétebb a felület és
- minél jobban szórja a felület a fényt.

A geometriai kialakításnál az F:d arány és a forma a fontos. Ez az arány csak az esetek egy részében állandó. Minél nagyobb ez az arány, annál kisebb a fényáram veszteség.

A reflektáló felületek minősége tekintetében a jó reflektáló képesség mellett fontos, hogy a visszavert fény a belső tér felé haladjon. Ez akkor történik, ha a felület tükröződő vagy fényes.

Az előző hatások összefoglalva az a n. a. *akna hatásfok*ként definiálhatók. Az akna-hatásfok értékek egyszerű geometriai esetekre ismertek.

A belső tér kialakításának hatása

A bevilágító keresztül a belső térbe jutó fényáramnak csak egy része jut el közvetlenül az első sorban megvilágítani kívánt felülete, a munkásíkra. Másik része csak a határoló felületekről egyszeri vagy többszörös visszaverődés után éri el a munkásit. Emiatt a belső tér geometriai arányainak, a belső téri felületek fényvisszaverő képességének és fényzóró tulajdonságainak fontos szerepe van a természetes világítás alakításában.

Az, hogy a belső tér egyes részei milyen mértékben vesznek részt a vonatkoztatási sík megvilágításában attól függ, hogy milyen a kérdéses felület viszonylagos helyzete a bevilágítóhoz és a munkásírhoz. Segít egy adott helyzet értékelésében annak ismerete, hogy egy pont megvilágításában olyan mértékben vesznek részt az azt világító féltér egyes részei ahogyan e pontból láthatók.

Amak megvilágítás szempontjából, hogy egy felület milyen szerepet játszhat a belső tér világításában, döntő, hogy róla hányasoros reflexió eredményeként juthat a fény a munkásíkra. Ugyanis minden reflektálás jelentősen csökkenti a hasznosítható fényáramot.

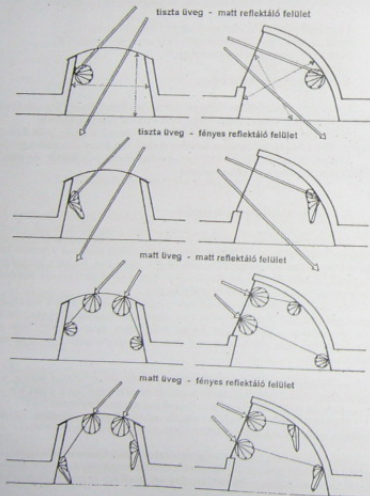
Mindebből következik, hogy a világítás módjától függően lényegesen különbözik az oldalfalak, mennyezet és a padló hatásának mértéke.

Oldalvilágításnál a két oldalról és az ablakkal szemközti fal szerepe elhanyagolható, minthogy a bevilágító keresztül rájuk eső fény egy részét a munkásíkra reflektálják. A mennyezet hatása már kisebb, hiszen az nem látja az égboltot, az a fény ami ráesik már egyszer a terepen reflektálódott.

A padló hatása általában elhanyagolható, egyrészt mert az asztal takarja, másrészt mert csak többszöri reflektálódás után juthat róla fény a munkasíkra. Az ablak menti fal szerepe ugyancsak másodlagos, arról is csak többszöri reflektálódás után érheti el a fényt a munkaszíkra.

Felülvilágításnál az oldalfal szerepe ugyancsak elsődleges lehet abban az esetben ha a felülvilágítóhoz viszonylag közel van és azt jól megvilágítja, más esetekben az oldalfal hatása másodlagos. Általában a padlóról visszavert fény juthat még a munkasíkra, elősorban a mennyezetről, másodszorban az oldalfalról reflektálódva. Bár ez a padló reflexió jelentőségét kiemeli, a padló hatását a bútorozás korlátozza. Végeredményben a padlóról a fény legalább kétszeres reflexió után juthat a munkasíkra.

Mindent összevetve, a belső határolófelületek a természetes világításra oldalvilágításnál nagyobb, mint felülvilágításnál.



A BELSŐTÉR TERMÉSZETES VILÁGÍTÁSA

Világítás módok

Természetes világításnál, attól függően, hogy a természetes fény a határoló felületek melyik részén jut a belső térbe három világításmód lehetséges, úgymint

- oldalvilágítás,
- felülvilágítás és
- kombinált világítás

Kombinált világítás esetén bevilágítók vannak az oldalfalon és a mennyezeten egyaránt.

Az olyan belsőterek esetében, amelyeknél az oldalfal, a mennyezet valamint ezek csatlakozása nem definitív, például íves szerkezettel fedett belsőterek esetén, az oldal- és felülvilágítás a következők szerint értelmezhető:

Oldalvilágításnak tekinthető az az eset, ahol a bevilágító a padlószint fölötti kb. 2,5 m magasságon belül van, felülvilágításnál a bevilágító e magasság fölött helyezkedik el.

A munkasík megvilágításának két összetevője van, az egyik a közvetlenül a bevilágító keresztül jövő fény hatására kialakuló direkt komponens, a másik a belső felületekről reflektálódó fény eredményeként létrejövő indirekt komponens.

A bevilágító belső térbeni helyzetétől függő világításmód jellemzi a kialakuló világítást abból a szempontból is, hogy a természetes fény milyen arányban juthat el közvetlenül, azaz direkt módon illetve határoló felületeken reflektálódva, közvetve, azaz indirekt módon a munkasíkra.

Oldalvilágítás esetén a munkasíkra a világítás oldalról és felülről jön, aminek következtében az ablakhoz közel a vonatkoztatási sík megvilágítása túlnyomóan direkt módon történik, az indirekt megvilágítás viszonylag kicsi. Az ablaktól távolodva a direkt megvilágítás abszolút értéke erősen csökken, így az alig változó indirekt rész viszonylagos nagysága egyre nő. A helyiség hátsó falánál közel azonos lehet a direkt és indirekt megvilágítás részaránya.

Felülvilágításnál a vonatkoztatási sík megvilágítása döntően direkt módon történik. Az indirekt megvilágítás aránya nemigen haladja meg a teljes megvilágítás 25 %-át.

Kombinált világításnál az oldal- és felülvilágítók arányától függően a direkt és indirekt megvilágítás aránya az előző, szóbeli esetek között van.



DIREKT ÉS INDIREKT MEGVILÁGÍTÁS KOMPONENSEK A KÜLÖNBÖZŐ VILÁGÍTÁSMÓDOKNÁL

A világítás mennyiségi jellemzése

A belső világításnak mennyiségi jellemzése a rendeltetésből illetve használatából adódó, a léte szempontjából legfontosabbnak vélt sík megvilágításával történik. Ez a sík a vonatkoztatási sík vagy munkasík, ami leggyakrabban egy képzeltbeli vízszintes sík a 0.85 m átlagos magasság / illetve 0.0 m padlószint feletti magasságban. A vonatkoztatási sík természetesen lehet más sík is, például az oldalfal képképző síkján.

- A vonatkoztatási sík megvilágítását jellemezni lehet
- a megvilágítás értékek sík menti eloszlásával vagy
 - a megvilágítás értékek egyik irányba vett átlagának jellemző változási irány menti eloszlásával vagy
 - a megvilágítás átlag értékével és sík menti egyenlőtlenségével.

A sík menti eloszlással történő jellemzés látványos, főleg valamilyen adott időpontban kialakult világítás szemléltetése céljából használják.

A jellemző változási irány menti eloszlás jó és kielégítően jellemzi adott időpontban meglévő világítást, segítségével valamilyen gyakorlati kérdés vizsgálható.

Az átlaggal és egyenlőtlenséggel való jellemzés a leggyorsabb, a gyakorlatban az igények megfogalmazása valamint a tényleges világítás megfelelőségének értékelése ezek segítségével történik.

A belsőterek természetes megvilágítása

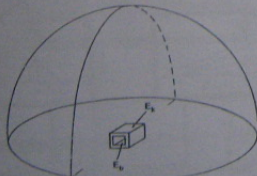
- egyrészt a belsőter természetes világítás szempontjából történt kialakításától,
- másrészt a természetes fényforrásként, lámpaként ható külső környezettől függ.

A belsőter valamely síkjának egy pontjában kialakuló E_b megvilágítás - első közelítésben - arányos az ugyanott és ugyanakkor, a takaratlan vízszintes síkon mérhető E_k u.n. *külső megvilágítással*, az

$$E_b = [e/100] \cdot E_k$$

összefüggés szerint, ahol

- e az u.n. *természetes világítási tényező* vagy *világítási tényező*, %-ban.

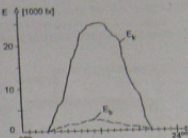


KÜLSŐ ÉS BELSŐ MEGVILÁGÍTÁS

Mint hogy a külső megvilágítás állandóan változik, a belsőteri megvilágítás is változik az idő függvényében.

$$E_b/U = [e/100] \cdot E_k/U$$

Ebben a kapcsolatban a belsőter építési kialakítását és a külső környezetet az e természetes világítási tényező, a világító égboltot az E_k külső megvilágítás képviseli.



A KÜLSŐ ÉS BELSŐ MEGVILÁGÍTÁSOK VÁLTOZÁSA

A belsőteri megvilágítás szorozt jellegű eredménye az építészeti kialakításnak $e/100$ és a világító külső környezetnek E_k/U , emiatt egy adott belsőteri megvilágítás alapján nem állapítható meg, hogy az milyen mértékben közelebb az építészeti kialakításnak és a külső környezetnek.

Az e természetes világítási tényező, röviden világítási tényező lényegében egy hatáskör, a természetes fény világitásra történő hasznosításának hatásköfe.

- $e = 100\%$ a takaratlan vízszintes síkon, ahol az égbolt hatását semmi sem csökkenti.

Az e világítási tényező értéke azt mutatja, hogy az épített belsőter és a külső takarások együttesen mennyire korlátozzák a potenciálisan lehetséges megvilágítást.

Az e világítási tényező egyetlen számértékbe foglalva jellemzi a külső- és belsőteri valamilyen korlátozó hatásait az adott pont megvilágítására. Ilyen módon az világítási tényező függvénye

- a vonatkoztatási pont helyének,
- a belsőter formájának és méreteinek,
- a belsőteri felületek reflexiójának,
- a bevilágító helyének, nagyságának, szerkezeti kialakításának,
- a külsőteri takarások helyének, méreteinek és reflexiójának,
- a terep reflexiójának.

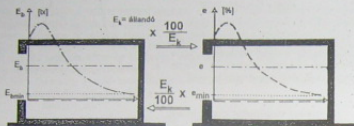
Az e természetes világítási tényező a belsőter természetes megvilágításának *körvített jellemzője*.

Adott időpontban - vagyis változatlan külső környezet mellett, amikor $E_k = \text{állandó}$ - ahogyan a belsőter megvilágításásontról-pontra változik, úgy változik pontról-pontra a világítási tényező is, azaz a belsőter megvilágítás-eloszlásának megfelelően változik a természetes világítási tényező.

Ez azt jelenti, hogy egy E_b/U megvilágítás eloszlás-függvény más léptékben $e[\%]$ világítási tényező eloszlás-függvény. Ebből következik, hogy a világítási tényező esetében, a megvilágításához hasonlóan értelmezhető

- $e_{\text{átl}}$ átlagos érték,
 - e_{min} minimum érték,
 - e_{rel} egyenlőtlenség,
- és ezek arányokat a megfelelő megvilágítás értékekkel.

Jöhető a világítási tényező értéke csak első közelítésben tekinthető állandónak, a belső tér természetes világításának közvetett jellemzésére a gyakorlatban igen használható.

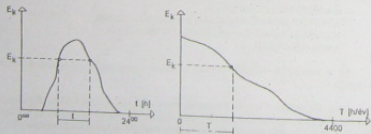


A MEGVILÁGÍTÁS ÉS A TERMÉSZETES VILÁGÍTÁSI TÉNYEZŐ KAPCSOLATA

Az E_k külső megvilágítás állandóan változik nulla és valamilyen maximum között, naponként és az év során, következőképpen a belsőteri E_k természetes megvilágítás is vele együtt változik. Így a belső tér adott pontjában a megvilágítás az év során számtalan értéket vesz fel, ezek közül természetes megvilágítását önmagában egyik sem jellemzi.

Azokban minden előforduló E_k értékhez rendelhető egy E_k megvilágítás vagy időtartam és kettő együtt már valamilyen jellemzés ad. Mondható, hogy:

- E_k az adott pont megvilágítása E_k külső megvilágítás esetén, vagy
- legalább E_k az adott pont megvilágítása, ha a külső megvilágítás legalább E_k , vagy
- legalább E_k az adott pont megvilágítása az év vagy nap azon időtartamában amikor a külső megvilágítás legalább E_k .



KÜLSŐ MEGVILÁGÍTÁS IDŐTARTAM KAPCSOLATA

Tehát a belsőteri megvilágítás egy értéke csak egy kapcsolódó másik adattal - külső megvilágítás, annak időtartama - együtt szolgáltat valamilyen használható információt a természetes világításról.

A belső tér természetes világítás menüjogi jellemzése kétféleképpen történhet.
Közvetlen módon, az E_k megvilágítás menti eloszlással vagy
jellemez irány menti eloszlásával vagy

-átlagos értékével és egyenlőtlenségével
Ezekbe a jellemzőkbe minden esetben adott külső megvilágítás és/vagy időtartam tartozik. Tehát ezek a jellemzők az időben állandóan változnak.

- Közvetett módon, az e világítási tényező
- sík menti eloszlásával vagy
- jellemző irány menti eloszlásával vagy
- átlagos értékével és egyenlőtlenségével.

Azokban az esetekben, amikor a belső tér természetes világításának építészeti kapcsolatát, térbeli jellegét akarjuk szemléltetni, a természetes megvilágítás világítási tényezővel történő, közvetett jellemzése és ábrázolása célszerűbb.

Ilyenkor ezek az értékek állandóan tekinthetők.

A világítás térbeli egyenletessége

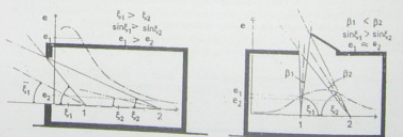
A világítás térbeli egyenletességét a munkasík megvilágításának egyenletességével jellemzik.

A belső tér egyes pontjainak megvilágítása két részből, a külső környezetből jövő közvetlen és a belső felületekről reflektálódó közvetett megvilágításból tevődik össze.

Hátrá a direkt és indirekt megvilágítás aránya a munkasíkon a világítás módjától függően pontról-pontra változik és előfordulhat, hogy a két megvilágítás közel ugyanannyi, a megvilágítás eloszlásának jellegét a direkt megvilágítás határozza meg.

A munkasík egyes pontjainak direkt megvilágítása, adott külső környezet esetén, elsősorban attól függ, hogy mekkora égbolti hányadot, milyen átlagos szög alatt "látunk". A megvilágításuk ugyanis arányos a "látott", közvetlenül ható égbolti-résznek a nagyságával és a fény átlagos beesési szögének cosinussal.

A vonatkoztatási pontokra ható égbolt nagysága és fényének beesési szöge egyaránt attól függ, hogy a bevilágító a térhatárolás melyik részén van, azaz függ a világítás módjától.



A MEGVILÁGÍTÁS EGYENLŐTLENSÉG ÉS VILÁGÍTÁSMÓD KAPCSOLATA

A természetes világítás térbeli egyenlőtlenségének jellemzése a gyakorlatban
-az világítási tényező jellemző irány menti e/h eloszlásával vagy
-a világítási tényező vonatkoztatási síkon mérhető e_{min}/e_{max} egyenlőtlenségével történik.

Üstbelyegítés esetén, a munkások pontjaira, az ablaktól távolodva egyre kisebb épséket mérve világít, egyre laposabban. ENNE következik a megvilágítás eloszlás jellege, nevezetesen, W_{v} az üstbelyegítéssel kialakuló megvilágítás szakszerűsége nagyon egyenlőtlen.

Üstbelyegítéssel a megvilágítás egyenlősége a belyegési nagysággal és elhelyezkedésével köztudott mértékben befolyásolható a beépítési akció mértéke, elsősorban belyegésének mértéke.

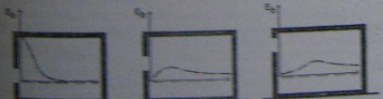
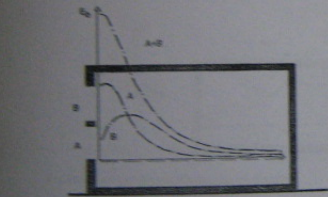
Az üstbelyegítés esetén kialakuló természetes világításra a beépítési építészeti adottságok hatása az alábbiak szerint alakulhat a következők:

- belyegési mélység,
- ablak nagysága,
- belyegési belyegés,
- üstbelyegítés mértéke,
- belyegési mélység és
- ablak helye.

Tanulságos az egyes ablak-csoportok, ablak elhelyezések hatásvizsgálata.

A munkások alatt lévő belyegési hatáson a munkások megvilágítására gyakorlatilag átterjedéssel, hiszen hatáson történő reflexió és talajok nagyságában kerülnek.

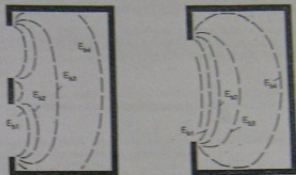
A belyegési mélységben kétféle típus alakulhat ki az ablaktól távolodva belyegési mélység világítás, parancs alatt elhelyezett ablak által terjedéssel megvilágítás történő egyenlősége, azaz, az ablak alatt elhelyezett ablak által terjedéssel megvilágítás történő egyenlősége, azaz, az ablak alatt elhelyezett.



ABLAK ELHELYEZÉS HATÁSA A MEGVILÁGÍTÁS ELOSZLÁSRA

A szűzablak mellett a megvilágítás ablaktól távolodva irányban egyenlősébe, mint tagolt ablak esetén.

Az ablak tagoltságának hatása az ablaktól távolodva csökken, a belyegési mélység felől az érték többszörösen emelkedéssel.

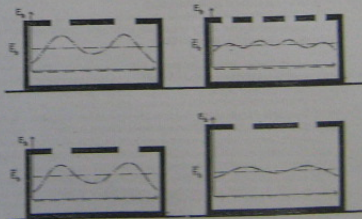


AZ ABLAK TAGOLTSÁG HATÁSA A MEGVILÁGÍTÁS ELOSZLÁSRA

Felsőbelyegítés mellett a kialakuló megvilágítás egyenlőséget meghatározó módon a felsőbelyegítés mértéke, a belyegési mélysége és a felsőbelyegítés kialakítás befolyásolja.

A felsőbelyegítés azonos mértékű felület mellett nagyobb mértékű, egyenlőséget elosztó felsőbelyegítés megvilágítás eredményez.

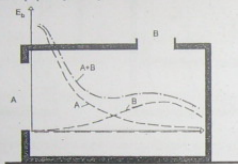
Azonos felsőbelyegítés mértékben és mértékben történő, minél nagyobb a beépítési mélysége annál egyenlőbb lesz a megvilágítás.



FELÜLVILÁGÍTÓ ELHELYEZÉS HATÁSA A MEGVILÁGÍTÁS ELOSZLÁSRA

A felvilágító kialakításnak hatása a megvilágítás egyenletességére a felvilágítók kialakításától függő fényszórásától függ.
Felvilágítással kívánt egyenletesség biztosítható.

Kombinált világítás esetén a megvilágítás egyenletességét az oldal- és felvilágítás együttesen határozzák meg. Előb kőmélésben az ilyen világítás által létrejövő megvilágítás az oldal- és felvilágítás szuperpozíciójaként képzeltető el.



MEGILÁGÍTÁS ELOSZLÁS ÖSSZETEVŐK KOMBINÁLT VILÁGÍTÁSÁNÁL

Kombinált világítással is kívánt mértékű térbeni egyenletesség valószínűsíthető meg.

A világítás időbeni egyenlőtlensége

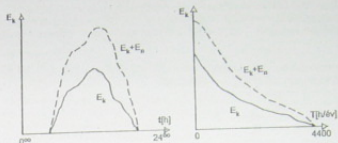
A természetes világítás a Nap mozgásának és az égbolti állapotoknak állandó változása következtében szakszerűen állandóan változik.

A belsőter megvilágítás minden esetben valamilyen mértékben arányos az égbolti adott időbeni intenzitásával E_{e}/J és esetenként, a helyiség vagy a takarás benapozása esetén, a közvetlen napágrázás intenzitásával $E_{\text{e}}/J_{\text{a}}$.

A természetes világítás időbeni alakulása két vonatkozásban vizsgálható, az egyik a napi, naponkénti, a másik a várható éves időtartam szerinti változás.

A megvilágítás napi változása, a belsőter egy adott pontjában, az E_{e} égbolti szórt fény és az E_{a} közvetlen napfény által létrehozott megvilágítások napi változása alapján követhető. Mindkét változás várható napi értékekkel jellemezhető és ezek az év 365 napján különböznek.

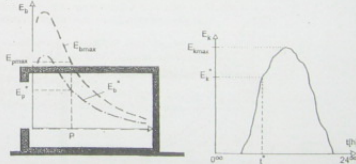
Az év egy adott napján, a belsőter egy pontjában a megvilágítás várhatóan az arra a napra vonatkozó E_{e}/J és $E_{\text{a}}/J_{\text{a}} + E_{\text{e}}/J$ megvilágítás görbék közötti valamilyen görbével arányosan változik.



A NAP ÉS ÉGBOLT EGYÜTTES MEGILÁGÍTÁSA A VÍZSZINTES SÍKON

Ha eltekintünk a benapozás általában nem kívánt és esetleges hatásától, akkor mondható, hogy a belsőter megvilágításnak változása követi az E_{e}/J külső megvilágítását és időbeni egyenlőtlensége annak megfelelő. A benapozás az egyenlőtlenséget növeli.

A belsőter megvilágításának napi változása a világítási tényező e/b jellemző eloszlásának és az E_{e}/J várható napi változásának segítségével követhető.



A BELSŐ ÉS KÜLSŐ MEGILÁGÍTÁS KAPCSOLATA

A belsőter megvilágítások adott napon várható értékei 0 és $E_{\text{e,max}}/b$ görbék között vannak, minden előforduló E_{e}/J értékhez más E_{e}/b tartozik, t^* időpontban, amikor a várható külső megvilágítás E_{e}^* , a megvilágítás eloszlás az E_{e}/b szerinti.

A " P " pont megvilágítása a nap folyamán 0 és $E_{\text{e,max}}/b$ között változik, t^* időpontban értéke E_{e}^* .

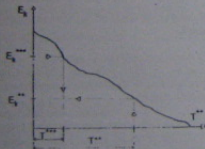
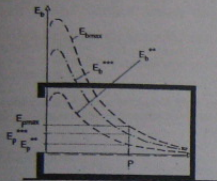
A gyakorlatban, a napi változásakkal sokkal gyakrabban merülnek fel olyan kérdések amelyek belsőter megvilágítás és várható éves időtartam kapcsolatára vonatkoznak, nevezetesen

- az év adott időtartamában milyen lesz a megvilágítás vagy
- adott megvilágítás az év milyen időtartamában várható.

Ezek a kérdések vonatkozhatnak a belsőter egy-egy pontjára, a megvilágítás átlagára vagy a megvilágítás jellemző eloszlására egyaránt.

Ezek a kérdések a világítási tényező e/h jellemző eloszlásának és a külső megvilágítás E_{ext} /T várható tartandigramjának segítségével válaszolhatók meg.

Az e_{ext} világítási tényezővel jellemzett "P" pont megvilágítás az év T^{**} időtartamában várhatóan legalább $E_{\text{P}}^{**} = e_{\text{P}} \cdot E_{\text{ext}}^{**}/100$ értékű E_{P}^{***} nagyságú megvilágítást az év T^{***} időtartamában várható, mint hogy $100 \cdot E_{\text{P}}^{***}/e_{\text{P}} = E_{\text{ext}}^{***}$



ADOTT BELSŐTÉRI MEGVILÁGÍTÁS ÉS ÉVES IDŐTARTAMÁNAK KAPCSOLATA

Hasonlóan követhető a megvilágítás-időtartam kapcsolata az átlagos megvilágítás vagy a jellemző eloszlás esetében is.

Amikor a világítás időbeni változásait az előző módon vizsgáljuk, nem szabad elfelejteni azt, hogy a természetes fény a meteorológiai-statisztika törvényszerűségeit követi. Így az égből származó fénynek E_{ext}/U és E_{ext}/T valamint a napfény E_{ext}/U jellemzői a szokásos hónapok és évtizedek az értelemben 50% valószínűséggel várhatóak.

Káprázás

A vizuális komfort, így a világítás minősége szempontjából legfontosabb probléma a káprázás, ami olyan látás állapot, amelyben a látás kényelmetlen, vagy a felismeréshoz szükséges csökken, szélső esetben a látott tér vizuális feldolgozása részben, vagy egészben megszűnik. Ez utóbbi eset a vaklás.

A káprázás oka a környezetnél nagyobb fényerősségű felület a látótérben. A káprázás veszélye annál nagyobb, minél nagyobb a káprázást okozó felület látott nagysága és fényerőssége, a zavaró felület minél inkább a látótér tengelyében van és minél kisebb a látott tér többi részének fényerőssége.

Természetes világítás esetén káprázást a belsőteréből látható Nap, égből és napotűtő környezet vagy belsőter okozhat. Ezek a fényerőségek állandóan, széles határok között változnak.

Természetes világításnál káprázásról, minden esetben mint bizonyos valószínűséggel várható kellemetlen hatásról beszélhetünk, jellemzője, hogy

- a káprázás mértéke változó,
- a legkedvezőtlenebb megoldás sem okoz káprázást állandóan,
- általában esetben változó mértékű káprázás várható az év egy részében,
- vannak olyan megoldások amelyekkel káprázás mentes világítás biztosítható.

A Nap, égből és külső környezet közvetlen káprázató hatásának valószínűsége elsősorban a bevilágító látótérben helyétől, azaz a világítástól függ. Más szóval, minél jobb a vizuális kapcsolat a belső- és külsőtér között, annál nagyobb a közvetlen káprázás veszélye.

Oldalvilágítás esetén az ablakok keresztül látott külsőtér a látótér középső részében lehet, ezért a közvetlen káprázás valószínűsége és várható mértéke nagy. Természetesen ez esetben a káprázás veszély tájolás függő is.

Felülvilágításnál a látható égből rész a látótér szélén van, így a közvetlen káprázás valószínűsége és várható mértéke kicsi.

Belsőterében a benapozás miatti közvetett káprázás kevésbé függ a világítás módtól.

Fényirány és árnyékoság

A tér adott helyén, a különböző irányba néző felületek eltérő megvilágítása árnyékosodást eredményez. Az árnyékoság segíti a tárgyak térbeliségének és a felületek tulajdonságainak felismerését. Az árnyék mentes világítás és a nagyon erős árnyékhatás egyaránt kedvezőtlen.

Az erős árnyék különösen akkor zavaró, ha vetett árnyékként a látni kívánt felület megvilágítását és így láthatóságát csökkenti.

Az árnyékoság a függőleges és vízszintes síkok megvilágításával jellemezhető.

A természetes világítás árnyékoságát elsősorban a világítás módtól, másodsorban a belsőter felületeinek fényvisszaverésétől függ.

Oldalvilágításnál az árnyékhatás szűkegszerűen nagy, a világítás erősen irányított volta miatt. Ezen az adottságon változtatni lényegében nem lehet, az ebből adódó problémák megoldásának egyetlen lehetősége, a funkció minél jobb illesztése ehhez az adottsághoz.

Felül- és kombinált világítás esetén az árnyékhatas, a bevilágítók elhelyezése segítségével a kívánt mértékben befolyásolható.

Színhatas

A kellemes színhatas a megvilágítás és a fényszínrel vagy színhőmérséklettel jellemzett fényminőség összhangját jelenti a Kruithoff-diagram szerint. Kellemesnek találjuk a környezet világítását, ha a kisebb megvilágítást meleg, a nagyobb megvilágítást hidegebb fényérő eredményez.

A külső tér az összhang többnyire automatikusan teljesül, hiszen feltehetően innen ered maga az elvárás. A belső térben azonban a megvilágítás sokkal kisebb, a külső térnek csak egy tized, egy század része, a ennek következtében ez az összhang nincs meg automatikusan.

Mivel kisebb a belső tér átlagos világítási tényezője, annál valószínűbb, hogy a természetes világítás színhatas az év egy részében nem megfelelő.

Számításba véve a természetes fény színhőmérsékletének legvalószínűbb értékeit, várható, hogy az esetek túlnyomó részében, az év nagy részében a világítás ebből a szempontból megfelel.

Színvisszaadás

A felületek, anyagok természetes színeinek tudata a természetes fény mellett látsás során alakult ki. Ebből következik, hogy a természetes világításnál, amennyiben a belső tér azt nem torzítja, kiváló színvisszaadásra lehet számítani.

A TERMÉSZETES VILÁGÍTÁS MÉRTEZÉSE

A természetes világítás méretezése a belső tér olyan építészeti kialakítását jelenti, amelyek eredményeként a belső tér megfelel világítással szemben, adott esetben támasztott elvárásoknak. Nevezetesen

- átlagos megvilágítása és térbeli egyenletessége megfelelő,
- kivált mértékben káprázás mentes,
- árnyékhatas és fényiránya kielégítő,
- színezete jó és
- színvisszaadása jó.

Ezen követelmények közül a tényleges méretezést a megvilágítással kapcsolatos elvárás igényel, a többi követelmény a belső tér részletek bizonyos módokon történő kialakításával elégíthető ki többé-kevésbé.

Méretezés megvilágításra

Adott tevékenységhez szükséges E_{B1} átlagos megvilágítás nagyságát és kívánt ϵ térbeli egyenletességet országunkat, a mesterséges világításra vonatkozó szabványban adják meg. A természetes világítást célszerű ezek alapján méretezni.

Tehát a természetes világítás tervezése az E_{B1} igényelt átlagos megvilágítás és az elvart ϵ egyenletesség alapján történik.

Mint hogy a belső tér megvilágítása állandóan változik,

-ha E_{B1} kisebb, mint az év során várhatóan előforduló legnagyobb átlagérték, akkor mondható, hogy a belső tér természetes megvilágítása valamennyennél kedvezőbb külső állapotok esetén, a nappalok egy részében megfelelő,

-ha E_{B1} nagyobb, mint az év során várhatóan előforduló legnagyobb átlag érték, akkor a belső tér természetes megvilágítása egész évben kisebb az igényeltnél.

Végeredményben a belső tér építészeti kialakításától és külső környezetétől függ, hogy a természetes világítás mennyiségi szempontból, milyen külső állapotok mellett, az év milyen tartományában felel meg, illetve ilyen külső állapot egyáltalán várható-e.

A belső tér természetes megvilágításának tervezése során először azt kell eldöntenünk, hogy

- milyen külső körülmények mellett vagy
- az év milyen időtartományában

legyen elégséges a természetes megvilágítás.

A külső körülmény E_K és időtartam T , az E_K/T tartamdiagram alapján egymáshoz követhetnek.

Mint hogy a világító külső környezet állandóan változik, a tervezéshez rögzíteni egy méretezési állapotot, amire a természetes világítás méretezése történik. Ehhez definiálni kell az égbolt fénystrúség eloszlását, valamint intenzitását. Az ilyen módon definiált égbolt az u.a. méretezési égbolt állapot.

A méretezési égbolt állapot definiálása során két körülményt kell figyelembe venni,

-az egyik az, hogy csak három állás, köds és borult/ égbolt állapotot tudunk egyértelműen definiálni,

-a másik az, hogy ezek közül az adott földrajzi helyre melyik tekinthető legjellemzőbbnek.

Az égbolt mérési intenzitását az E_{km} u.n. *mérési külső megvilágítással* szokták megadni. Ez összefüggésben annak alapján definiálják, hogy a nappalok éves időtartamának hány %-ában kívánjuk természetes világgal kiszolgálni a megvilágítási igényt. A szokásos mérési stratégiaik olyan E_{km} értéket választanak, amely mellett a megvilágítás igény a nappalok közel 90 %-ában természetes világgal kielégíthető.

A nagyobb E_{km} érték kisebb bevilágítót eredményez és fordítva.

A mérési égbolt állapot és intenzitás általában országoként, esetleg azon belül régióként változhat, esetenként szabvány rögzíti.

Magyarországon a természetes világgal, egyenesen borult égbolt esetére és $E_{km}=5000$ lx külső megvilágításra méretek.

A tényleges mérés alapja az e_1 szükséges világgal tényező. Ez az E_{B1} szükséges megvilágítás és az E_{km} mérési külső megvilágítás segítségével a következő összefüggéssel számítható:

$$e_1 = [E_{B1}/E_{km}] \cdot 100$$

Tehát a megvilágításra történő mérés az *elsősorban* adott világgal tényezőre történő mérésről jelent.

A tervezés állapotában adott egy helyiség, amelynek ismertek fő méretei, elképzelve a feltételei (anyag, színe, elhatározott a telepítés helye és módja, így ismert a környezet.

Ismert a helyiség rendeltetése, a benne folytatni kívánt tevékenység.

A természetes világgal mérésének menete ezek után a következő:

1. Az építész tervező az építészeti koncepció és a lehetőségek alapján dönt a világgal módjáról, oldal-, felül- vagy kombinált világgal akarja a feladatot megoldani,
- kiválasztja az alkalmazni kívánt bevilágító típust.

2. Ezt követi a tulajdonképpeni mérés, ami a választott bevilágító jellemző paramétereinek és darabszámának valamint elhelyezésének meghatározását jelenti.

A természetes megvilágításra történő mérés tehát közvetlen, az e_1 szükséges világgal tényező érték biztosítására irányul.

Amint és olyan jellemzőkkel bíró bevilágítóval kell a belsőteret kialakítani, hogy az adott külső környezet és tervezett belsőteret mellett a világgal tényező értéke a szükséges e_1 legyen.

Amennyiben a helyiség megfelel az e_1 szükséges világgal tényezőnek, akkor legalább E_{km} külső megvilágítás esetén, a belsőteret megvilágítás legalább E_{B1} értékű lesz.

A megvilágításra történő mérés különböző oldalvilágítás valamint felül- és kombinált világgal esetén.

Oldalvilágításnál, amiatt, hogy a megvilágítás szükségszerűen nagyon egyenlőtlen és ez számottevően nem befolyásolható, az átlagos megvilágítás és egyenletesség igény együtt nem

elégíthető ki. Ezért a mérés a munkák egyetlen, várhatóan leggyengébben világított "M" pontjára történik.

Ezen világgal módnál a helyiséget egy kell kialakítani, hogy az "M" pontban legyen elégséges a megvilágítás mérési körülmények esetén.

Ha E_{B1} a rendelkezésből adódó átlagos megvilágítás igény és e a megengedett egyenlőség, akkor az "M" pontban szükséges világgal tényező

$$e_{M1} = [E_{B1}/E_{km}] \cdot 100$$

Felül- és kombinált világgal az átlagos megvilágítás és egyenletesség igények együttes kielégítésnek nincs akadály, ezért ezeket a világgal módoknál a mérés az

$$e_{M1} = [E_{B1}/E_{km}] \cdot 100$$

átlagos világgal tényezőre történik.

A megvilágítás mérés az általában történhet

- számítási eljárásokkal,
- szerkezeti módszerekkel és
- modelleléssel.

Az ismert számítási és szerkezeti módszerek, bonyolultságukat és megbízhatóságukat tekintve, igen nagy különbséget mutatnak. Számos közülük jelentős, vitatható elhanyagolásokkal dolgozik. Egy részük, főleg a grafikus módszerek, csak implicit formában szolgáltatják a megoldást, azaz csak arra alkalmasak, hogy adott bevilágító esetén számolható segítségükkel a világgal tényező.

Ismertebb szerkezeti módszerek:

- Grün - módszer,
 - Waldram - módszer,
 - Daniuk - módszer,
 - B.R.S. - módszer
- Ismertebb számítási módszerek
- Hatásfok - módszer
 - C.I.E. nomogram módszerek
 - BME ablak mérési módszer

Az elterjedt számítógép programok rendszerint az egyszerű geometriájú belsőterek gyors számításra alkalmasak, bonyolultabb belsőteret vagy komplikáltabb bevilágító vizsgálat segítségükkel vagy nem lehetséges vagy nagyon idő és szakértelm igényes.

A legmegbízhatóbbnak a modell mérésen alapuló eljárások tekinthetők. Ugyanis a természetes világgal vizsgálat legmegbízhatóbb módja az u.n. *mesterséges égboltban* történő modellezés.

A mesterséges égbolt egy néhány méter átmérőjű felfüggesztett, aminek belső felületén kívánt fényerősség eloszlatás van. Ennek központjába helyezett néhányzozoz tíz cm méretű modell belsőterében mérik a megvilágítás értékeit, s az így mért értékeket kiértékelve számítják a természetes világgal tényező értékeit, aminek alapján méretek a bevilágítót.

A modellezés lehetőséget nyújt a legkülönbözőbb belsőteret geometria, felületképzés, bevilágító szerkezet kialakítás gyakorlati igényeket jól kielégítő pontosság követésére.

Káprázás korlátozás

Természetes világítás káprázás korlátozása során az alábbi körülményeket kell számításba venni:

- A káprázás veszélye a használati időök csak egy kisebb részében várható, s ezen időtartamban a káprázás mértéke változik.
- Közvetlen káprázást a látótérben lévő Nap, az égbolt és esetleg valamilyen nagy fényerősségű takarás okozhat.
- A közvetett káprázás a bekapozás eredménye.
- A káprázás veszély valószínűsége oldal- és kombinált világítással sokkal nagyobb, mint felvilágítással.
- Bár az esetek túlnyomó részében a káprázást korlátozni kell, vannak ezt nem igénylő rendelkezési belsőterek is.

A káprázás védelemre szükség van, akkor az az esetek túlnyomó részében valamilyen kiegészítő építészeti szerkezettel oldható meg.

Az előzőekből következik, hogy a káprázás védelem eszközei minden esetben a bevilágítóhoz, mint szerkezeti egységhez kapcsolódnak, azt kiegészítik vagy módosítják.

A káprázás védelem akkor működik jól, ha akkor és csak akkor korlátozza a Nap, égbolt és takarás hatását amikor az zavaró és csak a diszkomfort hatás kiküszöbölésének mértékéig történik a korlátozás.

Ezeknek a feltételeknek csakis az olyan káprázás védelmek felelnek meg, amelyek jellemzői az időben kívánt módon változnak. A változás történhet oly módon, hogy a szerkezet mozgatható, vagy olyan formán, hogy változtatja fényáteresztését. Mindkét esetben a változásnak automatikusan kell működni.

A gyakorlatban használt káprázás korlátozási eszközökkel az előző elvárásoknak megfelelő káprázás védelem csak esetekenként valósítható meg.

A nem mozgatható eszközök akkor is csökkentik a belső tér világítását, amikor az minden szempontból indokolatlan, miközben a csökkentés aránya állandó.

A mozgatható eszközökkel megoldott káprázás védelem már sokkal jobban követheti az igényeket, azonban nemigen képes követni a különböző mértékű korlátozás igényt.

A tökéletes bekapozás védelem ily módon korántsem hibátlan káprázás védelem.

Árnyékhatás és fényirány tervezés.

A természetes világítás árnyék hatása és fényiránya meghatározóan a világítás módtól függ.

Oldalvilágítással a világítás erősen irányított, ezen csak kis mértékben lehet javítani az oldalfalak reflexiójának növelésével. Az olyan belsőterekben, ahol az árnyékhatással és fényiránnyal szemben szigorú elvárások vannak, az oldalvilágítás korlátozottan felel meg.

Felül- és kombinált világítás esetén megfelelő árnyékhatás és kívánt fényirány különösebb nehézség nélkül megoldható. Ez a bevilágítók mennyezeten és oldalfalon megfelelő arányokban történő elosztásával biztosítható.

Megfelelő színhatás befolyásolása.

A megfelelő színhatás biztosítása a természetes fény minőségének időnkinti módosítását igényel. Ezzel nincs gyakorlati lehetőség, ezért e követelményt olyannak kell tekinteni ami az esetek és a használati idő túlnyomó részében automatikusan teljesül, az esetek kis részében pedig, a rövid időre a természetes világítás ebből a szempontból nem megfelelő.

Növelheti azon esetek körét és azon időtartamot amikor ebből a szempontból világítás nem felel meg, a természetes fény minőségét befolyásoló fényáteresztő felület felülettel színezett üveg/alkalmazása.

Jó színviszaadás biztosítása.

A természetes világítás színviszaadása kiváló. Ez belsőtéri alkalmazása esetén is igaz minden olyan esetben, amikor a helyiség felületei nem vagy csak elhanyagolható arányban és mértékben színesek.

Ebből következik, hogy a jó színviszaadás érdekében a belső térben a színes felületek arányát célszerű korlátozni.